REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DR. YAHIA FARES DE MEDEA FACULTE DES SCIENCES

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention de diplôme de Master en sciences agronomiques

Option : phytopathologie

Thème

Etude de l'activité antifongique des extraits du marrube blanc *Marrubuim vulgare* dans quelques régions de la wilaya de Médéa

Présenté par :

- **KIKOUT Hamida**
- **HENNICHE Siham**

Soutenu publiquement le : .. Septembre 2020

Devant le jury composé de :

-M^me^ **F. NABI**	M.C.A	Univ. Médéa	Promotrice
- M^me^ **M. SLIFI**	Doctorante	Univ. Bouira	Co Promotrice
-M^me^ **Z. BENLAMEUR**	M.C.B	Univ. Médéa	Examinatrice
-M^me^ **F. SAFIDDINE**	M.A.A	Univ. Médéa	Examinatrice

2019/2020

Remerciements

Avant tout nous remercions Dieu « ALLAH » le tout puissant de nous avoir accordé la force, le courage et la patience pour terminer ce travail

Nous somme heureux d'adresser nos vif remerciements à ***Mme NABI.F*** *qui à accepté d'être notre promotrice, pour sa nous voulons exprimer nos sincères remerciements et gratitudes*

Nous remercions notre Co-promotrice Mme ***SLIFI .M****, pour sa confiance, ses remarques, son orientation vers le succès de ce travaille Ces connaissances, ces précieux conseils, ses idées, sa disponibilité ainsi que son encouragement qui à été pour nous un solide repère*

Nous remercions les membres de jury, chacun a son nom :Mme ***BENLAMEUR.Z*** *ainsi que* ***Mme SEIIDINE.F*** *a d'accepter de juger notre travail*

Nous remercions également l'ensemble des enseignants qui ont veillé à notre formation durant notre parcours universitaire

Nous remercions tous les membres de l'équipe de la « ***DSA*** *» Direction Agricole de Médéa pour leurs aides, leurs conseils et leurs encouragements*

Enfin On remercie toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin pour la réalisation de ce modeste travail

Dédicace

A ceux qui sont les plus chères au monde je dédie ce travail
mes parents ***Ahmed*** *et* ***Khadidja*** *qu'ils trouvent ici ma plus profonde gratitude*
A ma belle grand maman qui m'à encouragé et soutenu tout le longe de mes études
A Mes sœurs ***Fati, DJamila, Amina, Aicha*** *et* ***Rabiaa***
Mes frères, ***Mohamed, Houcine****, et* ***Ali***
Tous mes amies surtout ***Hassiba, Samia, Sarra***
Mon binôme ***Siham*** *et tous mes collègues de la promotion de M2 phytopathologie* **2019-2020.**
Ainsi que toute ma famille

Hamida

Dédicace

J'ai l'honneur de dédier ce modeste travail à : Mes chers parents

***Bouelem** et **Meriem** Que le Dieu vous protège*

A Mes frère et mes soeurs

A mon binôme Hamida et tous mes amis

*A Toutes mes collègues de la promotion **2019/2020***

Sihem

Résumé

Etude de l'activité antifongique des extraits de marrube blanc (*marrubium vulgare*) dans quelques régions de la wilaya de Médéa

Dans le cadre de la recherche pour améliorer les moyennes de lutte naturelle d'origine végétal, notre travail consiste à étudier les caractères de l'extrait aqueux et alcoolique de la partie aérienne (feuilles et tiges) ainsi que la partie souterraine : les racines du marrube blanc *marrubium vulgare* récoltés en saison hivernale et printanière afin de mettre en évidence ses potentialités antifongique contre le *Fusarium oxysporum* par la méthode de diffusion en milieu gélosé déterminé par le CMI.

L'échantillonnage à été effectué dans trois écosystèmes différents (Berrouaghia à une altitude 1184 m, Sidi Naamane à 635 m et Beni Slimane à 584 m) dans la Wilaya de Médéa.

A cause de la fermeture des laboratoires et de tous les établissements et infrastructures comme mesure de prévention contre la pandémie du Corona virus (Covid19) depuis Mars 2020, notre étude n'a pas pu être finalisée

Néanmoins et d'après la bibliographie les tests phytochimiques sur les différentes préparations de la partie aérienne du marrube blanc ont révélé la richesse de cette plante en tanins et en composés réducteurs et la présence des alcaloïdes, des coumarines, des tepénoïdes, des stérols et des triterpènes.

Mots clés :

marrubium vulgare; *Fusarium oxysporum* ,Activité antifongique ; Wilaya de Médéa

Summary :

Study of the antifungal activity of extracts of white horehound (*marrubium vulgare*) in some regions of the wilaya of Médéa

As part of the research to improve the means of natural control of plant origin, our work consists on studying the characters of the aqueous and alcoholic extract of the aerial part (leaves and stems) as well as the underground part: the roots of white horehound *marrubium vulgare* harvested in winter and spring season in order to demonstrate its antifungal potentials against *Fusarium oxysporum* by the method of diffusion in agar medium determined by the CMI.

The sampling was carried out in three different ecosystems (Berrouaghia at an altitude of 1184 m, Sidi Naamane at 635 m and Beni Slimane at 584 m) in the Wilaya of Médéa.
Due to the closure of laboratories and all establishments and infrastructure as a preventive measure against the Corona virus pandemic (Covid19) since March 2020, our study could not be finalized

According to the bibliography, phytochemical tests on the different preparations of the aerial part of white horehound have revealed the richness of this plant in tannins and reducing compounds and the presence of alkaloids, coumarins, tepenoids, sterols and triterpenes.

Keywords:

Marrubium vulgare; *Fusarium oxysporum* ,Antifungal activity; Wilaya of Médéa

الملخص :

دراسة الفعالية المضادة للفطريات لمستخلصات المريوة الأبيض في بعض المناطق لولاية المدية

كجزء من البحث لتحسين وسائل المكافحة الطبيعية للأصل النباتي ، يتمثل عملنا في دراسة خصائص المستخلص المائي والكحولي للجزء الجوي (الأوراق والسيقان) وكذلك الجزء الموجود تحت الأرض: الجذور لنبتة المريوة البيضاء.
الذي تم جمعه في فصل الشتاء والربيع من أجل إظهار خصائصه المضادة للفطريات ضد من خلال طريقة فولجاري CMI.الانتشار في وسط أجار الذي يحدده
تم أخذ العينات في ثلاثة أنظمة بيئية مختلفة (البرواقية على ارتفاع 1184 م ، سيدي نعمان على ارتفاع 635 م ، بني سليمان على ارتفاع 584 م) في ولاية المدية.
بسبب اغلاق المخابر وكافة المنشآت والبنى التحتية كإجراء وقائي ضد وباء فيروس كورونا (كوفيد 19) منذ مارس 2020 ، لم يتم الانتهاء من دراستنا
بالرغم من ذالك و وفقًا للببليوغرافيا ، كشفت الاختبارات الكيميائية النباتية على المستحضرات المختلفة للجزء الجوي من نبتة المريوة الأبيض ثراء هذا النبات في العفص والمركبات المختزلة ووجود قلويدات ، كومارين ، تيبينويدات ، ستيرول وتريتربين

الكلمات المفتاحية :

ولاية المدية , نشاط مضاد*Fusarium oxysporum ,marrubium vulgare*

LISTE DES TABLEAUX

Tableaux N°	Les titres des Tableaux	N° P :
Tableau 01	Répartition et distribution du genre Marrubium en Algérie (Quezel, 1963)	04
Tableau 02	Classification botanique de *marrubium vulgare* Judd et al., (2002).	06
Tableau 03	Classification de *fusarium* **Di Pietro et *al*., 2003; Michielse et Rep, 2009).**	16
Tableau 04	Situation géographique des stations d'étude	32
Tableau 05	donnes climatique des températures de la région de Médéa (2009-2019)	32
Tableau 06	Donnes climatique de précipitation de la région de Médéa (2009-2019)	32
Tableau 07	Donnes climatique des vents de la région de Médéa (2009-2019)	32
Tableau 08	Température et précipitations de l'année 2019/2020 Médéa	32

LIXIQUE DES ABREVIATION

CH_2C_{12}	Dichlorométhane
CMI	Concentration Minimale Inhibitrice
GFB	marqueur de protéine fluorescence
HDL	Cholestérole
LDL	Cholestérole
M.V	Marrubium Vulgar
P	Précipitation
PDA	Potato dextrose Agar
Q_2	Incidence d'Emberger

LISTE DES FIGURES

Figure N°	Les titres des figures	N° P :
Figure 01	répartition géographique de *Marrubium vulgre* (Bonnier, 1990).	04
Figure 02	Influence des conditions abiotique sur le marrube commun (benoit bock et al 2019)	05
Figure 03	marrube blanc (mieux-se-connaitre.com 2016/03)	07
Figure 04	Aspect microscopique de *Fusarium oxysporum* (watanable 2002)	18
Figure 05	Cycle infectieux de *Fusarium oxysporum* (Agrios, 2005).	23
Figure 06	Carte de situation géographique des stations d'étude (Google earth)	26
Figure 07	Carte Hydrographique de Médéa (JPEG) et (fichier MapInfo workspace)	27
Figure 08	Carte pluviométrique d'Algérie(institut de météorologie et de physique du globe de l'Algérie)	30
Figure 09	Localisation de l'étage bioclimatique des 03 stations étudies au niveau de la wilaya de Médéa sur le diagramme d'emberger(2009-2019)	33
Figure 10	Localisation de l'étage bioclimatique selon le diagramme ombrothermique de bagnouls et gaussen des trois stations d'études durant l'année 2019	34
Figure 11	*Marrubium vulgare* au niveau de Berrouaghia (Originale, 2020)	36
Figure 12	feuilles de *Marrubium vulgare* au niveau de berrouaghia (Originale, 2020)	36
Figure 13	*Marrubium vulgare* au niveau de Sidi naamane (Originale, 2020)	36
Figure 14	feuilles de *Marrubium vulgare* au niveau de Sidi Naamane (Originale, 2020)	36
Figure 15	*Marrubium vulgare* au niveau de beni slimane (Original 2020)	36
Figure 16	feuilles de *Marrubium vulgare* au niveau de Beni Slimane (Originale, 2020)	36
Figure 17	Séchage de la plante récoltée **(original).**	37
Figure 18	Broyeur électrique	38
Figure 19	Rotavapor	38
Figure 20	Ampoule a décanter	38
Figure 21	Preparation des boites pétri (PDA+l'extrait)	40

Tableau de matières :

Remerciement
Dédicace
ملخص
Résume
Abstract
Lexique des abréviations
Sommaire
Liste de tableau
Liste de figure
Introduction générale 01

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : Synthèse bibliographique sur la plante d'étude

I.1. Généralité sur la plante 03
I.2. Histoire et évolution du marrube 03
I.3.Distribution et Répartition géographique du marrube 03
I.4.Influence des conditions abiotiques et biotique sur la croissance du genre marrube 05
I.4.1. Conditions abiotiques 05
I.5. Famille des lamiacées 05
I.6. Classification du genre marrube 06
I.7. Description et caractères botanique du genre *Marrubuim* 07
I.7.1. La formation des racines, feuilles, tiges 07
I.7. 1. 1. Racine 07
I.7. 1. 2. Tige 07
I.7. 1. 3. Feuilles 08
I.8. Intérêt nutritionnel, économique et pharmacologique du marrube 08
I.8.1. Utilisations traditionnelles 08
I.8.2. Utilisations actuelles 08
I.8.3. Compositions chimiques 09
I.9.Activité du marrube blanc 09
I.9. 1. Utilisation de la plante 09
I.9. 2. Toxicité 10
I.9. 3. Activité antioxydant 10
I.9. 4. Activité antibactériennes 10
I.9. 5. Activité insecticides 10
I.9. 6. Activité antifongique 11
I.9. 7. Activité des métabolites secondaires 11
I.9. 7.1. Les flavonoïdes 11
I.9. 7.2. Les Alcaloïdes 12
I.9. 7.3. Les Tanins 12
I.9. 7.4. Les Stérols 13
I.9. 7.5. Les Terpenoïdes 13
I.9. 7.6. Les Coumarines 13
I.9. 7.7. Les Saponines 14

CHAPITRE 2 : Synthèse bibliographique sur le fusarium

II.1. Les champignons phytopathogènes 15
II.1.1. La fusariose 15

II.2. Agent pathogène : *Fusarium oxysporum* 15
II.2.1. Taxonomie 16
II.2.2. Caractéristiques microscopiques 16
II.2.2.1.Les microconidies 17
II.2.2.2.Les macroconidies 17
II.2.2.3.Les chlamydospores 17
II.2.2.4. Les sporodochies 17
II.2.3. Caractéristiques macroscopiques 18
II.2.4. Les races 19
II.2.5. Facteurs de croissance 19
II.2.5.1. La température 20
II.2.5.2.L'humidité 20
II.2.5.3.Le pH 20
II.2.5.4.La lumière 20
II.2.6. Cycle d'infection 21
II.2.6.1. Formation et germination des spores 21
II.2.6.2. Infection 22
II.2.6.3. Développement de la maladie 22
II.2.7. Lutte 23
II.2.7.1. Les pratiques culturales 23
II.2.7.2 Méthodes chimiques 24
II.2.7.3. La lutte génétique 24
II.2.7.4. Lutte biologique 24

PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE 1 :MATERIEL ET METHODES

III.1. Objectif 25
III.2. Choix de la zone d'étude 25
III.2.1. Présentation des stations d'études 25
III.2.1.1. Localisation 26
III.2.1.2. Milieu physique et les ensembles morphologiques 26
III.2.1.3. Pédologie 27
III.2.1.4. Hydrographie 27
III.2.1.5. Milieu biologique 28
III.2.1.6. La flore 28
III.2.1.7. La faune 28
III.2.1.8. Données climatiques en générale sur Médéa 29
III.2.1.8.1. Les températures de la région de Médéa 29
III.2.1.8.2. Les précipitations de la région de Médéa 29
III.2.1.8.3. La neige de la région de Médéa 30
III.2.1.8.4. Etages bioclimatiques 30
III.3. Synthèse climatique 31
III.3.1. Climagramme d'Emberger 31
III.3.2. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen 32
III.4. Prélèvement des échantillons 35
III.5. Extraction des à partir des tissus végétaux 37
III.5.1. Extraction liquide/solide 37
III.5.2. Etape de pré-purification 37
III.5.3. Extraction liquide/liquide 39

III.6. Etude de l'activité anti –fongique 39
III.6.1. Mode opératoire 40
III.6.1.1. Préparation des dilutions 40
III.6.1.2. Ensemencement des boites de gélose 40
III.6.1.3. Application des disques buvards 40
III.6.2. La lecture 41
III.6.3. Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI) 41
Conclusion 42
Annexe
Référence

INTRODUCTION GENERALE

Introduction Générale

La lutte contre les maladies des plantes cultivées dépend fortement de l'utilisation des intrants chimiques sous formes de fertilisant, pesticides et l'utilisation de génotypes exigeants davantage d'intrants, sont à la base de l'amélioration des rendements des cultures. Néanmoins, les effets négatifs des intrants chimiques deviennent alarmants et graves sur l'environnement **(Elmholt, 1991)**, la biodiversité est menacée par ces molécules chimiques **(Giller et *al*., 1997),** sur la santé humaine, la dégradation des écosystèmes naturels **(Huang et *al*., 2005)** , en plus du développement de formes parasitaires résistantes **(Ishii, 2006).**

En plus de ces problèmes, la lutte chimique a démontré une efficacité très limitée face aux maladies vasculaires et les agents pathogène telluriques **(Guillaumin et *al*., 1998)**, dont les fusarioses vasculaires et les agents fongiques ont de forte capacité de conservation dans le sol **(Chet, 1993 ; Guillaumin et *al*., 1998).** Les fusarioses vasculaires sont connues comme étant des maladies redoutables, affectant de nombreuses espèces végétales et causant des pertes économiquement considérables **(Agrios, 2005).** L'espèce pathogène *Fusarium oxysporum*, avec plus de 120 formes spéciales et races, est connue pour sa spécificité parasitaire avec de nombreux hôtes végétaux **(Benchabane, 2005 ; Van Loon, 2007)**.

Le choix s'est porté sur une plante utilisée depuis longtemps, considérée comme interchangeable thérapeutique. Il s'agit de *Marrubium vulgare.*, largement répandue dans le bassin méditerranéen en générale et en Algérie en particulier. **(Mehdadi.Z*et al.*,2012)**, Elle est également employée comme analgésique **(Asadi-samani,M *et al.*, 2015),** insecticide**(Burcu ,B *et al.*,2014)**, anti inflammatoire **(Maaroufi,A *et al.*,2014),** antimicrobien **(Maarou,A *et al.*,2014),** antioxydant **(Bouterfas,K *et al.*,2014),** antifongique, anti-hypertensives **(Zarai.Z *et al.*,2011)**, antidiabétiques et dans de nombreuses autres activités biologiques. Ces propriétés thérapeutiques sont liées à la présence des métabolites secondaire **(Sanaz.H*et al.*,2014).**.

Due à l'état actuel de notre pays ainsi que le monde entier : pandémie de Corona virus (Covid19), nous n'avons pas pu finaliser notre étude à cause de la fermeture de toutes les infrastructures universitaires suite aux dispositifs de confinement exigés par notre état, suite à cela notre travail va s'articuler de la manière suivante :

La première partie consiste en une revue bibliographique composée de deux chapitres dans le premier chapitre il est abordé les informations sur la plante étudiée, les métabolites

secondaires ainsi que ses activités biologiques. Le deuxième chapitre traite des généralités sur l'agent pathogène : *Fusarium oxysporum*

La deuxième partie, composé de un seul chapitre présentant la méthodologie de notre travail nous nous sommes focalisé sur le matériel et les méthodes utilisées dans notre travail qui est l'effet des deux extraits : méthanoliques et aqueux de déférentes parties de notre plante (feuilles, tiges et racines) applique sur les souches de *Fusarium oxysporum*.

