

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abd El Hamid Ibn Badis



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Biologiques

Mémoire:

En vue de l'obtention du Diplôme de Master
Domaine Des Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences Biologiques
Spécialité: BVP

Thème :

Evaluation de l'activité antifongique de l'huile essentielle de *Artemesia herba alba* vis-à-vis de *Colletotrichum gloeosporioides* agent de l'antracnose sur tomate

Préparé Par :

- Mr. Bouarara Rabah Mohammed Elamine
- Mlle Benchenni Nor El Houda

Encadrée par :

- Mme Sayah Farida

Année Universitaire : 2020/2021

Résumé :

Depuis la nuit des temps l'homme, utilise des plantes pour se soigner, se nourrir ou pour protéger sa nourriture contre les ravageurs et les maladies. Ce travail a pour but de valoriser une plante médicinale aromatique, l'*Artemisia herba halba* et tester l'effet antifongique « *in vivo* » et « *in vitro* » de son extrait huileux et aqueux vis-à-vis de l'antracnose causé par le champignon phytopathogène *Colletotrichum gloeosporioides*, l'une des contraintes majeures à la production de tomate et d'autres fruits dans le monde.

L'huile essentielle extraite par hydrodistillation, a été mis en contact directe avec le champignon sur milieu PDA. Alors que l'extrait aqueux obtenu par la méthode de l'eau surchauffé a servi de traitement préventif avant l'inoculation des feuilles de tomate par *Colletotrichum gloeosporioides*. Les résultats obtenus montrent que les deux extraits de l'*Artemisia herba halba* ont présenté une forte activité antifongique proportionnelle aux doses appliquées, révélant le un grand intérêt de cette plante peut représenter en lutte biologique.

Mots clés

Artemisia herba halba, l'huile essentiel, extrait huileux, extrait aqueux, antracnose, *Colletotrichum gloeosporioides*, tomate

Abstract :

Since the dawn of time, humans have used plants for healing, nourish or to protect their food against pests and diseases. This work aims to enhance an aromatic medicinal plant, *Artemisia herba halba* and test the antifungal effect "in vivo" and "in vitro" of its oily and aqueous extract to the anthracnose caused by the phytopathogenic fungus *Colletotrichum gloeosporioides*, one of the major constraints to the production of tomatoes and other fruits in the world.

The essential oil, extracted by hydrodistillation, was brought into direct contact with the fungus on PDA medium. While the aqueous extract obtained by the superheated water method served as a preventive treatment before inoculation of tomato leaves with *Colletotrichum gloeosporioides*. The results obtained show that the two extracts of *Artemisia herba halba* exhibited a strong antifungal activity proportional to the doses applied, revealing the great benefit of this plant in biological control.

Key words

Artemisia herba halba, oily extract, aqueous extract, essential oil, tomato, anthracnose, *Colletotrichum gloeosporioides*

الملخص :

منذ فجر التاريخ، استخدم البشر النباتات للعلاج والتغذية أو لحماية قوتهم من الآفات والأمراض. يهدف هذا العمل إلى تعزيز نبات طبي عطري *Artemisia herba halba* واختبار تأثيره المضاد للفطريات في المختبر وعلى الجسم الحي، لمستخلصه الزيتي والمائي على Anthracnose الناجم عن الفطر الممرض للنبات *Colletotrichum gloeosporioides*, أحد القيود الرئيسية على إنتاج الطماطم والفواكه الأخرى في العالم.

تم وضع الزيت العطري، المستخرج عن طريق التقطير المائي، على اتصال مباشر مع الفطريات على وسط PDA. في حين أن المستخلص المائي الذي تم الحصول عليه بطريقة الماء شديد التسخين كان بمثابة علاج وقائي قبل تلقیح أوراق الطماطم مع *Colletotrichum gloeosporioides*. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن مستخلصي نبات الشيح أظهروا نشاطاً مضاداً قوياً يتناسب مع الجرعات المطبقة، مما يكشف عن الفائدة الكبيرة لهذا النبات في مكافحة البيولوجية.