.

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I :

Synthèse bibliographique sur *Marrubium vulgare*

CHAPITRE I : Synthèse bibliographique sur la plante d'étude

I.1. Généralité sur la plante

Le marrube blanc est une plante herbacée, vivace **(Aouadhi ,2010)** du genre Marrubium et de la famille des Lamiaceae. Les botanistes la nomme "*Marrubium vulgare*", connue, tels que: marrube blanc, marrube commun, herbe à la Vierge, herbe aux crocs, marrube vulgaire, marrube des champs, bonhomme, bouenriblé, mariblé,...etc **(1 :1 janvier 2000)**

Les noms donnés à la plante sont les suivants : En Arabe est connue par le nom Marrioua **(Al kadi, 1989)**,en Algérie est connue par le nom Marriouth **(Quezel et Santa, 1963),** Merrîwt au Maroc **(Bellakhdar, 1997),** Marroubia en Tunisie **(Boukef, 1986).** En Anglais : Harehound, en Italien : Marrubbio. Selon **(Bonnier, 1990),** le Marrube est composé de deux mots hébreux : mar, rob, suc amer.

I.2. Histoire et évolution du marrube

Connu depuis la plus haute antiquité, les égyptiens l'utilisèrent comme principal ingrédient, dans un antidote des poisons végétaux. Au Moyen âge été employé couramment dans le traitement des mêmes maux **(Schlempher et al, 1996) .**Le marrube blanc était très connu des Grecs et des anciens Arabes **(Rigano et al 2006).**

D'après **Lhoste J. 1989,** Jean-Emmanuel Gilibert considéré le marrube blanc, dans son livre, "l'Histoire des plantes d'Europe", comme l'une des meilleures plantes d'Europe".

I.3 .Distribution et Répartition géographique du marrube

Selon **Djahra *et al*. (2013**), le genre Marrubium comporte quelques 40 espèces, répandues principalement le long du bassin méditerranéen, les zones tempérées du continent eurasien et quelques pays d'Amérique Latine **(Meyre, 2005 ; Rigano, 2006)**

Elle pousse dans toute l'Afrique du Nord et presque dans toute l'Europe, au centre et au Sud-ouest de l'Asie et aux Canaries. Elle est naturalisée dans l'Amérique du Nord et dans l'Amérique du Sud **(Bonnier, 1990).**

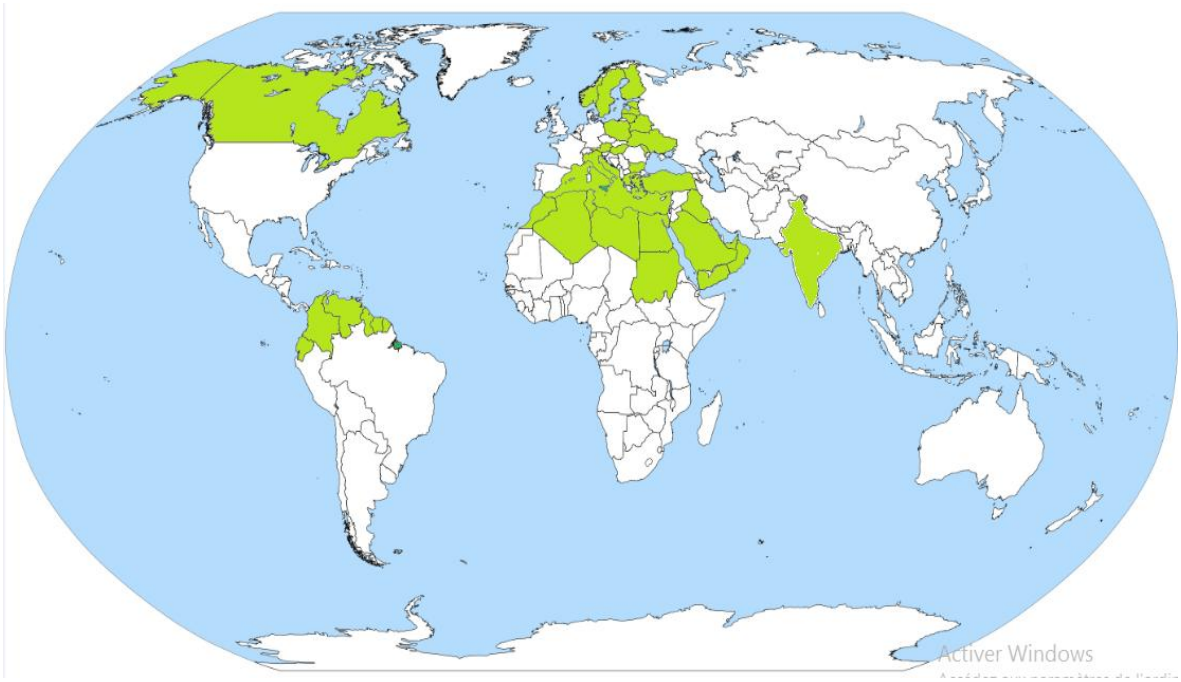


Figure n°01 : Répartition géographique de *Marrubium vulgre* Bonnier 1990

En Algérie, on retrouve 6 espèces différentes au sein de ce même genre : *Marrubium vulgare, Marrubium supinum, Marrubium peregrinum, Marrubium alysson, Marrubium alyssoide Pomel* et *Marrubium deserti* de Noé **(Quezel et Santa, 1963).**

Tableau n°01: Répartition et distribution du genre Marrubium en Algérie **(Quezel, 1963)**

Espèces	**Abondance**	**Distribution en Algérie**	**Répartition**
M.vulgare	Très commun	Dans toute l'Algérie	Cosmopolite
M.Supinum	Rare	Atlas sahari en oranais et Algérois baut plateaux Algérois et orannais	Ibéro-mauritanien
M.peregrinum	Très rare	Atlas Tellien	Euro-méditerranéen
M.alysson	Très commun	Partout sauf sur le littoral Algéro-constantinois	Ibéro-Muritanien
M.alyssoidesn pomel	Rare	Plaines littoral et Atlas tellien	Endémique
M.deserti de noé	Commun	Sahara septentrionale et centrale	Sahara

I.4. Influence des conditions abiotiques et biotique sur la croissance du genre marrube

I.4. 1. Conditions abiotiques

Marrubium vulgare est une plante vivace rustique (-20°C) pouvant mesurer entre 30 et 60cm selon les cas. Elle se rencontre aisément dans les lieux incultes, les friches et les bords de chemins de nos campagnes, de préférence dans les sols calcaires, tout particulièrement les terrains pauvres, secs et bien drainés. **(2 : 2018).**

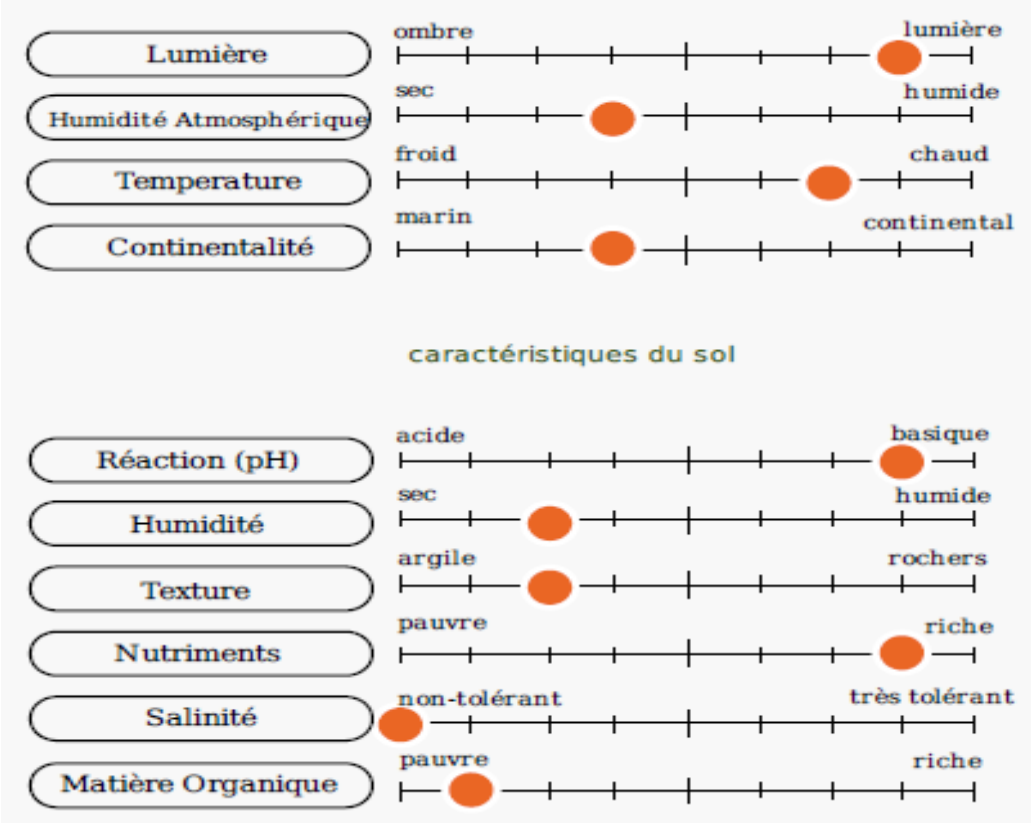


Figure n° 02 : Influence des conditions abiotique sur le marrube commun **(Benoît Bock & al, 2019)**

I.5. Famille des lamiacées

En **1789 De Jussieu** a nommé la famille Lamiacées, la classification de la majorité des sous-familles a été faite par Bentham en 1876 et la révision a été présentée par Briquet en 1895. La classification de ce dernier a longtemps été la plus utilisée pour cette famille de plantes. En 1992, 21 genres de Verbénacées ont été transfères aux Lamiacées **(Cantino, 1992)**.

Selon **Isren *et al*. (2001**), les lamiacées famille de plantes angiospermes dicotylédones, herbacées ou légèrement ligneuses comprennent de 233 à 263 genres et de 6900 à 7200 espèces. dont la plupart ont une importance économique due à la production des huiles essentielles et des miels (les miels de lavande et de romarin sont réputés).

La famille renferme de nombreuses espèces économiquement importantes soit par leurs huiles essentielles, soit pour leur usage condimentaire, elles appartiennent aux genres Mentha (la Menthe), Lavandula (la Lavande), Marrubium (le Marrube) , Nepeta (L'Herbe aux chats), Ocimum (le Basilic), Origanum (l'Origan), Rosmarinus (le Romarin), Salvia (la Sauge), Satureja (la Sarriette) et Thymus (le Thym) **(Boutlelis *et al*.,2014).**

D'après **Bonnier (1990),** la famille des Lamiaceae possède des sources riches en gamme de composés comme, les flavonoïdes, les iridoïdes, les composés phénoliques et les courtes chaines terpènoides qui sont les responsables de l'odeur et de la saveur caractéristique des plantes. (**Bruneton 2001**), le genre *Salvia* comprend près de 900 espèces majoritairement riches en diterpènoides et le genre *Marrubium* avec environ 40 espèces qui est particulièrement riche en flavonoïdes, tanins et les coumarines.

I.6. Classification du genre marrube

Tableau n°02 : classification botanique de *marrubium vulgare* **Judd et al., (2002).**

Règne	*Végétale*
Embranchement	*Angiosperme*
Classe	*Eudicotylédones.*
Sous-classe	*Gamopétale*
Ordre	*Lamiales.*
Famille	*Lamiacées*
Genre	*Marrubium*
Espèce	*Marrubium vulgare L.*

I.7. Description et caractères botanique du genre *Marrubuim*

Le genre Marrubium est muni d'un calice à 10 dents, dont les 5 commissurales plus courtes, toutes terminées en pointe épineuse. C'est un Arbuste à tiges et face inférieure des feuilles blanches tomenteuses. Les inflorescences sont en glomérules verticillés. Les bractées sont linéaires aigues. Les fleurs sont blanches**. (Quezel P., Santa, S. 1963)**

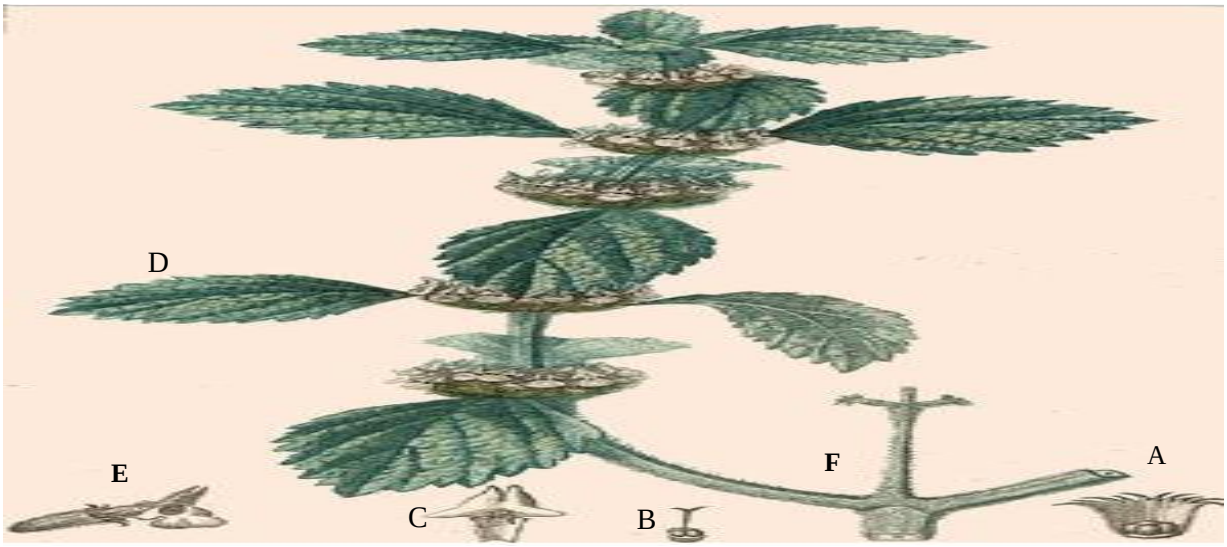


Figure n°03 : *Marrubium vulgare* (3 : 03/2016)

Tube (A), pistile (B), lèvre inférieure (C), calice (E), (D) feuilles arrondies, cannelées, blanchâtres, ridées, portées sur des pétioles. (F) tige

I.7.1. La formation des racines, feuilles, tiges

I.7. 1. 1. Racine

La racine est simple, ligneuse, garnie de plusieurs fibres **(Ali.Youssef 2006)**

I.7. 1. 2. Tige

Les tiges peuvent atteindre jusqu'à 50 cm de longueur et 7 mm de largeur ; les jeunes tiges sont recouvertes d'abondants poils duveteux blanchâtres ; les plus âgées sont gris-vert et les poils qui les recouvrent sont moins nombreux. **(M.Rombi., R.Dominique2007)**. Elles sont carrées, dressées, robustes et feuillues **(T.Cecchini .B.Ticli 2008),** et sont dites « tétragones » ou quadrangulaires, cotonneuses, blanches et tomenteuses. **(Ali.Youssef 2006).**

I.7. 1. 3. Feuilles

Les feuilles sont opposées et pétiolées, entières et un peu cordées à la base ; leur forme générale est ovale ou arrondie.Elles sont feutrées, cotonneuses, et de couleur blanchâtre**. (Ali.Youssef 2006).** De plus, les feuilles sont gaufrées. **(T.Cecchini .B.Ticli 2008).**

Le limbe mesurant 1,5-4 cm de longueur et 1-3,5 cm de largeur ; elles présentent des bords dentés à crénelés et recouvertes de poils blancs, fins et d'aspect vert-gris foncé**. (M.Rombi., R.Dominique2007)**.

I.8. Intérêt nutritionnel, économique et pharmacologique du marrube

La famille des lamiacée renferme de nombreuses espèces économiquement importantes soit par leurs huiles essentielles, soit pour leur usage condimentaire, elles appartiennent aux genres Mentha (la Menthe), Lavandula (la Lavande), Marrubium (le Marrube) , Nepeta (L'Herbe aux chats), Ocimum (le Basilic), Origanum (l'Origan), Rosmarinus (le Romarin), Salvia (la Sauge), Satureja (la Sarriette) et Thymus (le Thym) **(Judd et *al*., 2002).**

Le marrube présent un intérêt thérapeutique curatif ou préventif pour l'homme, il est utilisé pour la fabrication des médicaments à partir de plantes fraiches ou sèches (**Benghanou, 2012**).

I.8.1. Utilisations traditionnelles

Le marrube blanc est très utilisé en médecine traditionnelle comme expectorant, antispasmodique et antidiabétique. Il est aussi employé pour combattre la cellulite et l'obésité. Plusieurs de ces utilisations traditionnelles ont été confirmées par des essais scientifiques). **(Masoodi M. et *al* ,2008).**

I.8.2. Utilisations actuelles

Actuellement, l'utilisation de *Marrubium vulgare* n'est pas très répandue. Il existe, toutefois, quelques spécialités qui peuvent être utilisées dans le traitement de la toux, des affections bronchiques aiguës bénignes et pour faciliter le confort respiratoire. **Achouri.L et Abbas.S.,(2016)**

I.8.3. Compositions chimiques

On y trouve Lactones diterpéniques (marrubine, 0,3-1 %), mucilage, pectine, alcaloïdes, stachydrine, bétonicine, Stérols, triterpènes, sels minéraux **(Iserin.P,2001)** flavonoïdes, tannins et huile essentielle (riche en sesquiterpènes) **(Gregoriz.I et al.,2013**),. on pense que la marrubine est responsable de l'effet expectorant de la plante et de son pouvoir amer. elle régularise les battements cardiaques **(Iserin.P,2001).**

En outre il y a des tanins spécifiques des Lamiacées (riche en sesquiterpène), **(Gregoriz.I et al.,2013**). et dérivés de l'acide hydroxycinnamique (juste à 7%) (Acide cholorogénique, caféique, caféylquinique, mais absence d'acide rosmarinique). Toutefois la présence d'une faible quantité d'huiles essentielles comportant différents composés monotérpéniques (mois de 1% : α-pinène, camphène, lomonène**), (Wichtl M., Anton R., 2003).**

I.9. Activité du marrube blanc

I.9.1. Utilisation de la plante

Pavela, (2004) ; Raynaud, (2007) et Warda *et al.* (2009), ont confirmé que l'espèce végétale *Marrubium* vulgare est également employée comme : anti-nociceptif, antispasmodique, anti-oedematogénique, insecticide, anti-inflammatoire, antimicrobien et antifongique.

La commission Européenne de santé cité par **Bendrisse (2003),** montre que le marrube blanc ne possède jusqu'à présent aucun effet indésirable mais, elle recommande généralement aux femmes enceintes d'éviter cette plante parce qu'elle stimulerait l'utérus et pourrait avoir une action abortive. Les vertus curatives de l'espèce *M. vulgare* sont sans doute liées à l'existence de certaines substances chimiques dans la totalité de la plante.

Les plantes, grâce à leurs composés chimiques, sont douées d'activités biologiques importantes dont l'activité antioxydante ou anticancéreuse. Mais, d'autres activités sont reconnues aux plantes ; activité antifongique, antivirale, insecticide, etc**.(Laaouichi F.Z , 2015)**.

En cosmétique La plante est utilisée en cosmétologie traditionnelle pour sa richesse en saponines, la décoction, en rinçage sur les cheveux, les embellis et les cataplasmes de la plante opposés sur les taches de rousseur et les éclaircit **(Belakhdar, 1997; Ait youcef ,2006).**

I.9.2. Toxicité

Selon **Aouadhi (2010)** le marrube est une plante amère à caractère salin et ne peut donc pas être toléré s'il y a une gastroentérite ou des situations de nausées ou de vomissements ou encore en cas de dyspepsie

I.9. 3. Activité antioxydant

Ces dernières années, l'intérêt porté aux antioxydants naturels, en relation avec leurs propriétés thérapeutiques, a augmenté considérablement. Des recherches scientifiques. dans diverses spécialités ont été développées pour l'extraction, l'identification et la quantification de ces composés à partir de plusieurs substances naturelles à savoir, les plantes médicinales et les produits agroalimentaires **(Popovici et al., 2009).**

L'action antioxydante du marrube semble protéger contre l'oxydation du « mauvais » cholestérol (LDL) et accentuer l'action du « bon » cholestérol (HDL) **(Matkowski et al, 2006**). La plante pourrait donc contribuer à prévenir l'athérosclérose **(Berrougui et al, 2006)**

I.9. 4. Activité antibactériennes

L'étude de l'activité antibactérienne des tannins extraits des feuilles du marrube a révélé que ces composés possèdent un pouvoir antibactérien important vis-à-vis des souches bactériennes pathogènes et multi résistantes : *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus.* Une bonne activité antimicrobienne de l'espèce *Marrubium globosum* a également été observé par **(Rigano, 2006**) ; **(Al-Bakri, 2007).**

I.9. 5. Activité insecticides

L'extrait de *M. vulgare* est cité dans plusieurs expérimentations comme étant un bon larvicide à l'égard de différentes espèces. C'est le cas des travaux d'**Aouati (2016)**, qui indiquent que le marrube blanc a un effet mortel sur les larves de *Culex pipiens* 59 % de

mortalités et 90 % de mortalité chez les larves *d'Aphis nerii* qui signalé dans les travaux de **Dib et Bouteldji (2017).**

I.9. 6. Activité antifongique

Djahra Ali Boutelis, (2013) a particulièrement étudié l'espèce *Marrubium vulgare*. Sont étude est abouti à l'identification des principes actifs majeurs, les flavonoïdes et les tanins qui possèdent diverses activités biologiques telles que les activités antibactériennes, antifongique et antihépatotoxique. L'étude indique que Les tanins quant à eux, ils se sont avérés plus efficaces sur les souches fongiques. Les meilleures zones d'inhibition sont obtenues avec *Epidermophyton floccosum* et *Candida parapsilosis* sur milieu sabouraud. Ce fort pouvoir inhibiteur constaté en présence des tanins permet de leur attribuer l'effectivité de l'action antifongique mise en évidence lors de cette étude.

I.9. 7. Activité des métabolites secondaires

Certains travaux ont été réalisés sur l'espèce *Marrubium vulgare* qui ont révélé la présence de plusieurs métabolites secondaires dans la partie aérienne tels que: les diterpenes tels que : la marrubiine, prémarrubiine, pérégrinol, vulgatol, marrubbénol, marrubiol ,responsable de la majorité des propriétés biologiques du *Marrubium vulgare* **(Çitoğlu G.S. et Aksit F. (2002) (T.Cecchini ., B.Ticli,2008)**, des flavonoides (Hétérosides flavoniques et flavonoliques du quercétol, de la lutéoline et de l'apigénine, lactoylflavones, dérivés de l'acide ursolique.), un peu d'huile essentielle (alpha-pinène, camphène, limonène, sabinène, para-cymène, para-fenchène,…) et des tannins **(Schlempher et al., 1996)**.

I.9. 7. 1. Les flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des molécules pratiquement atoxiques, bien tolérées, mais d'action lente **(Roux.D*et al.*,2007)**,ils se répartissent en plusieurs classes de molécules, dont les plus importantes sont les flavones, les flavonols, les flavanones, les Dihydroflavonols, les isoflavones, les isoflavanones, les chalcones, les aurones et les anthocyanes.Ces diverses structures se rencontrent à la fois sous forme libre (aglycone) ousous forme de glycosides **(Boutlelis.D,2014).**

D'après **(Ashkenazy et al., 1983)** les études phytochimiques effectuées sur le genre Marrubium au regard des données bibliographiques ont permis d'isoler un grand nombre de de flavonoides.On leur reconnait des activités anti- inflammatoires, anticancéreuses et anti fongiques. Ils peuvent agir également comme antioxydants primaires, en stabilisant les radicaux peroxydes mais ils peuvent aussi désactiver les espèces oxygénées réactives**.(bouzourene S. 2015)** .

I.9.7.2. Les Alcaloïdes

Les alcaloïdes sont des substances organiques, le plus souvent d'origine végétales, azotées, ils peuvent être présents dans tous les organes. Une plante renferme rarement un seul alcaloïde ; en général on a un mélange d'alcaloïdes de construction lus ou moins apparentée où l'un d'entre eux domine **(Roux.D*et al.*,2007)**.

Les alcaloïdes existent rarement à l'état libre dans la plante, mais le plus souvent ils sont combinés à des acides organiques ou à des tanins **(Roux.D*et al.*,2007)**.
Certains sont des médicaments connus qui ont des vertus thérapeutiques avérées D'autres alcaloïdes, comme l'atropine, présente dans la belladone, ont une action directe sur le corps : activité sédative, effets sur les troubles nerveux (**maladie de Parkmson**), la plupart des alcaloïdes sont solubles dans l'eau et l'alcool et ont un goût amer. La plupart du temps ils agissent à faible doses, mais peuvent posséder, même à très faible dose, une forte toxicité **(Iserin.P,2001)**.

I.9.7.3. Les Tanins

Les tanins sont des substances polyphénoliques de structure variées,. Ces substances ont en effets la propriété de se combiner aux protéines en les précipitant, ce qui expliques leur pouvoir tannant **(Roux.D*et al.*,2007)**. Toutes les plantes contiennent des tanins à un degré plus ou moins élevé Ceux-ci donnent un goût amer à l'écorce ou aux feuilles et les rendent impropres à la consommation pour les insectes ou les bétails. Ils permettent de stopper les hémorragies et de lutter contre les infections**(Iserin.P,2001)**. Ils ont un effet vasoconstricteur sur les petits vaisseaux superficiels d'où leur propriété astringente.Quelle que soit la voit d'administration l'effet antiseptique, antibactérien, et antifongique est intéressant,. D'une façon général se sont des inhibiteurs enzymatiques **(Roux.D*et al.*,2007)**.

I.9.7.4. Les Stérols

Sont des constituants essentiels des membranes cellulaires. On les trouve aussi bien chez les animaux que dans les végétaux. Les stérols, très largement répandus dans le monde vivant, se rencontrent aussi bien chez les bactéries, les champignons, les plantes supérieures, les protozoaires, les métazoaires que chez les algues **(Nait said.N ,2007).**

Parmi les stérols, le plus important du point de vue activité biologique, est le β-sitostérol présent dans toutes les plantes y compris les fruits et les légumes. On les retrouve également dans des aliments comme les germes de blé ou de soja, les huiles végétales comestibles telles que l'huile de graines de tournesol ou de maïs. Des études faites sur des animaux ont montré que le béta sitostérol, comme son glucoside, possèdent des propriétés anti-inflammatoire, antipyrétique, antinéoplasique et immuno-modulatrice, il a des effets antitumoraux, observés sur les cellules de cancer humain de la prostate **(Seghiri.R,2000).**

I.9.7.5. Les Terpenoïdes

Les terpènes constituent le principe odoriférant des végétaux. **(Malecky.M,2008)**, ces composés sont majoritairement d'origine végétale. Synthétisés par les plantes, organismes marins, les champignons et même les animaux, ils ne sont pas spécifiques des végétaux puisque le squalène, le cholestérol ou encore des sesquiterpènes et des diterpènes se rencontrent chez les animaux (**(Krief.S,2004)**. Cependant, l'extrême diversité des terpénoïdes chez les végétaux contraste avec le petit nombre détecté chez les animaux. Les terpenoïdes sont les constituants principaux des huiles essentiels des résines et des cires des nombreux plantes **(Malecky.M,2008).**La classification des terpenoïdes est basée sur le nombre de répétitions de l'unité de base isoprène en donnant des hémiterpènes (C5), monoterpènes (C10), sesquiterpènes (C15), diterpènes (C20), sesterpènes (C25), triterpènes (C30), tetraterpènes (C40) et polyterpènes (C10) n avec n>8**(Connolly.J*et al.*,1984).**

I.9.7.6. Les Coumarines

Les coumarines, de différents types, se trouvent dans de nombreuses espèces végétales et possèdent des propriétés très diverses **(Iserin.P,2001)**.Elles existent sous forme libre solubles dans les alcools et dans les solvants organiques ou les solvants chlorés alors que les formes hétérosides sont plus ou moins solubles dans l'eau **(Hoffmann.L,2013).**

Elles sont considérées comme des phytoalexines, celles-ci sont des molécules de faibles masses moléculaires prevenant de voies métaboliques variées comme celle des phénylpropanoides ou des sesquiterpènes. Les phytoalexines sont synthétisées aux niveaux des sites d'infections et ont une activité antimicrobiennes démontrée *in vitro* **(Hoffmann.L,2013).**

I.9.7.7. Les Saponines

Principaux constituants de nombreuses plantes médicinales, les saponines doivent leur nom au fait que, comme le savon, elles produisent de la mousse quand on les plonge dans les solutions aqueux. Ce sont des hétérosides de poids moléculaires élevé. Les saponines existent sous deux formes, les stéroïdes et les triterpènoïdes.La structure chimique des stéroïdes est similaire à celle de nombreuses hormones humaines (oestrogène, cortisone), et de nombreuses plantes qui en contiennent ont un effet sur l'activité hormonale **(Roux.D*et al.*,2007)**. Les saponosides ont également une action veinotrope et même des propriétés analgésiques, anti-inflammatoire et antioedémateuse ce qui justifie leur emploi dans les manifestations de l'insuffisance veineuse, le traitement des signes fonctionnels de la crise hémorroïdaire et dans les troubles de la fragilité capillaire **(Iserin.P,2001)**.

CHAPITRE II :

Synthèse bibliographique sur le fusarium

CHAPITRE II : Synthèse bibliographique sur *Fusarium oxysporum*

II.1. Les champignons phytopathogènes

Les champignons sont la principale cause de maladies chez les plantes et sont responsables d'environ 70 % des maladies des plantes cultivées **(Jim Deacon., 2014)**. On estime entre dix mille et quinze mille espèces le nombre d'organismes du type champignons ou pseudo-champignons susceptibles d'infecter les plantes **(Francisco et al., 2014)**. Les pertes économiques annuelles dues aux maladies fongiques dans l'agriculture mondiale, avant et après la récolte, étaient estimées en 2003 à plus de 200 milliards d'euros **(Dilip K. Arora., 2003)**. L'infection des plantes par un champignon phytopatogène se déroule selon un processus, appelé « cycle de la maladie », dont la complexité varie selon les espèces, mais qui comprend toujours un certain nombre d'étapes obligatoires (inoculation, adhérence, germination, pénétration et invasion) **(Francisco et al., 2014).**

II.1.1. La fusariose

Parmi les champignons agents de maladie vasculaires, ceux appartenant au genre Fusarium sont les plus fréquents et les plus dommageables pour les cultures **(Nelson et al., 1981).**Les infections dues aux *Fusarium sp* sont collectivement regroupées sous le terme de « fusariose ». Les fusarioses sont des maladies redoutables, le champignon qui se présent dans le sol peut pénétrer très tôt dans la plante et provoquer des fontes de semis, si la plantule résiste, il envahit les vaisseaux et finit par provoquer la mort de la plante suite à la production des mycotoxines **(Merouane et Hammou, 2005)**.Le nom donné de fusariose est relié à l'allure fusiforme de ses spores **(Pageau D., 2009).**

II.2. Agent pathogène : *Fusarium oxysporum*

Fusarium oxysporum est un des *Deutéromycètes* telluriques appartenant à la sous-classe des Hyphomycètes et à la famille des *Tuberculariacées*, il fait partie de la section Elegans **(Messiaen et Cassini, 1968 ; Booth, 1971 ; Nelson et *al*., 1983; Agriose, 2005)**. Il s'agit d'une espèce anamorphe qui comprend de nombreuses souches pathogènes des plantes causant des maladies de flétrissement d'une grande diversité d'espèces de plantes hôtes agricoles et ornementales **(Appel et Gordon, 1996).** Selon **Messiaen et Cassini (1968),** *F.*

oxysporum est l'espèce qui comporte des formes phytopathogènes les plus fréquentes et les plus importantes de la microflore fongique des sols cultivés.

F. oxysporum comporte un ensemble de formes morphologiquement identiques, mais présentant des spécificités parasitaires parfois très étroites. Ainsi, plus de 120 formes spécialisées et races ont été décrites chez *F. oxysporum* **(Armstrong et Armstrong, 1981).** Parmi lesquelles la forme spéciale *pisi* responsable du flétrissement vasculaire du Pois. Les races sont souvent en fonction de leur virulence à un ensemble de cultivars d'hôtes différentiels **(Correll, 1991).**

II.2.1. Taxonomie

La diversité et l'extrême variabilité des champignons appartenant au genre *Fusarium* expliquent les difficultés rencontrées dans leur classification, d'où l'existence de nombreux systèmes taxonomiques. Le genre *Fusarium* a été profondément revu par **Synder et Hansen (1940, 1945), Tousson et Nelson (1968, 1976)** et **Messiaen et Cassini (1968,1981).**

Grâce à l'utilisation des techniques de la biologie moléculaire, la systématique des *Fusarium* a considérablement évolué **(Di Pietro et *al*., 2003; Michielse et Rep, 2009).**

Tableau n°03 : Classification de *fusarium* **(Di Pietro et *al*., 2003; Michielse et Rep, 2009).**

Régne	*Fungi*
Division	*Ascomycota*
Classe	*Hymenoascomycètes*
Sous-classe	*Pyrenomycetideae*
Ordre	*Hypocreales*
Famille	*Nectriaceae*
Genre	*Fusarium*

II.2.2. Caractéristiques microscopiques

Le filament mycélien de *F .oxysporum* est hyalin, septé et uninuclé **(Dickinson, 1932).** La phase sexuée n'a jamais été observée. Ce champignon ne se multiplie donc que par voies végétative ou par l'intermédiaire de spores asexuée, conduisant à des descendances de types clonal **(Assigbetse, 1993)**.