الكلمات المفتاحية

Artemisia herba halba، زيت عطري ، مستخلص مائي ، Anthracnose ، *Colletotrichum gloeosporioides* ، طماطم

Remerciements

*Tout d'abord, grâce à **ALWWAHID** qui m'a créé, m'a protégé, qui est toujours avec moi et qu'il ne me laisse jamais seule. Louanges à **ALLAH***

*Nos remerciements vont à notre encadreur **Mme SAIAH Farida** pour avoir accepté de diriger ce travail, qu'elle trouve ici, l'expression de notre profonde reconnaissance, notre immense gratitude et notre grand respect, pour tous ses efforts, son savoir, ses idées, sa confiance ses encouragements.*

*On exprime nos profonds remerciements à **Mme BERGHEUL S. et Mme BADAoui M.I.**, pour l'honneur qu'ils me font en acceptant d'examiner et participer à ce jury de ce mémoire.*

Nous 'aimerons remercier toutes les personnes ayant participés de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire et plus particulièrement :

Les ingénieures de laboratoire qui aident, encouragent et orientent.

Le seul mot qui vient à la tête est :

Merci infiniment.

Recevez à travers ce travail l'expression de notre profonde gratitude

Nor El Houda et Mohammed



Dédicace

*C'est avec un très grand honneur que je dédie ce modeste travail aux personnes les plus chères au monde :
mes chers parents, mon père paix a son âme, qui ont œuvré pour ma réussite ; par leur amour, leur soutien, tous les conseils précieux, qu'ils reçoivent à travers ce travail aussi modeste, l'expression de mes sentiments et mon éternelle gratitude.*

*A mes chères Sœur « **RAHMA** et **ASMA** » pour ses encouragements permanents, et son soutien moral, à mes chers Frères « **YEHIA** » & « **CHAREF** », pour leur appui et leur encouragement, à toute mes chères amies « **Mohammed** et **Bilal** »
« **YIYA** et **BATOUL** »*

*Qui vient tout juste de nous quitter, pour leur soutien tout
Au long de mon parcours universitaire,
mes chères cousines, camarades
Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués,
et le fruit de votre soutien infailible,*

Houda

Dédicace

*C'est avec un très grand honneur que je dédie ce modeste travail aux personnes
les plus chères au monde, mes chers parents ;*

*A la lumière de mes jours, la source de mes efforts ma très chère mère ;
Tu es l'exemple de sacrifices et de dévouement qui n'a pas cessé de
m'encourager et de prier pour moi. Et Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver
t'accorder santé, longue vie et bonheur. A mon très cher père, rien au monde ne
vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce
travail est fruit de tes sacrifices qui tu as consentis pour mon éducation et ma
formation. Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent
venu de vous. A mon cher frère « **Billel** », ma petite sœur « **Nassima** », que Dieu
les protège.*

*Et à la mémoire de ma Grand-mère « **Hadja** » Tu es présente dans mon passé,
tu vis en moi comme au temps d'avant. Tu partages ma vie tu es mon présent.*

Je t'aime dans l'éternité.

*Je dédie aussi cette modeste réalisation a mes chers amis : « **Farah** », « **Yacine**
», « **Housseem** », « **Houda** » qui ont œuvré pour ma réussite ; par leur amour,
leur soutien.*

*Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de
votre soutien infaillible, Merci à tous ceux qui m'ont tout donné sans rien en
retour.*

Mohammed

Sommaire :

Résumé	
Sommaire	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction	1

PARTIE I

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : PROPRIETES BIOLOGIQUES

I. L'armoise blanche.....	2
I/1- Description botanique	2
I/1-2-Étymologie du nom de la plante	3
I/3- Taxonomie.....	4
I/4- A Distribution et habitat	4
I/5. B Ecologie de la plante	5
I/5. C Biologie.....	6
I/6- Usage de la plante	6
I/6. A Utilisations médicinales traditionnels	7
I/6. B Usage alimentaire	7
I/7- Métabolites secondaires.....	8
I/7. A Flavonoïdes de l'Artemisia herba-alba	8
➤ A)Activité antioxydante	9
➤ B) Flavonoïdes et NO.....	10
➤ C) Activité anti-inflammatoire.....	10
➤ D) Activité anti-allergique.....	10
➤ E) Activité contre les ulcères gastriques.....	11
➤ F) Inhibiteurs enzymatiques.....	11
I/7. B Terpènes de l'armoise herbe blanche	11
I/7. C Composition chimique de l'huile essentielle	12
❖ C) Effets des huiles essentielles.....	15
❖ Effets thérapeutiques des huiles essentielles.....	15
a) Activité antifongique	16
I/8- Toxicité de la plante.....	17