Ce champignon produit trois types de spores asexués:

II.2.2.1.Les microconidies

Sont des spores de petite taille (3-5 x 10-15 µm) en générale ovoïdes à ellipsoïdes, unicellulaires ou bicellulaires, agglomérées en fausses têtes, jamais en chaîne, **(Agrios, 2005 ; Nelson et *al*., 1983).** Elle se forme sur le mycélium aérien à partir de monophialides courts. La monophialide possède un pore ou une ouverture qui donne naissance à plusieurs conidies **(Guezlane, 1976 ; Agrios, 2005).**

II.2.2.2.Les macroconidies

Sont des spores cloisonnées transversalement (souvent triseptées), de grande taille (5-10 x 25-35 µm) en forme de fuseau, produites par des conidiophores (monophialides) ramifiés en sporodochies ou par le mycélium aérien **(Guezlane, 1976).** Dans les sporodochies, les macroconidies ont une forme typique et une taille uniforme. Sur le mycélium aérien, elles sont produites indifféremment par des monophialides ou des polyphialides et sont alors de forme et de taille très variables **(Assigbetse, 1993).**

II.2.2.3.Les chlamydospores

Sont des spores de résistance, entourées d'une paroi épaisse et parfois ornementée. Elles sont sphériques ou ovoïdes (6 x 30µm), intercalaires ou terminales, isolées ou en groupes **(Guezlane, 1976 ; Djerbi et *al*., 1984 ; IMI, 1994).**

II.2.2.4. Les sporodochies

Sont des organes fructifères en forme d'axes ramifiés qui portent à leur extrémité les monophialides, donnant naissance aux macroconidies **(Henni, 1998).**

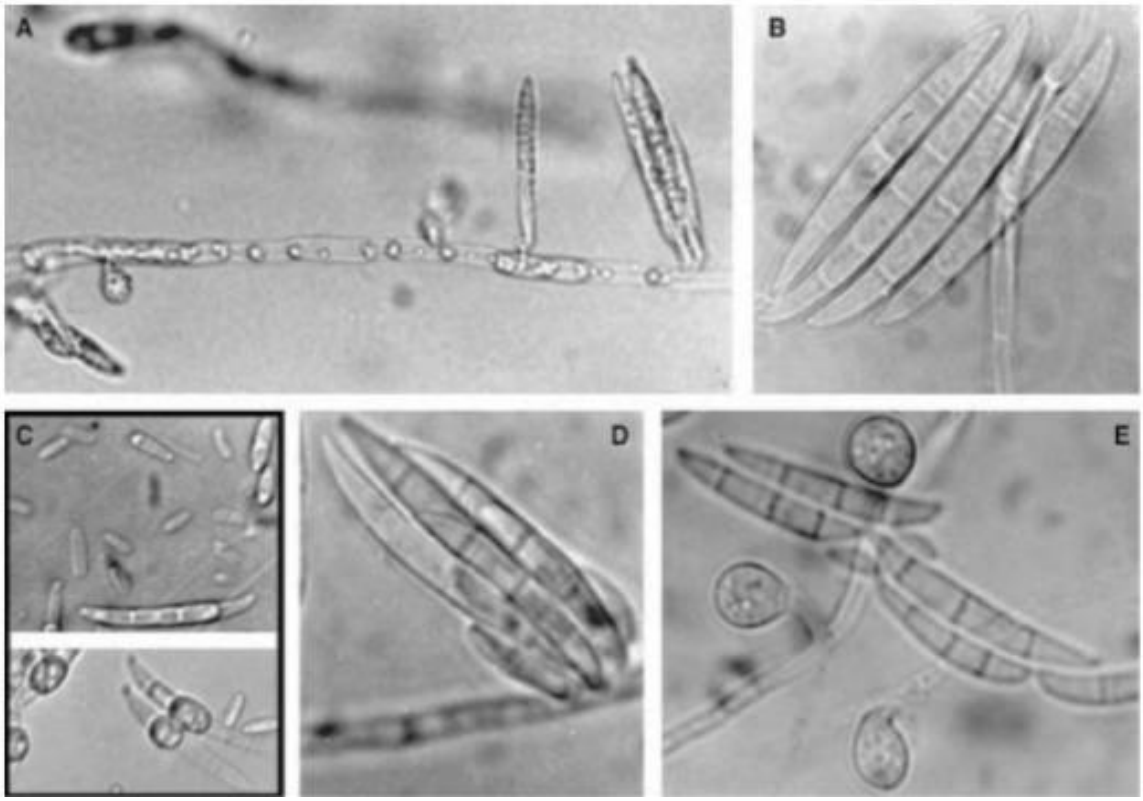


Figure n°04: Aspect microscopique de *Fusarium oxysporum* **(Watanabe, 2002)**
A : Hyphes, macroconidies, microconidies, et chlamydospores ;
B : Macroconidies ; **C :** Macroconidies, microconidies, et chlamydospores ;
D : Macroconidies; **E :** Macroconidies et chlamydospores.

II.2.3. Caractéristiques macroscopiques

Sur un milieu gélosé à base de pomme de terre tel que le milieu PDA (Potato Dextrose Agar) **(Bouhot et Billotte, 1964)**, la pigmentation du mycélium est la plupart du temps blanchâtre pendant les 15 premiers jours qui suivent l'isolement puis se pigmente souvent de façon diffuse dans la zone centrale d'une couleur différent **(Booth, 1977; Botton et *al*., 1985; Tivoli, 1988; Champion, 1997).**

Cependant, la grande variabilité morphologique est un phénomène commun chez les formes spéciales de *Fusarium oxysporum*, qui peut être expliquée par les variations portées sur les caractères culturaux (aspect du mycélium aérien, pigmentation du thalle et du milieu), sur les caractéristiques biométriques, sur des spores (taille, forme, cloisonnement, etc.…), sur les organes fructifères qui leur donnent éventuellement naissance (sporodochies et pionnotes), et enfin, sur la présence ou l'absence de sclérotes **(Henni et *al*., 1994).**

II.2.4. Les races

Fusarium oxysporum f. sp. *pisi* est connu pour sa variabilité pathogénique **(Kraft, 1995).** L'agent pathogène a été nommé *F. othoceras* var. *pisi* en 1928 **(Linford, 1928).** Onze (11) races ont été décrites, mais des désaccords considérable existe sur leur classement **(Kraft et Haglund 1978 ; Neumann et Xue, 2002).** Depuis lors, les problèmes causés par la race 1 de *Fop* n'ont pas éliminés, mais la maladie est maîtrisée par les cultivars résistants **(Kraft et *al*., 1974).**

La race 2 est connue pour être répandue dans les sols à texture grossière et lorsque les températures avoisinent les 25 °C. Comme, elle n'apparait généralement qu'en fin de cycle, proche de la maturité des plantes, la probabilité de transmission par semences devient importante. Les isolats de cette nouvelle race étaient capables de causer la mort des plants de résistantes à la race 1. Delwiche Commando a été le premier génotype développé, possédant des gènes de résistance à la race 1 et 2 de *Fop* **(Goth et Webb, 1981).** Les races 3 et 4 ont été décrites respectivement au Pays- Bas et au Canada **(Schreuder, 1951 ; Bolton et *al*., 1966).** Cependant, ils ont été plus tard reclassés dans la race 2 **(Huebbeling, 1974 ; Kraft et Haglund, 1978 ; Kraft et Pfleger, 2001).**

En 1970, la race 5 a été décrite dans le nord-ouest de l'état de Washington **(Haglund et Kraft 1970)**, où tous les cultivars résistants à la race 1 et 2 étaient sensibles. En raison des rotations de culture qui se faisaient sur un laps de temps très court, et du climat très favorable au pathogène, une nouvelle race a été décrite en 1979 dans cette même région **(Haglund et Kraft 1979).**

La résistance génétique aux races 1, 2, 5 et 6 de *Fop* est conférée par des gènes dominants indépendants **(Coyen et *al*., 2000 ; Kraft et Pfleger, 2001)**. Les races 1 et 2 entrainent des pertes économiques dans les régions de culture du pois, alors que les races 5 et 6 causent des pertes uniquement pour les cultures de pois primaires dans le nord-ouest de l'Etat de Washington et en Colombie-Britannique **(Haglund et Kraft, 1979).**

II.2.5. Facteurs de croissance

Les *Fusarium* sp. sont des ubiquistes abondants dans les sols et souvent phytopathogènes. Leur développement est influencée par les facteurs de l'environnement que ce soient biotique ou abiotiques **(Criquet et Calvert, 1997).**

II.2.5.1. La température

La température joue un rôle déterminant dans l'expression des symptômes des maladies d'origine cryptogamiques. Son action peut se manifester sur la croissance du parasite, sur la physiologie de la plante et sur les interactions hôteparasite **(Molot et Mas, 1975).**

D'après **Molot et Mas (1975)** pour l'ensemble des Fusarioses vasculaires l'optimum de développement en culture *in vitro* semble se situer entre 26-30°C.

Bloomberg (1976), a trouvé que l'effet pathogène de *F. oxysporum* est réalisé entre 10-30°C.

II.2.5.2.L'humidité

Il a été également démontré par Ya et Fang (1948) qu'un sol hydraté (44 et 65%, de sa capacité de rétention) est très favorable à l'apparition des premiers symptômes, alors qu'un sol sec (18 et 27%) accentue la rapidité du flétrissement **(Gindrat, 1969).**

Pour les *Fusarium* très influencés par la température du sol ne sont pas très affectés par l'humidité du sol **(Walker, 1961),** Cette dernière influe surtout sur la germination des chlamydospores **(Griffin, 1970 ; Corbaz, 1990).**

II.2.5.3.Le pH

Le pH est un facteur important dans la sévérité des maladies d'origine tellurique. La croissance du *F. oxysporum* peut s'observer dans une gamme de pH allant d'une valeur de 1.1 à 8.1 **(Botton et *al*, 1985). Sexena (1988)**, trouve que le pourcentage de mortalité des plantes augmente avec l'accroissement du pH du sol jusqu'à 7.5 puis la mortalité diminue **(Ben Chaima, 1991).**

II.2.5.4.La lumière

Vaartaja (1952), a évoqué l'importance de l'ombrage dans la gravité de la maladie. Un éclairement insuffisant peut provoquer un étiolement des plantes qui favorise leurs sensibilités aux attaques de *F. oxysporum*. De même, **Messiaen et al (1991),** ont démontré l'augmentation de l'agressivité du *F. oxysporum* f. sp. *melonis* en culture sous serre où la lumière est insuffisante.

II.2.6. Cycle d'infection

Une infection réussie par *F. oxysporum* est un phénomène complexe qui nécessite une série de processus hautement régulés: (1) la reconnaissance des racines par des signaux d'hôte inconnus, (2) l'attachement à la surface de la racine et la différenciation des hyphes de pénétration, (3) la pénétration du cortex racinaire et dégradation des barrières physiques de l'hôte, telles que l'endoderme, afin d'atteindre le tissu vasculaire, (4) adaptation à

l'environnement végétal hostile, y compris la tolérance aux composés antifongiques végétaux, (5) prolifération hyphale et production de microconidies dans les vaisseaux du xylème, et (6) la sécrétion de déterminants de virulence tels que de petits peptides ou des phytotoxines (Figure 4)**(Di Pietro et *al*., 2003).**

II.2.6.1. Formation et germination des spores

Il est bien connu que les agents pathogènes fongiques présents dans le sol, y compris *F. oxysporum* , sont capables de détecter la présence de la plante avant même d'établir un contact physique, très probablement par le biais de composés présents dans les exsudats racinaires **(Griffin, 1969).** Ces champignons doivent donc posséder des mécanismes de signalisation leur permettant de détecter les signaux environnementaux et de réagir par des changements appropriés dans l'expression des gènes, notamment ceux qui entraînent la reconnaissance de l'hôte, la pénétration des racines, la dégradation des défenses de l'hôte, la prolifération au sein du tissu hôte et l'établissement de la maladie (Figure 4) **(Di Pietro et *al*.., 2003).**

En tant qu'habitant du sol, *F. oxysporum* peut survivre pendant de longues périodes en l'absence de l'hôte, principalement sous la forme de chlamydospores à parois épaisses. En effet, une fois qu'une zone est infectée par *F. oxysporum*, elle le reste généralement indéfiniment **(Agrios, 1997).** La proximité des racines amène les propagules dormantes à germer et à initier l'infection. L'ultrastructure du processus d'infection a été bien documentée par une série d'études fondées sur l'utilisation de la microscopie optique et électronique **(Bishop et Cooper, 1983a ; Bishop et Cooper, 1983b ; Rodriguez-Gálvez et Mendgen, 1995)** et, plus récemment, du marqueur de protéine fluorescente (GFP) **(Di Pietro *et al*., 2001a ; Lagopodi *et al*., 2002).**

II.2.6.2. Infection

Le cycle d'infection de *F. oxysporum* est initié par la germination des spores et son allongement dirigé vers la racine de la plante hôte en réponse à des signaux spécifiques de la plante **(Nelson, 1991 ; Turrà et *al*., 2015).** Ensuite, les hyphes infectieux en croissance adhèrent aux racines de l'hôte et y pénètrent par des blessures ou en perçant l'épiderme **(Nelson, 1981 ; Bishop et Cooper, 1983a ; Benhamou et Garand, 2001 ; Zvirin et *al*., 2010).** Le mycélium avance ensuite de manière intercellulaire dans le cortex radiculaire jusqu'à ce qu'il atteigne les vaisseaux du xylème et les colonise par les fosses **(Bishop et Cooper, 1983b ; Beckman, 1987).** Ensuite, le champignon progresse verticalement, à travers des vaisseaux de xylème, pour envahir la pousse **(Bishop et Cooper, 1983b ; Beckman, 1987).** Après le flétrissement et la mort de la plante, le champignon atteint la surface de la

plante où il produit des chlamydospores qui sont dispersées dans le sol pour un deuxième cycle d'infection **(Kraft et *al*., 1994).** Au cours de l'invasion des racines et de la colonisation, *Fop* est exposé à divers mécanismes de défense des plantes (Figure 4) **(Beckman, 1987 ; Michielse et Rep, 2009).**

Plusieurs études histologiques ont caractérisé les processus d'infection et les mécanismes de résistance de différentes espèces de plantes **(Bishop et Cooper, 1983a, b ; Beckman, 1987 ; Baayen et *al*., 1989 ; Tessier et *al*., 1990 ; Pereira et *al*., 2013).**

II.2.6.3. Développement de la maladie

Le flétrissement est probablement dû à une combinaison d'activités pathogènes, telles que l'accumulation de mycélium fongique et / ou de la production de toxines et de réponses de défense de l'hôte, notamment la production de gels, de gommes et de tyloses et l'écrasement des vaisseaux par la prolifération de cellules de parenchyme **adjacentes (Beckman, 1987 ; Di Pietro et *al*., 2003)** ou par la dégradation des tissus hôtes (**Kroes et *al*., 1998 ; Olivain et Alabouvette, 1999 ; Ouellette et *al*., 2002).** Après le flétrissement et la mort de la plante, le champignon atteint la surface de celle-ci, ou il produit des chlamydospores, qui seront dispersées sur le sol pour un deuxième cycle d'infection (Figure 4) **(Di Pietro et *al*., 2003).**

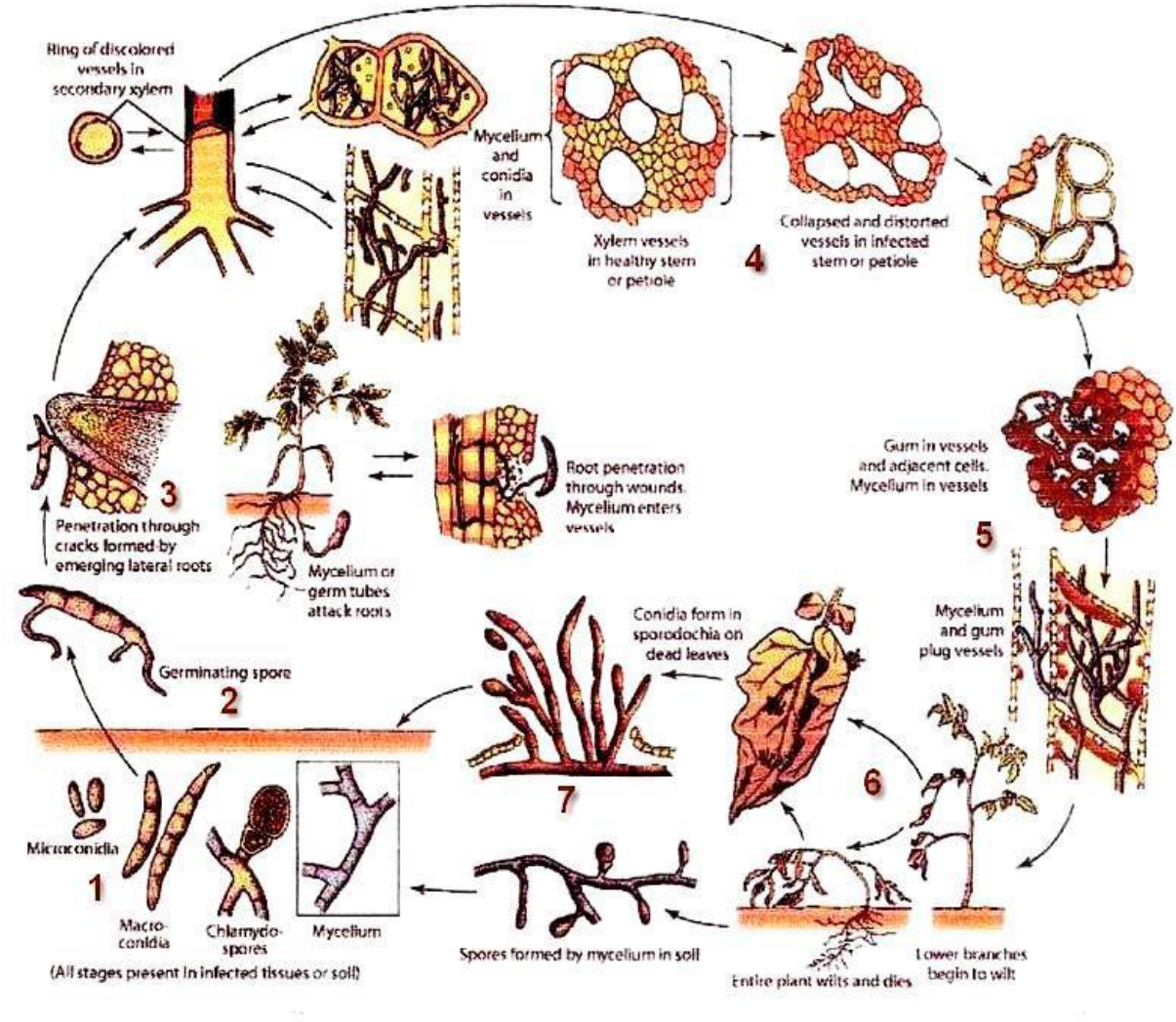


Figure n°05 : Cycle infectieux de *Fusarium oxysporum* **(Agrios, 2005).**

II.2.7. Lutte

II.2.7.1. Les pratiques culturales

Les mesures préventives sont importantes et efficaces car une fois le champignon est présent dans le sol, l'emploi des autres méthodes de lutte sont très coûteux. Les pratiques culturales, à savoir la destruction des débris de récolte des plantes atteintes par la fusariose par brûlis, la jachère de longue durée, la rotation culturale avec des cultures non-hôtes, peuvent agir sur la densité de l'inoculum présent dans le sol. Mais l'éradication du champignon par ces techniques ne parait pas très efficace, car *F. oxysporum* peut survivre de nombreuses années dans le sol en absence d'hôte (au moins 06 ans sous forme de chlamydospores) sans prendre en compte les capacités saprophytiques du champignon qui augmentent ces chances de survie **(Booth, 1971 ; Edel et *al*., 1995).**

II.2.7.2 Méthodes chimiques

Plusieurs fongicides ont été utilisés pour lutter contre *F. oxysporum* : bénomyl, carbendazine, prochloraze, fludioxonil et azoxystrobine (Amini et Sidovich, 2010), mais de nombreuses études démontrent les risques que représentent les pesticides sur la santé humaine et l'environnement. A titre d'exemple le bromure de méthyle utilisé comme fumigant du sol pré-végétal depuis plus de 40 ans, considéré comme dangereux pour la couche d'ozone, a été progressivement éliminé sur le marché, et interdit d'utilisation en 2015 **(Duniway, 2002).**

II.2.7.3. La lutte génétique

L'utilisation des variétés résistantes des cultures de pois, semble être une mesure pratique pour contrôler la fusariose vasculaire sur terraine **(Kraft et Pfleger, 2001).** Cependant, jusqu'à présent, seul le gène dominant pour la résistance à *Fop* a été utilisé dans le développement des cultivars commerciaux, et les programmes d'hybridation basés sur seulement quelques gènes dominants courent un risque sérieux de rupture de résistance. Cette panne de résistance autrefois efficace, oblige les scientifiques à rechercher continuellement de nouvelles sources de résistance dans la collection de germoplasme de pois, y compris les parents de pois sauvages **(Bersali et Boufellah, 2018).**

II.2.7.4. Lutte biologique

La lutte biologique vis-à-vis de la fusariose vasculaire, a donné des résultats encourageants. L'application de certains bactéries et champignons de caractères antagonistes isolés à partir de la rhizosphère ont montrés leurs capacité à lutté contre la fusariose vasculaire, tels que les souches non pathogènes de *F. oxysporum*, *Trichoderma*, *Gliocladium*, *Pseudomenas fluorescens*, *Burkholderiacapacia*, et beaucoup d'autre **(Pal et McSpadden-Gardener, 2006).** Bien que prometteur, aucun de ces organismes n'a été utilisé pour contrôler la fusariose vasculaire sur terrain jusqu'à présent, d'où la nécessiter qui s'impose à approfondir les recherches afin d'améliorer ces pratiques.

PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE III :

MATERIEL ET METHODES

CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES

III.1. Objectif

L'objectif de notre travail consiste à caractériser l'extrait alcoolique et aqueux des feuilles, tiges et racines du *Marrubium vulgare* afin de déterminer leurs activités antifongiques sur *Fusarium oxysporum* dans trois régions différents dans la wilaya de Médéa (Berrouaghia, Sidi Naamane et Beni Slimane) récoltés durant une période de 04 mois (Décembre-Mars) incluant la saison hivernale et printanière.

Notre étude a été effectuée au niveau du laboratoire de département des Sciences de La Nature et de La Vie, faculté des sciences, de l'Université Yahia Fares de Médéa. En commençant par l'extraction des feuilles, tiges et racines du *M. vulgare* ainsi que l'étude analytique et étude de l'activité antifongique.

III.2. Choix de la zone d'étude

En raison de l'importance, les grandes vertus ainsi que la disponibilité de notre plante d'étude au sein de la wilaya de Médéa, notre choix s'est porté essentiellement sur les régions suivantes : Berrouaghia,Sidi Naamane et Beni Slimane où ces trois sites repondent au critères de notre étude**.**

III.2.1. Présentation des stations d'études

La wilaya de Médéa se située au nord du pays. Elle est située entre les régions du Tell et des Hauts Plateaux sur un territoire appelé sous l'administration ottomane le Titter, elle compte 19 Daïras et 64 communes, Elle s'étend sur une superficie de 8866 km l'année 2010.

Limite de wilaya :

La wilaya de Médéa est limitée ;

-Au nord par la wilaya de Blida.

-A l'est et au sud est par les wilayates de Bouira et de M'sila.

-Au sud et sud ouest par les wilayates de djelfa et Tissemsilt.

-A l'ouest par la wilaya d'Ain Defla.

III.2.1.1. Localisation



Figure 06 : Carte de situation géographique des stations d'études **(Google Earth)**

III.2.1.2. Milieu physique et les ensembles morphologiques

La wilaya de Médéa est une wilaya montagneuse qui fait partie intégrante de la région du tell est située dans l'atlas tellien et se caractérise ainsi par une altitude élevée et un relief mouvementé enserrant quelques plaines de faible extension. La wilaya se caractérise par quatre principales zones géographiques :

- **Le tell montagneux :** région forestière au relief marqué, au climat rude et peu peuplée, ceinturant la wilaya à l'Ouest et au Nord, depuis l'Ouarsenis jusqu'au massif de Tablat
- **Le tell collinien** : région de peuplement à vocation agricole, situées dans le centre de la willaya.
- **Les plaines du tell** : situées à l'intérieur du tell collinien, elles sont consacrées à la céréaliculture, toutefois la polyculture est récemment implémentée.
- **le piémont méridional du tell** : zone de transition vers les hautes plains steppiques, il est caractérisé par une pluviométrie irrégulière. **(Invest in ALGERIA 2013)**

III.2.1.3. Pédologie

Le sol est caractérisé par une texture très variée entre argilo-limoneux et argilo-limono-sableux avec la présence de calcaire totale et un PH varié entre neutre et légèrement basique. Ces caractéristiques sont considérées favorables pour le développement du marrube blanc. **(Monographie 1978)**

III.2.1.4. Hydrographie

Selon **DGF (2015),** la wilaya de Médéa est drainée par un réseau hydrographique relativement dense. Les principaux oueds et les plus importants sont des cours d'eaux exoréiques, qui se jettent donc en mer méditerranée, tel que **oued chélif, oued chiffa, oued Mazafran** et **oued Isser.**

D'autre oueds de moindre importance se situant dans le Sud de la wilaya, sont des cours d'eaux endoréiques, le plus important étant **l'oued Sbisseb**, affluant de **l'oued Laham.**

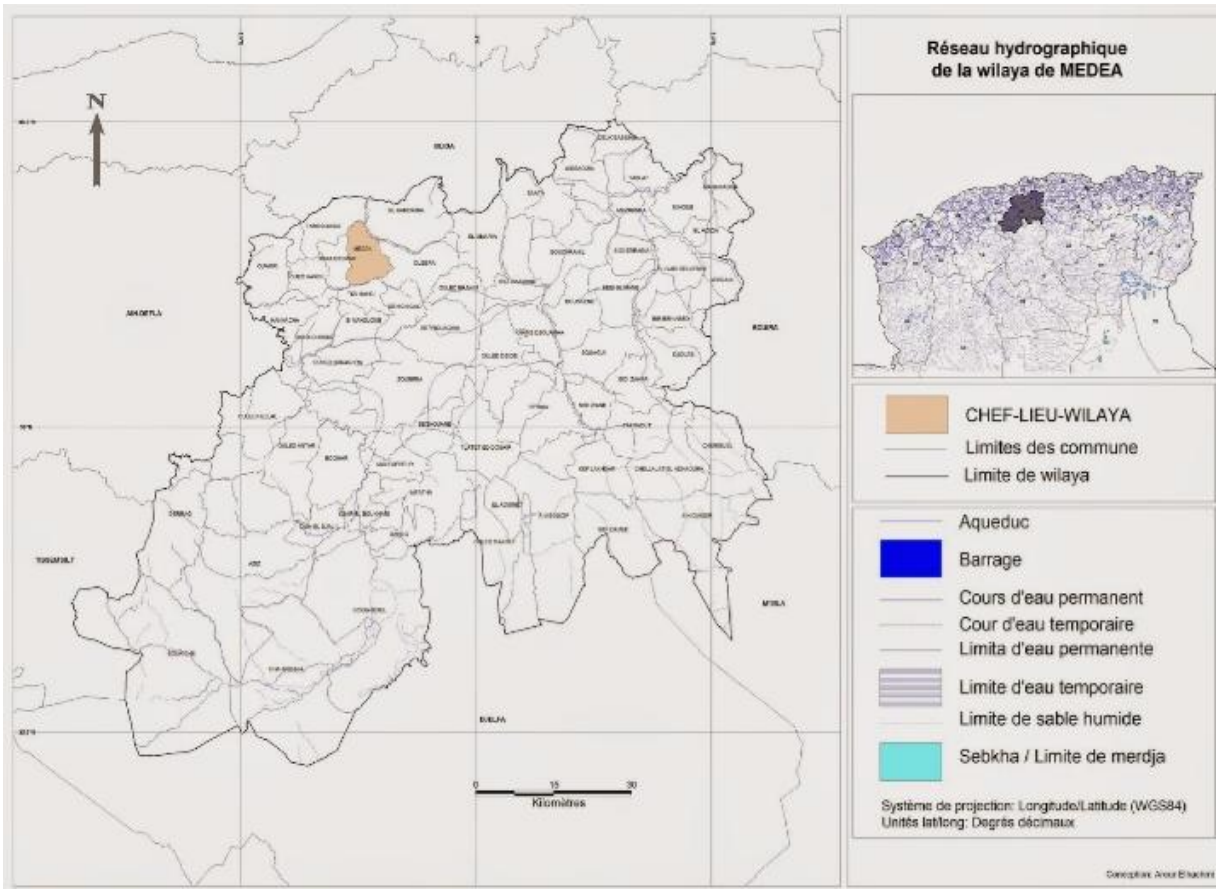


Figure 07 : Carte Hydrographique de Médéa **(JPEG) et (Fichiers MapInfo Workspace)**

III.2.1.5. Milieu biologique

La région est considérée comme niche à beaucoup d'organismes vivants, il est recensé actuellement presque 394 espèces parmi elles 49 sont protégées par la loi. Dans la catégorie des vertébrés il existe 160 espèces répartie comme suit :

-119 variétés d'oiseau dont 30 protégées.

-22 variétés de mammifères dont 10 protégées

-07 variétés d'amphibiens

-09 variétés de reptiles

-03 variétés de poissons

Dans la catégorie des non vertébrés il existe 234 espèces réparties comme suit :

-12 variétés de mollusque

-02 variétés de crustacés

-06 variétés de mille-pattes

Le processus de recensement des plates a relève 816 espèces, compris 15 protégées

-cèdre : couvre une superficie de 1200h et protège 237 variétés de végétale

-chêne vert : répartie sur une superficie de 10,400h qui couvre les hauteur entre 700m à 1200m .

- pin d'Alpe : type composé en abondance du cote sud et protège 135 espèces végétales

-chêne liège : limité sur le mont de tamezguida sur la cote humide à basse altitude entre 300m jusqu'à 450m. **(4 : 2017)**

III.2.1.6. La flore

La wilaya de médéa couvre en matière de flore plus du tiers du Parc National de Chréa qui offre une biodiversité certaine au niveau des deux atlas blidéen et tellien ainsi qu'une faune diversifiée en espèces vivantes **(Ali Yacine Sahnoun , 2012).**

III.2.1.7. La faune

La faune, elle, couvre l'une des parties les plus fragiles du Parc National de Chréa et abrite 48 espèces végétales. La région abrite une faune diversifiée en espèces vivantes. Les inventaires réalisés à ce jour ont dénombré un total de 394 espèces animales dont 49 sont protégées. Dans l'embranchement des vertèbres, on distingue 160 espèces, réparties comme suit : 119 espèces d'oiseau dont 30 sont protégées, 22 espèces de mammifères dont 10 sont protégées tel que le singe magot, endémique au Maghreb est protégé par décret (51 ; 58 et 59).7 espèces d'amphibiens, 9 espèces de reptiles, 3 espèces de poissons. Dans l'embranchement des invertébrés on a dénombrés 234 espèces, à savoir, 214 espèces

d'insectes et d'arachnides dont 9 sont protégées, 2 espèces de crustacés, 11 espèces de mollusques, 6 espèces de myriapodes. L'on trouve également 78 espèces de mammifères et d'arthropodes, 85 espèces arthropodiennes dont 53 sont spécifiques et 7 protégées **(Ali Yacine Sahnoun ,2012).**

III.2.1.8. Données climatiques en générale sur Médéa

III.2.1.8.1. Les températures de la région de Médéa

La saison très chaude dure 2,8 mois, du 17 juin au 11 septembre, avec une température quotidienne moyenne maximale supérieure à 28 °C. Le jour le plus chaud de l'année est le 3 août, avec une température moyenne maximale de 32 °C et minimale de 18 °C.

La saison fraîche dure 4,1 mois, du 17 novembre au 20 mars, avec une température quotidienne moyenne maximale inférieure à 16 °C. Le jour le plus froid de l'année est le 20 janvier, avec une température moyenne minimale de 1 °C et maximale de 11 °C. **http://Météo habituelle à Médéa Algérie**

III.2.1.8.2. Les précipitations de la région de Médéa

La saison connaissant le plus de précipitation dure 8,5 mois, du 12 septembre au 29 mai, avec une probabilité de précipitation quotidienne supérieure à 14 %. La probabilité de précipitation culmine à 25 % le 18 novembre.

La saison la plus sèche dure 3,4 mois, du 29 mai au 12 septembre. La probabilité de précipitation la plus basse est 2 % le 19 juillet. **http://Météo habituelle à Médéa Algérie.**

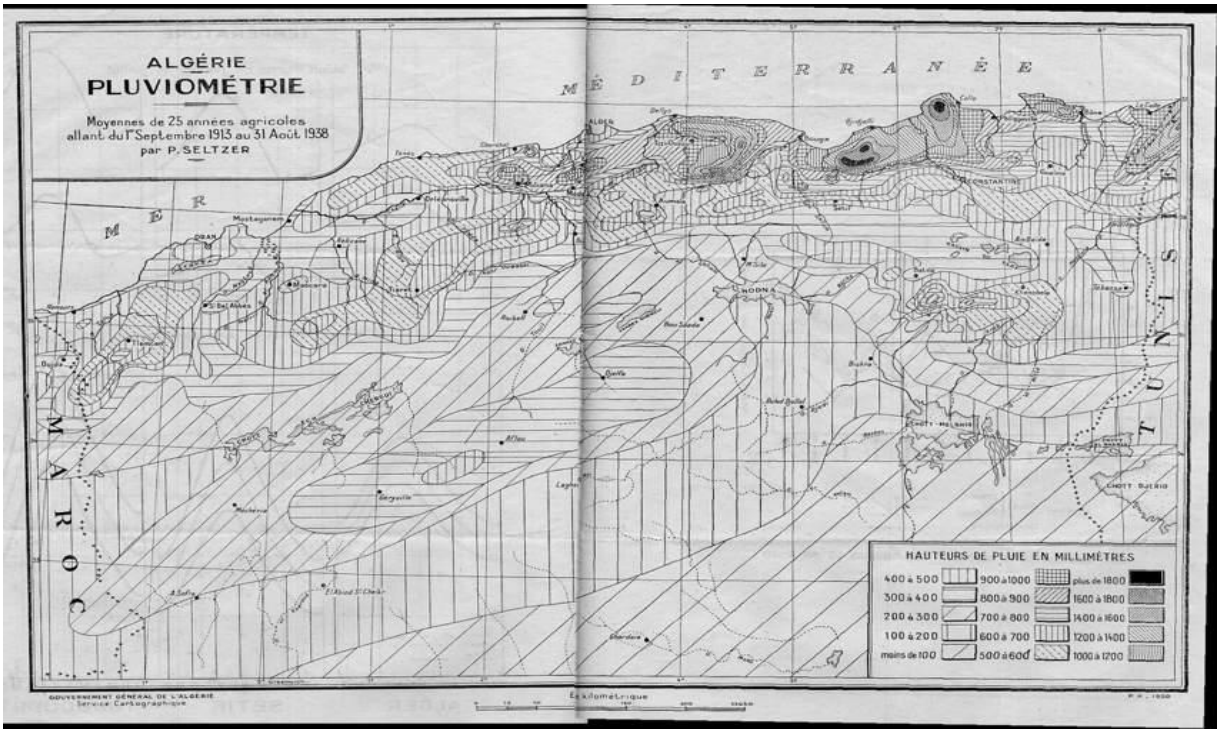


Figure 08 : Carte pluviométrique d'Algérie **(institut de météorologie et de physique du globe de l'Algérie)**

III.2.1.8.3. La neige de la région de Médéa

La quantité de neige sur une période glissante de 31 jours à Médéa ne varie pas considérablement au cours de l'année, restant à 1 millimètre de 1 millimètre tout au long de l'année. **http://Météo habituelle à Médéa Algérie**

III.2.1.8.4. Etages bioclimatiques

le climat de Médea dipose d'un climat méditerranéen semi contiental ,froird et humide en hiver ,tempéré au printemps et chaud et sec en été .Médea reçoit une quantité considérable de pluie atteignant 500mm par an,avec une moyenne de pluviométrie élevée,particulièrement en décembre, janvier et février.La neige quant à elle, recouvre régulièrement les hauteurs de Benchicao,située à une altitude de 1240mm**.(05 :2017)**

La différence entre nos stations d'études est selon le critère d'altitude et la formation végétale. Ou trois stations ont été prospectées celle de Berrouaghia avec une altitude de **1184 m**; Sidi Naamane **635 m** et Beni Slimane **584 m.**

Tableau 04 : Situation géographique des stations d'études

Stations	Longitude	Latitude	Altitude(m)	Emplacement de la station	Période
Médéa	2,7501	36.2675	981	36°16'3 Nord ,2° 45'0 Est	2009-2019
Berrouaghia	2,92	36,66	1184	36°39'36 Nord .2°55'12 Est	2009-2019
Sidi Naamane	3,12394	36,2151	635	36°12'54Nord 3°7'26 Est	2009-2019
Beni Slimane	3,30596	36,227	584	36°13'37 Nord 3°18'21 Est	2009-2019

III.3. Synthèse climatique

Le climat à Médéa se distingue par des caractéristiques dues à sa position sur les monts de l Atlas telline, de type méditerranéen caractérisé par un photopériodisme à la fois quotidien et saisonnier, par l'existence des précipitations concentrées pendant la saison froid et par des saisons thermiques nettement tranchées.