CHAPITRE II :
ANTHRACNOSE DE LA TOMATE (COLLECTOTRICHUM)

II-La tomate.....	18
II-1-Généralité.....	18
II-1-2-Origine et historique de la tomate	18
II-1-3- Classification botanique	19
II-2-1-Le système racinaire de la tomate.....	19
II-2-2-La tige de tomate	20
II-2-3- Les feuilles de tomate.....	21
II-2-4-Les fleurs de tomate.....	22
II-2.5. Le fruit de la tomate.....	23
II-2-6-Les graines de tomate.....	23
II-3-La culture de la tomate en Algérie.....	23
II-4-Valeur nutritionnel de la tomate.....	24
II-5-Les facteurs affectant la production de la tomate	25
II-5-1- La température.....	25
II-5-2-La lumière.....	25
II-5-3-Les éléments minéraux.....	25
II-5-4- Eau et humidité.....	25
II-5-5-pH.....	26
II-5-6- Sol.....	26
Les maladies de la tomate.....	26
III-L 'anthracnose	27
III-1-1-Généralité	27
III-1-2-définitions	27
III-1-3-Description des symptômes.....	27
❖ Sur les fruites.....	28
❖ Sur les feuilles	29
III-1-4-L'agent Pathogène.....	29
III-1-5-Mode D'infection.....	30
III-1-6-Périodes D'infection.....	30
III-1-7 Moyens De Lutte	31

CHAPITRE III : Partie expérimentales

III.1-1-Matériel et méthodes	32
---	-----------

III.1-1-1. Effet <<in vitro >>de l'huile essentielle d'Artemisia herba alba sur la croissance de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	32
III.1-1-2 .le matériel végétales	32
III.1-2-1.extraction de l'huile essentielle d'Artemisia herba alba	32
III.1-2-2. Calcule le rendement de l'extraction	35
III.1-3. Matériel fongique	35
III.1-4-a. Conduite de l'essai	37
III.1-4-b. ensemencement et incubation des boites de pétrie	39
III.1-4-c. évaluation de la croissance mycélienne	41
III.1-4-d. la vitesse de croissance	41
III.1-4-e . Le pourcentage d'inhibition de la croissance mycélienne	42
III.2. Effet « in vivo » de l'huile essentielle de l' <i>Artemisia herba alba</i> sur la croissance de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	42
III.2-1- Matériel végétal.....	43
III.2-1-1. L'extrait végétale	43
III.2-1-2. Méthodes d'extraction par l'eau surchauffée.....	43
III.2-2. Calcule le rendement d'extraction	44
III.2-3. Inoculation des feuilles détachées	44
III.2-4. Préparation de l'inoculum de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	45
III.2-5. Inoculation des feuilles.....	46
III.3. Résultats et interprétation.....	48
III.3-1. Rendement de l'huile essentielle d'Artemisia herba alba	48
III.3-2. Évaluation << in vitro >> de l'huile essentielle de l' <i>Artemisia herba alba</i> sur la croissance de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	48
III .3-2-1. Aspect morphologique	48
III .3-2-2. Aspect microscopique	48
III .4-évaluation de la croissance mycélienne	48
III .5-évaluation de la vitesse de croissance	49
III .6-évaluation de taux d'inhibition	49
III .7-évaluation <<in vivo >> de l'huile essentielle de l'Artemisia herba alba sur le développement de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	49
III .7-1-1. Calcule le rendement de l'extrait aqueux de l'Artemisia herba alba	48
III .7-1-2. Notation des symptômes sur les feuilles détachées	50
III.7-1-3. Evaluation de l'indice de maladie	50

III. 7-1-4. Évaluation du diamètre des symptômes (DL)	50
Discussion	51
Conclusion	53

Liste des figures :

Figure 1	Artemisia herba alba : (A) la plante au début de la saison de floraison (B) la plante à la fin de la saison de floraison (Messai,2011)	03
Figure 2	Carte de la répartition de l'armoise herbe blanche dans le monde	05
Figure 3	Structure des composés identifiés dans l'extrait <i>d'Artemisia herba alba</i>	09