A l'aide du diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen et du climagramme pluviométrique d'Emberger, nous allons essayer de dégager certaines caractéristiques du climat de notre région d'étude à partir desquelles nous pouvons interpréter nos résultats du terrain.

III.3.1. Climagramme d'Emberger

L'indice d'Emberger permet la caractérisation des climats et leur classification dans l'étage bioclimatique. Cet indice est calculé par le biais du coefficient pluviométrique adopté par Stewart (**Bouaoune, 1996)** et obtenu par la formule qui suit :

$$\mathbf{Q_2=3,43(P / (M-m))}$$

Avec :

P : La pluviométrie annuelle (mm).

M : La moyenne des températures maximales du mois le plus chaud.

m : La moyenne des températures minimales du mois le plus froid.

La température moyenne minimale du mois le plus froid, placée en abscisses et la valeur du coefficient pluviométrique $\mathbf{Q_2}$ placée en ordonnées, donnent la localisation de la station météorologique choisie dans le climagramme.

Tableau 05: Donnes climatique des températures de la région de Médéa 2019-2020

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Aou	Sep	Out	Nov	Dec
Température(c°) Max	6,6	10,2	12,7	15,5	20,2	29,9	33,4	32,0	27,0	21,1	10,9	12,2
Température(c°) min	2,7	3,7	6,1	7,7	10,2	18,4	21,9	21,3	17,0	12,7	6,6	7,1
Température(c°) Moy	4,6	6,9	9,3	11,6	15,3	24,2	27,7	26,7	22,0	16,9	8,7	9,6

Tableau 06: Donnes climatique de précipitation de Médéa 2019-2020

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Aou	Sep	Out	Nov	Dec
Précipitation(mm) Max	179	33,01	62,0	69,08	21 ,9	0,0	18,0	11,68	71,62	25,0	166,1	44,9
Précipitation(mm) min	174,56	28,99	54,34	60,12	20,1	0,0	9,94	3,52	81,18	24,76	165,9	43,1
Précipitation(mm) Moy	176,78	31,0	68,17	64,6	21,0	0	13,97	7,6	71,40	24,88	166	44

Tableau 07 : Données climatique des vents de région de Médéa 2019-2020

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Aou	Sep	Out	Nov	Dec
Vent Max	19,4	13,4	14	15,8	15,3	15,6	16,5	13,9	15,1	13,9	21,9	17,7
Vent min	4,8	3,6	2	3,4	4,7	3,6	2,7	3,1	3,5	2,9	8,5	4,7
Vent Moy	12,1	8,5	8	9,6	10	9,6	9,6	8,5	9,3	8,4	15,2	11,2

Tableau 08 : Température et précipitations de l'année 2019/2020 Médéa

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Aou	Sep	Out	Nov	Dec
M. (° C.)	6,6	10,2	12,7	15,5	20,2	29,9	33,3	32,0	27,0	21,1	10,9	12,2
m. (° C.)	2,7	3,7	6,1	7,7	10,2	18,4	21,9	21,3	17,0	12,7	6,6	7,1
M. + m. / 2 (° C).	4,6	6,9	9,3	11,6	15,3	24,2	27,7	26,7	22,0	16,9	8,7	9,6
P (mm)	176,78	31,0	58,17	64,6	21,0	0	13,97	7,6	71,4	24,88	166	44

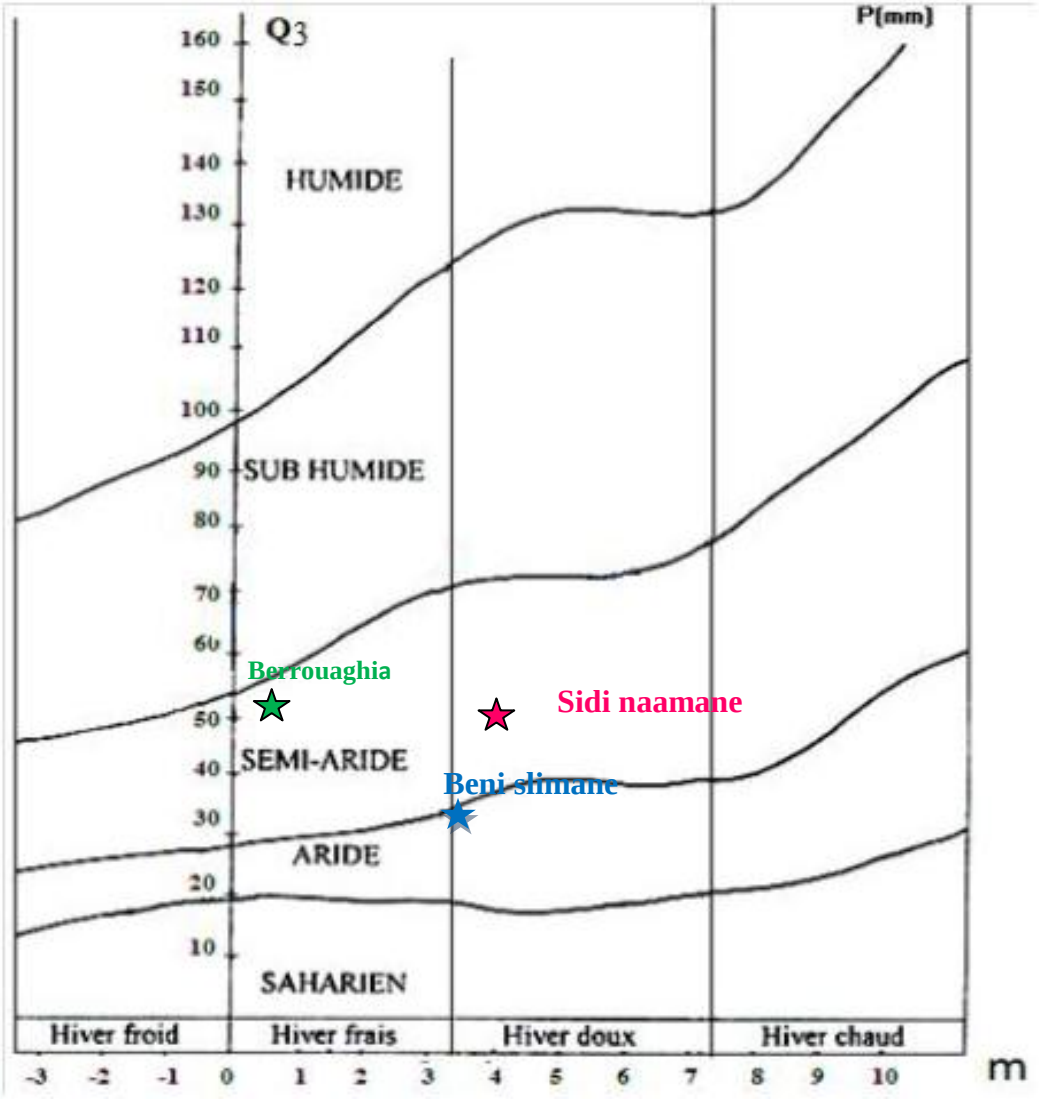


Figure 09 : Localisation de l'étage bioclimatique des 03 stations étudiées au niveau de la wilaya de Médéa sur le climagramme d'Emberger (2009-2019).

III.3.2. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen

Le diagramme Ombrothermique sert à refléter une image du climat. Selon Bagnouls et Gaussen (**Bouaoune, 1996)**.Le mois est défini comme étant sec lorsque la somme des précipitations moyennes (**P**), exprimées en millimètres (mm), est inférieure au double de la température de ce mois (P /2T).

Les précipitations mensuelles Médéa ont un régime typiquement méditerranéen avec un maximum en hiver et un minimum en été, et varient entre 176,78 mm et 11,68 mm en fonction de la région considérée (localisation géographique et I 'altitude) Cette distribution inégale des précipitations au cours du cycle annuel et l'alternance saison humide et saison sèche joue un rôle régulateur dans la croissance de notre espèce.

A Médéa le cumul des précipitations pour l'année 2019 est de 679,4 mm. Le mois le plus pluvieux est janvier avec 176,78 mm, suivi par novembre Avec 166 mm. Le mois le plus sec est juin avec 0 mm (Tableau n°06). La synthèse climatique s'accomplit de deux façons complémentaires. Elle implique la construction du diagramme ombrothermique de Gaussen (Figure n°12) et celle du climagramme pluviothermique d'Emberger. Nous avons définit l'étage bioclimatique pour notre région d'étude et qui se situe dans l'étage biocliamtique semi-aride à hiver frais pour les dix ans de 2009 à 2019 (figure 10). Cette distribution inégale des précipitations au cours du cycle annuel et l'alternance saison humide et saison sèche joue un rôle régulateur dans la croissance de notre espèce.

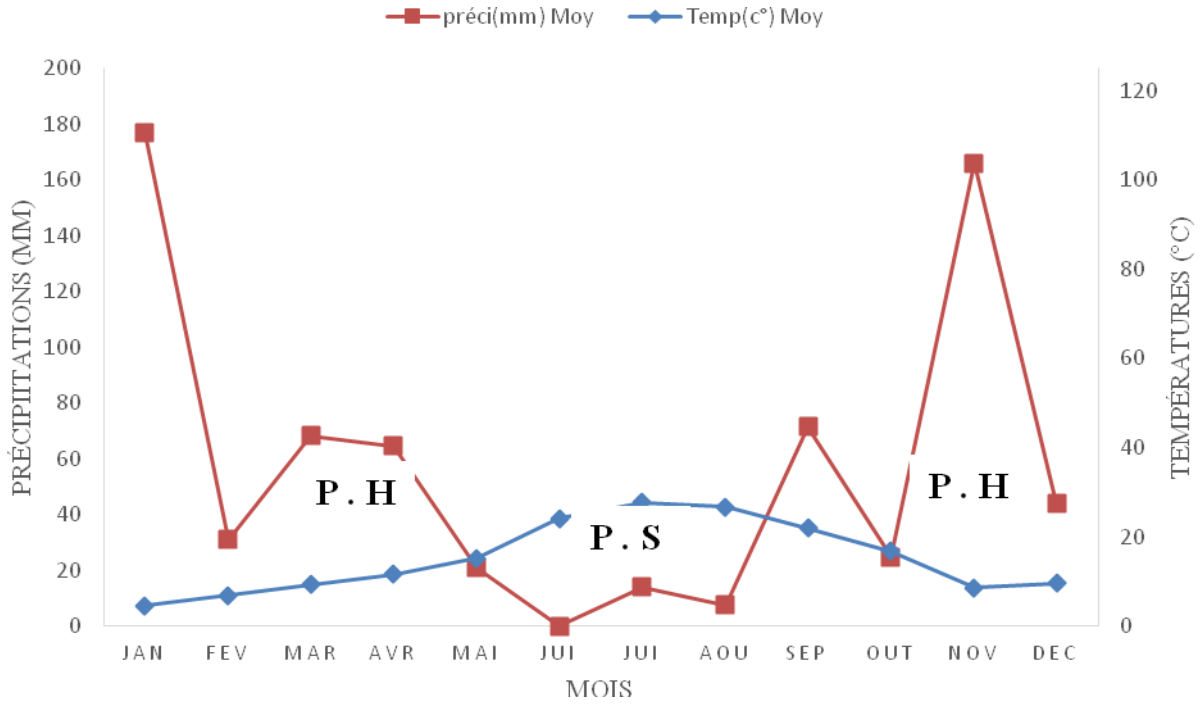


Figure 10: Localisation de l'étage bioclimatique selon le Diagramme Obrothérmique de Bagnouls et Gaussen des trois stations d'études durant l'année 2019.

Cette distribution inégale des précipitations au cours du cycle annuel et l'alternance saison humide et saison sèche joue un rôle régulateur dans la croissance de notre espèce.

III.4. Prélèvement des échantillons

Le matériel végétal utilisé dans cette étude est représentés par les feuilles, tiges et racines de *Marrubium vulgar* **(10g),** qui ont été récolté pondant les deux saisons d'études

hivernale et printanière dans trois stations différentes : Berrouaghia,à **1184 m** d'altitude, Sidi Naamane à **635 m** et Beni Slimane à **584 m**. Notre échantillons a été conservé dans des paquets de papier filtre.

	
Figure 11 : *Marrubium vulgare* au niveau de Berrouaghia (Originale, 2020)	**Figure 12 : feuilles de *Marrubium vulgare* au niveau de berrouaghia (Originale, 2020)**
	
Figure 13 : *Marrubium vulgare* au niveau de Sidi naamane (Originale, 2020)	**Figure 14 : feuilles de *Marrubium vulgare* au niveau de Sidi Naamane (Originale, 2020)**
	
Figure 15 : *Marrubium vulgare* au niveau de beni slimane (Original 2020)	**Figure 16 : feuilles de *Marrubium vulgare* au niveau de Beni Slimane (Originale, 2020)**

III.5. Extraction des à partir des tissus végétaux

L'extraction des a été menée, à quelques détails près, selon la méthode de (**Mroczek et *al,* 2000).** Le mode opératoire est le suivant : Une quantité suffisante des feuilles, tiges et racines de *M.vulgare* est récoltée et conservées dans des paquets de papier filtre. Ensuite séchées à l'air libre jusqu'à obtention d'une masse constante. Un suivi de la masse des feuilles, tiges et racines est assuré par pesée. Les tissus secs obtenus en sortie de l'étuve sont broyés à l'aide d'un broyeur électrique à hélices. Le broyage est effectué jusqu'à l'obtention d'une fine poudre. Les poudres obtenues sont conservées dans des paquets de papier filtre.



Figure 17: Séchage de la plante récoltée **(original).**

III.5.1. Extraction liquide/solide

L'étape d'extraction liquide/solide consiste à extraire les métabolites contenus dans la poudre du végétal à l'aide d'un solvant. Le solvant utilisé est le méthanol ou bien l'eau distillé.

► 10 g de poudre sont extraits séparément dans 100 ml de méthanol à l'aide d'un agitateur magnétique pendant 16h. Les phases liquides sont récupérées par filtration sur papier filtre. Les filtrats obtenus sont extraits une deuxièmes fois dans 100 ml de méthanol. Les filtrats issus de l'extraction d'une même partie de plante sont rassemblés.

Les extraits méthanoliques des feuilles, tiges et racines sont évaporés au Rotavapor à 40°C jusqu'à l'obtention du résidu sec. Le même principe est répété pour l'extraction liquide/solide en replaçant le méthanol par de l'eau distillée.

III.5.2. Etape de pré-purification

L'étape de pré-purification a pour but de faire précipiter les tanins et les substances chlorophyliennes. Chaque résidu est dissous dans 100 ml de méthanol. Une solution aqueuse de 200 ml d'acétate de plomb (50 ml d'extrait méthanolique + 50 ml de méthanol + 50 ml

d'eau distillée +50 ml d'acétate de plomb), la solution de l'acetate du plomb est réalisé à 10% avec de l'eau distillée (10 g de poudre d'acetate du plomb dans 100ml d'eau distilée). On réalise la filtration du mélange sur filtre plissé avec une pompe à vide. Le filtrat est récupéré, le précipité est éliminé.

Le même principe est répété pour cette étape en replaçant le méthanol par de l'eau distillée.



Figure 18 : Broyeur électrique



Figure 19 : Rotavapor



Figure 20 : Ampoule a décanter

III.5.3. Extraction liquide/liquide

150 ml de dichlorométhane (CH2Cl2) sont ajoutés à chaque filtrat obtenus a partir de l'étape de prépurification dans une ampoule à décanter. Le melange est agité vigoureusement dans l'ampoule à décanter jusqu'à la séparation des deux phases organique et aqueuse (Figure n) puis il est laissé à décanter. Une fois les phases aqueuse et organique séparées, on recueille la phase organique et on élimine la phase aqueuse. On note que dichlorométhane = 1,325 kg alors que (Eau + éthanol) < 1 kg, la phase organique se situe donc en dessous de la phase aqueuse.

Le dichlorométhane de chaque phase organique est évaporé au Rotavapor® à 35°C sous une hotte d'extraction de chimie, on obtient un résidu sec dans chaque ballon. Chaque résidu est redissout dans 20 ml de méthanol puis le mélange est transvasé dans un plus petit ballon et évaporé au Rotavapor à 35°C sous une hotte d'extraction de chimie. On obtient, à nouveau, un résidu sec.

Le même principe est répété pour l'extraction liquide/liquide en replaçant le méthanol par de l'eau distillée.

III.6. Etude de l'activité anti -fongique

En raison de la pandémie du Covid 19 qui a touché le monde entier et l'Algérie en particulier et suite à la fermeture du laboratoire pédagogique de science de la faculté SNV de l'université Yahia Farés de la Wilaya de Médéa nous n'avons pas achevé cette partie d'étude expérimental, cependant et dans le cadre de la réalisation de notre travail, nous avons préparé les extraits aqueux et méthanoliques à base de notre plante d'étude pour les 03 stations, d'étude,néaumoins ca n'empêche pas de montrer notre protocole expérimentale.

Nous sommes intéressés à l'étude de l'activité fongicide des feuilles, tiges et racines du *M.vulgare* en supposant que les composés de cette plante ayant des propriétés anti fongique.

Nous avons voulu tester l'effet fongicide des extraits des feuilles, tiges et racines du *M.vulgare* par la méthode de diffusion en milieu gélosé, le choix de notre étude s'est porté sur *Fusarium oxysporum* ,prévenant du laboratoire de Microbiologie du département la faculté des Sciences de Nature, Vie et de la Terre de l'Université d'Akli Mouhand Oulhadj de Bouira

l'objet de nos expériences ont été réalisé au laboratoire du département de Sciences de La Nature et de La Vie ,Faculté des Sciences de l'Université de Yahia Fares de Médéa.

III.6.1. Mode opératoire

III.6.1.1. Préparation des dilutions

On a utilisé la méthode de dilution car elle est consistée à ajouter à un volume donnée du produit (extrait méthanolique et aqueux) un même volume d'eau distillée stérile et ainsi de suite pour les dilutions suivantes.

III.6.1.2. Ensemencement des boites de gélose

On trempe un écouvillon stérile dans la suspension d' *Fusarium oxysporum* puis on étale en stries sur une boite de Pétri stérile avec un milieu gélosé PDA coulée précédemment tournant horizontalement à 60°C pour couvrir toute la surface.



Figure 21 : préparation des boites pétri (PDA+l'extrait)

III.6.1.3. Application des disques buvards

Les disques absorbants stériles d'environ 6 mm de diamètre sont imprégnés d'une dose connue des extraits aqueux (100%, 75%, 50%, 25%) puis déposés à l'aide d'une pince stérile au milieu de la boite, cultivée par le germe, une deuxième boite sert comme témoin (boite ensemencée par le germe et sans disque). On identifie les différentes boites et on les porte à l'incubateur à 37°C pendant 18 à 24h pour les bactéries et 48h pour les levures à 25°C

III.6.2. La lecture

Après le temps d'incubation, on récupère toutes les boites et ensuite on procède à la lecture par un appareil de la lecture des zones d'inhibitions, qui consiste à mesurer le diamètre des zones d'inhibition en millimètres

III.6.3. Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI)

Après ensemencement et incubation, la CMI sera représentée par la concentration à partir de laquelle aucune colonie n'est observée. Donc le but de la CMI consiste à déterminer la plus faible concentration d'extrait aqueux inhibant la croissance des germes. (Citer précédemment) et la mesure des diamètres des zones d'inhibition.

CONCLUSION

Conclusion

Parmi les contraintes qui pèsent sur l'agriculture, les maladies provoque par les bactéries, les champignons et les virus, regroupés sous le terme de phytopathologie, rendent nécessaire le développement des méthodes de lutte efficace, à fin délimiter les dégâts et donc les pertes qui ils occasionnent.

Le présent travail est axé sur la recherche des substances biologique (des extraits méthanolique et aqueux) de différent organes de *marrubium vulgare .L* afin d'evaluer évaluer leur activité antifongique sur *Fusarium oxysporum.*

La préparation des extraits aqueux et méthanolique de *Marrubium vulgare .L* été a partir des déférents organes de la plante (feuilles, tiges, et racines) au niveau de trois localité dans la wilaya de Médéa (Berouaghia, Sidi naamane, Beni slimane)

L'étude de l'étape pré-purification de *marrubium vulgare .L* été réalisé pour la détermination la précipitation des composants chimiques dans l'extraits afin de connaitre la partie de plante montrant (les tanins et les substances chlorophyliennes).

L'étude antifongique réalisé par la méthode de la diffusion en milieu gélosé , déterminé par le CMI qui consiste à connaitre la plus faible concentration d'extrait aqueux ou méthanolique inhibant la croissance des germes phytopathogénes,et la mesure des diamètres des zones d'inhibition.

En raison des fermetures des laboratoires universitaires comme mesure de prévention contre la pandémie COVID-19, Ce travail n'à pas pue être achevé de ce fait les résultats reste préliminaires, il serait donc intéressant de poursuivre les investigations sur cette plante.

ANNEXES

ANNEXE n°01 : le matériel utilisé lors de l'expérimentation

L'appareillage :

- Une balance électrique.
- Plaque chauffante.
- Agitateur.
- une étuve.

Verrerie :

- Tube à essai.
- Papier aluminium.
- Flacon.
- Bécher.
- Des boit de pétri.
- Spatule

Réactifs :

- L'eau de javel.
- Méthanole
- CH_2Cl_2

ANNEXE n°02 : Matériel végétale

	
Figure n°10 : *Marrubium vulgare* au niveau de Berrouaghia (Originale, 2020)	**Figure n°11 : feuilles de *Marrubium vulgare* au niveau de berrouaghia (Originale, 2020)**
	
Figure n°12 : *Marrubium vulgare* au niveau de Sidi naamane (Originale, 2020)	**Figure n°13 : feuilles de *Marrubium vulgare* au niveau de Sidi Naamane (Originale, 2020)**
	
Figure n°14 : *Marrubium vulgare* au niveau de beni slimane (Original 2020)	**Figure n°15 : feuilles de *Marrubium vulgare* au niveau de Beni Slimane (Originale, 2020)**

ANNEXE n°03 : les apparais utilisée



Routa-vapeur



Broyeur électronique

ANNEXE n°04 : milieux de culture utilisée

Milieu PDA :

la composition du milieux est comme suit :

-200g de pomme de terre.

- 20g de Glucose.

-20g de Gélose.

-1000 d’eau distillée

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Achouri.L et Abbas.S.,(2016), contribution à l'étude du potentiel biologique d'une plante médicinale du genre Marrubium. Mémoire, spécialité biochimie et biologie moléculaire. Université de Larbi Tébessi -Tébessa- .49P

2. Agrios G.N. 2005. Plant Pathology. Fifth Edition, Elsevier Academis Press, California 92101, 524-539.

3. Agrios, G.N. (1997) Control of Plant Diseases. In: Plant Pathology, 4th Edition, Academic Press, San Diego, 200-216.

4. Al-Bakri AG, Afifi FU. 2007. Evaluation of antimicrobial activity of selected plant extracts by rapid XTT colorimetry and bacterial enumeration. J Microbiol Methods. Jan;68(1):19-25.

5. Ali.Youssef 2006, Plants médicinales de Kabylie. Ed : Ibis press (Paris), P : 349,2006

6. Aouadhi S., 2010: mémoire Atlas des risques de la phytothérapie traditionnelle étude de 57 plantes recommandées par les herboristes.

7. Aouati, A., (2016). Etude de la toxicité de certaines plantes sur les larves de culex pipiens (Diptera, Culicidae). Thèse de doctorat. Science agronomique. Université Freres Mentouri. Faculté Science de la nature. Algerie. 150p

8. Appel Di.et Gordon, T.R., 1996. Relationships among pathogenic and nonpathogenic isolates of *Fusarium oxysporum* based on the partial sequence of the intergenic spacer region of the ribosomal DNA. Molecular Plant-Microbe Interactions 9: 125-138.

9. Armstrong, GM. Armstrong, JK.1981. "Formaespeciales and races of *Fusarium oxysporum* causing wilt diseases", in: Nelson, P.E., Toussoun, T.A. and Cook, R.J. (Eds.) *Fusarium*: Diseases, Biology, and Taxonomy, The Pennsylvania State University Press, University Park, PA, USA: 391-399.

10. Asadi-Samani, Majid. Kafash-Farkhade, Najme. Azimi, Nafiseh. Fasihi, Ali. Alinia-Ahandani, Ebrahim. Rafieain-Kopaei, Mahmoud. Medicinal plants with hepatoprotective

activity in Iranian folk medicine. Asian pacific journal of tropical biomedine, 2015, 5(2) 146-157.

11.Ashkenazy et al., 1983 , The furocoumarin composition of Pituranthos triradiatus, Journal of Medicinal Plant Research47, 218-220, 1983

12. Assigbetse K. B., 1993. Pouvoir Pathogène et diversité génétique chez *Fusarium oxysporum f. sp. vasinfectum* (Atk) SN. Et H.: Agent de la fusariose du cotonnier. Tèse de Doctorat. Université de Montpellier II, Paris: 23p .

13. Baayen R. P, J. F. Demmink, L. D. Sparnaaij, 1989. Evaluation of the virulence of races 1, 2 and 4 of Fusarium oxysporum f.sp. dianthi in carnationEuphytica volume 42, pages55–63.

14. Beckman, C. H. 1987. **The** Nature of Wilt Disease of Plants. The American Phytopathological Society, St. Paul, MN.

15. Bellakhdar, 1997. Médecine Arabe Ancienne et Savoirs Populaires, La pharmacopée marocaine traditionnelle. Ed. Le Fennecet Ibio Press, impression : Dunes France. p 341.

16. Benchabane, M., 2005. « Caractérisation des effets d'antagonisme microbienne et de promotion de la croissance végétale de souche de Pseudomenas spp. Fluorescents », Thèse de doctorat d'Etat, FSB-UTHB, Alger, 235 p

17. Ben Chaima B., 1991. Contribution à l'étude du *Fusarium oxysporum* (Schlect) emend SNYDER HANS f.sp. lentis agent du flétrissement de la lentille. Pathogénéicitéetcomportementvariétal. Thèsed'ingénieur en agronomie, université de Cheliff ; 67 p.

18. Bendrisse, H., (2003). Valorisation des extraits de plantes aromatiques et médicinales de « Ruta chalepensis et Marrubium vulgare ». Mémoire Magister en Génie des procédés : Chlef. Génie chimique, Université Hassiba Benbouali, 133p.

19. Benghanou, M., (2012). La phytothérapie entre la confiance et méfiance. Mémoire professionnel infirmier de la sante publique, science biologique institut de formation paramédical CHETTIA (Alger), 56p.

20. Benhamou, N., and C. Garand. 2001. Cytological analysis of defense-related mechanisms induced in pea root tissues in response to colonization by the non-pathogenic *Fusarium oxysporum*, strain Fo47. Phytopathology 91**:**730-740.

21. Benoît Bock & al, 2019 REVUE / Le Journal de Botanique n°87 de la Société Botanique de France est sorti en septembre 2019.Société Botanique de France, l'association nationale des botanistes français depuis 1854.

22. Berrougui H. Isabelle M. Cherki M. Khalil A. (2006). Marrubium vulgare extract inhibit human-LDL oxidation and enhances HDL-mediated cholesterol efflux in THP-1 macrophage. Life Sciences. 67, pp : 105-112.

23. Bersali et Boufellah, 2018. Etude de l'effet de d'antagonisme des souches Pseudomonas fluorescents sur la fusariose vasculaire du pois

24.Bishop, C.D. and Cooper, R.M. (1983a) An ultrastructural study of vascular colonization in three vascular wilt diseases I. Colonization of susceptible cultivars. Physiol. Plant Pathol. 23, 323– 343.

25. Bishop, C.D. and Cooper, R.M. (1983b) An ultrastructural study of root invasion in three vascular wilt diseases. Physiol. Mol. Plant Path. 22, 15– 27.

26. Bloomberg W. J., 1976. Distribution and pathogénéicity of *Fusarim oxysporum* in forest murseries soil.Phytopathology. 109: 289-294.

27. Bonnier G. (1990). La Végétation de la France, Flore Complète. Tome 09. Suisse et Belgiqu. Paris. 472, pp : 25-26.

28. Booth, C. (1971) Fusarium Laboratory Guide to the Identification of the Major Species. The Common Wealth Mycological Institute, Kew, 237 p.

29. Bouaoune D., 1996 - contribution à l'étude floristique des étages de végétation de l'Atlas Blideen (phytoécologie, phytosociologie et déterminisme climatique).thèse de magister .USTHB. pp : 26.

30. Bouhot, D., and Billotte, J. M. (1964). Recherches sur l'écologie des champignons parasites dans le sol. II. Choix d'un milieu nutritif pour l'isolement sélectif de Fusaruim exosporum et Fusarium Solani su sol Anne Epiphyt .15,45-55.

31. Boukef M.K., 1986. Médecine Traditionnelle et Pharmacopée, Les plantes de la médecine traditionnelle tunisienne, Agence de Coopération Culturelle et Technique. Paris. France. pp.163-164.

32. Bouterfas, Karim. Zoheir, Mehdadi. DJamel, Benmansour. Meghite ,BoumedienKhaled. Mohamed, Bouterfas. ALI, Latreche. Optimization of Extraction Conditions of Some Phenolic Compounds from White Horehound (MarrubiumvulgareL.) Leaves.International Journal of OrganicChemistry 2014 292-308.

33. Boutlelis, djahra ali. Etude phytochimique et activité antimicrobienne, antioxydante, antihépatotoxique du Marrube blanc ou *Marrubiumvulgare*L. Thèses doctorat. universitebadjimokhtarannaba, 2014.

34. Botton, B. ; Breton, A. ; Fevre, M. ; Guy, PH. ; Laprent, J. P. et Veau, L., 1985.Moisissures utiles et nuisibles. Importance industrielle. Ed. Masson, 364 p.

35. Bouzourene S. 2015 teneure en flavonoide et activité antifongique et antiproliférative de l'extrait méthanolique du marrube blanc, projet de fin d'étude. Université sidi mohamed ben ABDELLAH

36. Brunton, J., (2001). Pharmacognosie, Substances végétales d'Afrique d'Orient et d'Occident. 3éme édition, Tec et Doc. Paris Librairie moderne Rouiba, 46p.

37. Burcu, Bayir. Hatice, Gündüz. Tuba, Usta. Esma, Şahin. Zeynep, Özdemir.Ömer, Kayır. Özkan, Şena. HÜseyne, Akşita. Mahfauz, Elmastasa. Ramazan, Erenler. Chemical Composition of Essential Oilfrom MarrubiumVulgare L. Leaves. Journal of new results in science, 2014,6 44-50.

38. Cantino P. D and Sanders R.W (1992). Subfamilial classification of Labiateae. *Syst. Bot*. 11: 163-185.

39. Champion. R., 1997. Identifier les champignons transmis par les semences INRA, Paris, 108p.

40. Chet., 1993. « Biotechnology in plant disease control », Wiley & Sons, New York, 373 p.

41. Çitoğlu G.S. and Aksit F. (2002), Occurence of marrubiin and ladanein in Marrubium trachyticum Boiss. from Turkey. Biochem Syst Ecol, 30:885–886

42. Connolly, J D. Hill, R A. **1984** dictionnary of terpenoids.Chapman et hall, p 1.

43. Corbaz, R., 1990. Principe de phytopathologie et de lutte contre les maladies des plantes. Ed. presse phyto technique et universitaire, Paris, 650p.

44. Correll J. C.,Puhalla J.E. et Shneider R.W., 1986. Identification of *Fusarium oxysporum* f. sp. *apii* on the basis of colony size, virulance, and vegetative compatibility.Phytopathol., 76 : 396-400.

45. Coyen C.J.,Inglis D.A., Whitehead S.J., Muehlbauer F.J., 2000. Chromosomal location of Fwf in pea.PisuDim Genetics, 32 : 20-22.

46. Criquet et Calvert., 1997. Planche de TP du phytopathologie, 03p.

47. Dickinson 1932 urn:lsid:marinespecies.org:taxname:211718 WoRMS taxon details of *Codium stephensiae*

48. Di Pietro A., Madrid MP., Caracuel Z., Delgado-Jarana J. and Roncero MIG., 2003.*Fusarium oxysporum*: exploring the molecular arsenal of a vascular wilt fungus.Molecular Plant Pathology4, 315–25.

49. Di Pietro, A., Garcia Maceira, F.I., Meglecz, E. and Roncero, M.I.G. (2001a) A MAP kinase of the vascular wilt fungus Fusarium oxysporum is essential for root penetration and pathogenesis. Mol. Microbiol. 39, 1140– 1152.

50. Dib, S. & Bouteldji M, R., (2017). Effets insecticides de l'extrait des feuilles du Marrubium vulgare L. (Marrube blanc) sur le puceron Aphis nerii (Homoptera : Aphididae). Mémoire, spécialité santé des plantes. Univ : AMOB. Fac.SNV.ST. DEP. AGR. 53p.

51. Dilip K. Arora., 2003. Fungal Biotechnology in Agricultural,. CRC Press, 2003.

52. Djahra Ali Boutelis, (2010) Etude photochimique et activité antimicrobienne, antioxydant, anti hépatotoxique du marrube blanc ou Marrubium vulgare L. thèse : Doctorat : Université Badji Mokhtar, Annaba

53. Duniway,J. 2002. Status of chemical alternatives to methyl bromide for preplant fumigation of soil Journal of Phytopathology, 92 pp. 1337-1343.

54. Edel V., Steinberg C., Gautheron N., Recorbet G. and Alabouvette C.,1995. Comparaison of 3 molecular methods for the charactérization of Fusarium oxysporum strains.Phytopathologie., 85 : 579-585.

55. Francisco Javier Fernández Acero, * María Carbú, Mohamed Rabie El- Akhal, Carlos Garrido, Victoria E. González-Rodríguez, and Jesús M. Cantoral ., 2014. « Proteomic Advances in PhytopathogenicFungi », Current Proteomics, vol. 4, no2, 2014, p. 79-88 (ISSN ISSN : 1570-1646, DOI **.**

56. Giller, K.E. and Cadisch, G., 1997. Future benefits from biological nitrogen fmation: an ecological approach to agriculture. Plant **Soil,** 174 255-277.

57. Gindrat, D. 1969. Les principaux champignons parasites de la f6verole. Rev. Suisse Agric. 1: lll-115.

58. Goth R. W., 1981. Sources and genetics of host resistance in vegetable crops. In : Mace M.E., Bell A.A., Beckman C.H., Fungal wilt disease of plants. Academic Press, New York, 377-411.

59. Gregoriz.I et al.,2013., Iatrou. FOTINI, Llamari.GIORGOS, Dimitrellos. TSAKIRI, Maria.

60. Griffin, D. M., 1970. Ecology of soil fungi. Ed. Syracus. University press, P193.

61. Grifiths, B.S., Ritz, K. and Glover, L.A., 1996. Broad-scale appraoches to the determination of soil microbial community structure: application of a community DNA hybridization technique. Microbial Ecol., 31: 269-280.

62. Guezlane, A. 1976. Essais de caractérisationenzymatique des *Fusarium* par éléctrophorèse. Catabolisme auxinique et virulence chez deux isolats de *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi* (Prill. Et Del). Thèse de Doctorat.Faculté des sciences de l'Université d'Aix Marseille II.

63. Guillaumin, J.J., Chillali, Ighili-Idder, H., Mohammed, C., Escarmant, B.l., et Botton, 1998. « in the ITS and IGS region of ribosomal DNA among the biological species of European Armillaria », Mycol. Res., 10(2), 533-540.

64. Haglund WA. et Kraft JM. ,1970. *Fusarium oxysporum* f.sp.*pisi* race 5. Phytopathology 60, 1861-1862.

65. Henni, JE. 1998. Morphologie, pouvoir pathogène et diversité génétique chez *Fusarium oxysporum f.sp lycopersici*. Thèse de Doctorat d'état. Université d'Oran. p.171.

66. Henni, JE. Boisson, C. Geiger, JP. 1994. Variabilité de la morphologie chez *Fusarium oxysporum* f.sp *lycopersici*. Thèse de Doctorat en science de la nature (Phytopathlogie), Phytopathmedit.51-58.

67. Hoffmann, Laurent 2013. Étude de métabolisme des phénylpropanoïdes. Thèses doctorat. Université louis pasteur Strasbourg I,

68. Huang,D ; Ou,B, Prior,R,2005. The Chemistry behind Antioxidant Capacity AssaysApril 2005 Journal of Agricultural and Food Chemistry 53(6):1841-56 .

69. Huebbeling N (1974) Testing for resistance to wilt and near wilt of peas caused by race 1 and 3 of Fusarium oxysporum f pisi. Medd Fakult Landbouw-wetenschappen-100

70. Iserin.P, 2001. Larousse des plantes médicinales. Andrew chevallier .2001, p 10 14 15

71. Isren, P., Masson, M., Restllini, J. P., Ybert, E. de Laage de Meux, A., Moulard, F., Zha, E. de la Roque, R. de la Roque, O., Vican, P. Deelesalle –Feat, T. Biaujaud, M., Ringuet, J., Bloth, J., Botrel, A., (2001). Larousse des plantes médicinales : identification, préparation, soins. 2éme édition de VUEF, Hong Kong: 335p.

72. Jim Deacon., 2014. « Chapter 14 : Fungi as plant pathogens». Blackwell Publishing, 2005 (consulté le 4 octobre2014).

73. Judd W.S., Campbell C.S., Kellogg E.A., Steven P., 2002. Botanique systématique: Une perspective phylogénétique. 1ere Ed : Paris et Bruxelles. pp. 369-384.

74. Kraft J. M., 1995. Fusarium wilt of peas (a review). Agronomie, 14: 561–567.

75. Kraft J.M. et Pfleger F.L., 2001. Compendium of Pea Diseases, 2nd ed., APS Press, St. Paul, MN, USA.

76. Kraft J.M., 1994. Fusarium wilt of pea (a review). Agronomie14 : 561-567.

77. Kraft JM, Muehlbauer FJ, Cook RJ, Entemann FM (1974) The reappearance of common wilt of peas in eastern Washington. Plant Dis Rep 58, 62-64.

78. Kraft, J.M., and W.A.Huglund.1978.A Reappraisal of the race classification of Fusarium oxysporum f.sp.pisi. Phytopathology 68: 273-275.

79. Krief, Sabrina .Métabolites secondaires des plantes et comportement animal.Thèses doctorat. Muséum national d'histoire naturelle Paris, 2004.

80. Kroes, R., Galli, C. L., Munro, I., Schilter, B., Tran, L.-A., Walker, R., and Würtzen, G. (2000). Threshold of toxicological concern for chemical substances present in the diet: a practical tool forassessing the need for toxicity testing. Food Chem. Toxicol. 38, 255–312.

81. Lagopodi ,A.Arthur ,R. Gerda, L. Guido,V.Bloemberg .,2002. Novel Aspects of Tomato Root Colonization and Infection by Fusarium oxysporum f. sp. radicis-lycopersici Revealed by Confocal Laser Scanning Microscopic Analysis Using the Green Fluorescent Protein as a Marker.

82. Lhoste J. 1989. Le grand livre de la phytothérapie. Editions conseil.

83. Linford, M.B.1928. A Fusarium wilt of Peas in Wisconsin. Wis. Agric. Exp. Stn. Bull. 85:44pp (Mac Hardy et Beckman, 1981).

84. M.Rombi., R.Dominique. 2007, 120 plantes médicinales : composition, mode d'action et intérêt thérapeutique. Ed : Alpen, P : 527

85. Malcky, Mostafa. **2008.** The metabolism of terprenoides in caprins.Thèses doctorat.Life

Masoodi M. H. Ahmed B. Zargar I. M. Khan S. A. Khan S. and Singh P. (2008). Antibacterial activity of whole plant extract of Marrubium vulgare. African J Biotechnol, pp 86-87

86. Matkowski A., Piotrowska P., 2006. Antioxidant and free radical scavenging activities of some medicinal plants from the Lamiaceae. Fitoterapia. 77: 346-353.

87. Maaroufi, N. I., Nordin, A., Hasselquist, N. J., Bach, L. H., Palmqvist, K., and Gundale, M. J. (2015). Anthropogenic nitrogen deposition enhances carbon sequestration in boreal soils. *Glob. Chang. Biol.* 21, 3169–3180. doi: 10.1111/gcb.12904.

88. Messiaen, C. M., Blancard, D., Rouxel, F. etLafon, R., 1991. Les maladies des plantes maraîchères, INRA, Paris (3ème édition), pp: 291-305.

89. Messiaen, CM. Cassini R. 1968. Recherchessur les *Fusarium*, La systématique des *Fusarium* .Tome. (19):396-454.

90. Messiaien, CM. Cassini, R. 1968-1981. Taxonomy of *Fusarium.* In*"Fusarium* Diseases, Biology and Taxonomy", Ed Nelson P.E., Tousson T.A. et KOO K, R, J. The Pennsylvania State University Press (37): 427-445.

91. Merouane A., Noui A., Medjahed H., Nedjari Benhadj Ali K., Saadi A. (2014). Activité antioxydante des composés phénoliques d'huile d'olive extraite par méthode traditionnelle. International Journal of Biological and Chemical Sciences. 8 (4): 1865-1870.

92. Meyre et al. (2005). Analgesic potential of marrubiin derivatives, a bioactive diterpene presentin Marrubium vulgare (Lamiaceae). Farmaco. pp 321–326.

93. Michielse, CB. Rep, M. 2009. Pathogen profile update: *Fusarium oxysporum.* Molecular Plant Pathology, 10 (3): 311-324.

94. Molot, P. M. et Mas., 1975. Influence de la température sur la Croissance mycélienne et la pouvoir pathogène des quatre races physiologiques de *Fusarium oxysporum f.sp. melonis*.

95. Mroczek,T. Glowniak,K. and Hajnos.M. Screening for pharmaceutically important taxoids in Taxus baccata var. Aurea corr. with CC/SPE/HPLC-PDA procedure. Biomedical Chromatography, 14(8) :516–529, 2000.

96. Nait Said, Nadia.2007 Étude phytochimique des extraits chloroformiques des plantes: pituranthoschloranthus et marrubiumvulgare. Magisrer. Université El-Hadj Lakhdar Batna,

97. Nelson, EB 1991. «Les moléculesd'exsudatinitiant la réponse fongique aux graines et aux racines», dans La rhizosphère et la croissance des plantes , éditions DL Keister et PB Cregan (Dortrecht: Kluwer), 197–209.

98. Nelson, PE. Toussoun, TA. Marasas, Wfo. 1983. *Fusarium* species. An Illustrated Manual for Identification.Pennsylvania State University Press, University Park, PA.

99. Nelson,P.Tousson,T ,A et Cook,P,J,K., 1981. Fusarium species. An illustrated Taxonomy.Penn.Stat.Uni.Press.,457p.

100. Nelson,P.Tousson,T ,A et Cook,P,J,K., 1981. Fusarium species. An illustrated Taxonomy.Penn.Stat.Uni.Press.,457p.

101. Olivain,C.Alabouvette,C.1999.Process of tomato root colonization by a pathogenic strain of *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* in comparison with a non pathogenic strain New Phytologist 141(3):497 – 510.

102. Pageau D, F. P., 2009. Fusariose : réduire les risques aux champs!présentationlors de la journée d'information sur les mycotoxines P7..

103. Pal, K.K. and B. McSpadden Gardener (2006). Biological Control of Plant Pathogens. The plant Health Instructor.

104. Pavela, R., (2004). Insecticidal activity of certain medicinal plants, *Fitoterapia*., Vol. (75) :745–749p.

105. Pereira,H. M. S. Ferrier, M. Walters, G. N. Geller, R. H. G. Jongman, R. J. Scholes, M. W. Bruford, N. Brummitt, S. H. M. Butchart, A. C. Cardoso, N. C. Coops, E. Dulloo, D. P. Faith, J. Freyhof, R. D. Gregory, C. Heip, R. Höft, G. Hurtt, W. Jetz, D. S. Karp, M. A. McGeoch, D. Obura, Y. Onoda, N. Pettorelli, B. Reyers, R. Sayre, J. P. W. Scharlemann, S. N. Stuart, E. Turak, M. Walpole, M. Wegmann.,2013 Science-Essential Biodiversity Variables in Practice.

106. Ploetz R C. 2001. Diseases of tropical crops caused by Fusarium spp. P. 295-309. In: Fusarium: Paul E. Nelson Memorial Symposium. Summerell BA, Leslie JF, Blackhouse D, Bryden WL. eds. The American Phytopathological Society, St Paul, MN.

107. Popovici et al., 2009. Evaluation de l'activité antioxydant des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH. Revue de génie industriel. 4 : 25-39.

108. Quezel P. Santa. S. (1963). La nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques mérionales. Tome II, Ed : CNRS. Paris. p 360-361.

109. Quezel, F et Santa, S., (1963). Nouvelle Flore de L'Algérie et des Régions Désertiques Méridionales, Vol. 1-2, 801-802, Ed. CNRS, Paris France.

110. Raynaud, J., (2007). Prescription et conseil en phytothérapie. Ed. Tec & Doc. 215p.

111. Rigano D, formisano C, et al 2006. Antibactérial activity of flavonoids and phenylpropanoids from marrubium globosum ssp . libanotucum phytother Res. 2006 Dec 21 ;[Epub ahead of print]. Res, 21 : 395-397

112. Rigano D., Apostolidse A. N., Bruno M., Formisano C., Grassia A., Piacente S., Piozzi F., Senatore F., (2006). Phenolic compounds of *Marrubium globosum ssp. libanoticum* from Lebanon. *Biochemical Systematics and Ecology.* 34: 256-260p.

113. Rodríguez-Gálvez. E, Mendgen. K 1995. The intreaction betwenn *Fusarium oxysporum* and Cotton Protoplasma 189(1-2).

114. Roux, Danielle. odille Catier **2007**. Botanique pharmacognosie phytothérapie.wolterskluwer, p 9 67 74 75 89 90 72 73 73 111**.**

115. Sanaz.H ,Oladipupo A. Lawal, Isiaka A. Ogunwande, Moses S. Owolabi, Abdullatif O. Giwa-Ajeniya, Adeleke A. Kasali, Fausat A. Abudu, Adetayo A. Sanni and Andy R. Opoku,2014 Comparative analysis of essential oils of *Citrus aurantifolia* Swingle and *Citrus reticulata* Blanco, from two different localities of Lagos State, Nigeria ,American journal of Oil and naturel products .

116. Schlempher et al. 1996 « Antispasmodie effects of hydroalcoholic extract of Marrubium vulgare on isolated tissues » Phytomedecine, 3 (2), 211-216.

117. Schlempher V (1996). « Antispasmodie effects of hydroalcoholic extract of Marrubium vulgare on isolated tissues » Phytomedecine, 3 (2), 211-216.SciencesParis,

118. Seghiri, Ramdane.**2000** Recherche et détermination structurale Des métabolites secondaires du genre *centaurea*: *c. africana*, *c. nicaensis*. Thèses doctorat. Universités Mentouri Constantine.

119. Sexena. D. R and Khare M.N., 1988. Factors influencing vascular wilt of lentil.Ind.Phytopathol.41:69-74.Synder, WC. Hansen, HN. 1940. The species concept in Fusarium American Journal of Botany.(27): 64-67.

120. Synder, Wc. Hansen, Hn. 1945. The species concept in *Fusarium* with reference to discolor and other section. Am. J. Bot. (27): 738-742.

121. T.Cecchini ., B.Ticli,2008, Les plantes médicinales. Ed : De Vecchi, P : 192-193.

122. Tivoli, B.,1988. Guide d'identification des différentes espèces ou variétés de Fusarium rencontrées en France sur la pomme de terre et dans son environnement. Agronomie 8 (3): 211-222. to a non pathogenic strain, New Phytol., 141: 497-510.

123. Tousson, TA. Nelson, PE. 1968-1976. A pectorial guide to the identification of Fusarium species. The pennsylvana state University Parck and London.51 p.

124. Turrà,D, Mennat.,G, Rossi,F, di Pietro,A.,2015. Fungal pathogen uses sex pheromone receptor for chemotropic sensing of host plant signals.

125. Vaartaja,O ., 1952.The Relationship of Fungi to Survival of Shaded Tree SeedlingsEcology Vol. 43, No. 3 , pp. 547-549.

126. Van Loon, L.C., 2007. " Plant responses to plant growth-promoting Rhizobacteria, Eur. J. 119", 243-254.

127. Walker, J.W., 1961.Plant pathology.3rd edition, P.829.

128. Warda, K., Markouk M., Bekkouche K., Larhsini M., Abbad A., Romane, A., et Bousekraoui, M., (2009). Antibacterial evaluation of selected Moroccan medicinal plants against *Streptococcus pneumonia.* African Journal of Pharmacy and Pharmacology. 3(3): 101-104p.

129. Watanabe T., 2002. Pictorial atlas of soil and seed fungi: morphologies of cultured fungi and key to species. 2 nd ed. Lewis Publishers, CRC PRESS. Florida: 270 – 276.

130. Wichtl M., Anton R., 2003. Plantes thérapeutiques : Traditions, Pratique officinale, Sciences et Thérapeutique. 2e Ed : TEC & DOC. Paris. pp. 1-364 **.**

131.Zarai, Zied. Adel, Kadri. Ines. Ben Chobba, Ben Manssour, Riadh. Bekir, Ahmed. Mejdoub,Hafedh.Neji, Gharsallah. The in-vitro evaluation of antibacterial, antifungal and cytotoxic properties of Marrubiumvulgare L essential oil grown in Tunisia. Lipids in Health and Disease, (2011), 10(161) 1-8.

132. Zvirin, T., Herman, R., Brotman, Y., Denisov, Y., Belausov, E., Freeman, S., and Perl- Treves, R. 2010. Differential colonization and defence responses of resistant and susceptible melon lines infected by Fusarium oxysporum race 1 2. Plant Pathol. 59:576-585.

WEBOGRAPHIE

Anonyme01 :1/1/2000,
http://www.doctissimo.fr/html/sante/phytotherapie/plantemedicinale/marrube blanc.htm

Anonyme 02 : 2018, https://jardinage,le monde.fr/dossier-2325, marrube blanc.html

Anonyme 03 : 03/2019, *Marrubium vulgare* mieux-se-connaitre.com/2016/03

Anonyme 04 : 2017, www.altmedea.dz(office de tourisme de Médéa

Anonyme 05 : 2017, www.altmedea.dz(office de tourisme de Médéa

Anonyme 06 : http://Météo habituelle à Médéa Algérie