Figure 4	La biosynthèse des Flavonoïde	10
Figure 5	Quelques mono terpènes	13
Figure 6	Structures chimiques de quelques composés rencontrés dans les huiles essentielles	16
Figure 7	Structures chimiques de quelques composés rencontrés dans l'huile essentielle d'<i>Artemisia herba alba</i>	17
Figure 8	Les racines de la tomates	21
Figure 9	Représentation photographique de la tige de tomate	21
Figure 10	Illustration des feuilles de tomate	22
Figure 11	Illustration de la fleur de tomate	23
Figure 12	Le fruit de la tomate	23
Figure 13	Les graines de la tomate	24
Figure 14	Représentation des différents composants de tomate	26
Figure 15	Symptôme de l'antracnose sur le fruit de la tomate	29
Figure 16	Symptôme de l'antracnose sur une feuille de tomate	29
Figure 17	Appareil de clevenger	33
Figure 18	La matière végétale utilisée pour l'extraction	34
Figure 19	La séparation de la partie huileuse et la partie aqueuse pendant l'extraction	34
Figure 20	Manipulation de la régénération	36
Figure 21	Une boîte pétrie d'un champignon régénéré et un explant	36
Figure 22	Tube à essai de centrifugeuse contenant HE + tween	37
Figure 23	Les flacons contiennent le milieu PDA	38
Figure 24	Ajustement de chaque concentration	38
Figure 25	Protocoles expérimentaux de l'essai d'activité antifongique	41
Figure 26	Plantes de tomates	42
Figure 27	Armoise blanche utilisé pour la préparation de l'extrait a l'eau surchauffée	43
Figure 28	Préparation des dilutions de l'extrait	44

Figure 29	Des feuilles détachées des semis	44
Figure 30	Prélèvement d'un explant mycélien	45
Figure 31	La mise d'explant mycélien dans un milieu de pois chiche gélosé	45
Figure 32	Inoculum de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	45
Figure 33	Le protocole d'inoculation des feuilles	47
Figure 34	Vitesse de la croissance mycélienne de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> sous l'effet de l'huile essentielle d'<i>Artemisia herba alba</i>	52
Figure 35	Ajouter 20 g de glucose et 20 g d'agar agar	
Figure 36	Ajouter le milieu PDA et en ajoute l'eau distillée jusqu'à 1000 ml	
Figure 37	Les flacons contiennent le milieu PDA	

Liste des tableaux :

Tableau 1	Appellation de la plante <i>d'Artemisia herba alba</i> selon les pays et les régions	03
Tableau 2	La classification de <i>Artemisia herba alba</i> est comme suit	04
Tableau 3	Composition des huiles essentielles extraites <i>d'A. herba-alba</i> (en %)	14
Tableau 4	Classification botanique de la tomate	19
Tableau 5	Classification de <i>Colletotrichum gleosporioides</i>	29
Tableau 6	Echelle de l'intensité de la maladie	47

Liste des abréviations :

°C : Degré Celsius

A. herba-alba : Artemisia herba-alba

ATP : Adenosine triphosphate.

CAB : Canadian Association of Broadcasters

CC : concentration

CMF : Concentration Minimale Fongicide

CMI : Concentration minimale inhibitrice.

D : Dose

d : diamètre de l'explant

D : diamètre de la colonie

Da : Croissance mycélienne moyenne dans le milieu en présence de l'huile

Db : Croissance mycélienne moyenne dans le milieu sans huile (témoin).

DL : diamètre des lésions

DI : diamètre

et al : et collaborateurs

FAO : Food and Agriculture Organisation

Ha : hectare

HE : Huile essentielle.

I (%) : Taux d'inhibition exprimé en pourcentage

IM : Indice de la maladie

L : croissance mycélienne

L : croissance mycélienne (mm)

Médecine traditionnelle : l'ensemble des "pratiques et idées définies par les utilisateurs eux-mêmes pour prévenir ou traiter les maladies ou promouvoir la santé et le bien-être.

M ext : la masse d'extrait avant l'évaporation (en g)

M ext sèche : la masse de l'extrait après l'évaporation (en g)

Mt : millions de tonnes

N : nombre de jours

NO : Nitric oxide.

PDA : Potato dextrose agar.

Ph : Poids de l'HE en gr

Plante médicinale : une plante utilisée pour ses propriétés thérapeutiques. Cela signifie qu'au moins une de ses parties (feuille, tige, racine etc.) peut être employée dans le but de se soigner.

Pp : Poids de la masse végétative en gr

R : rendement en HE exprimé en pourcentage (%)

RD : le rendement

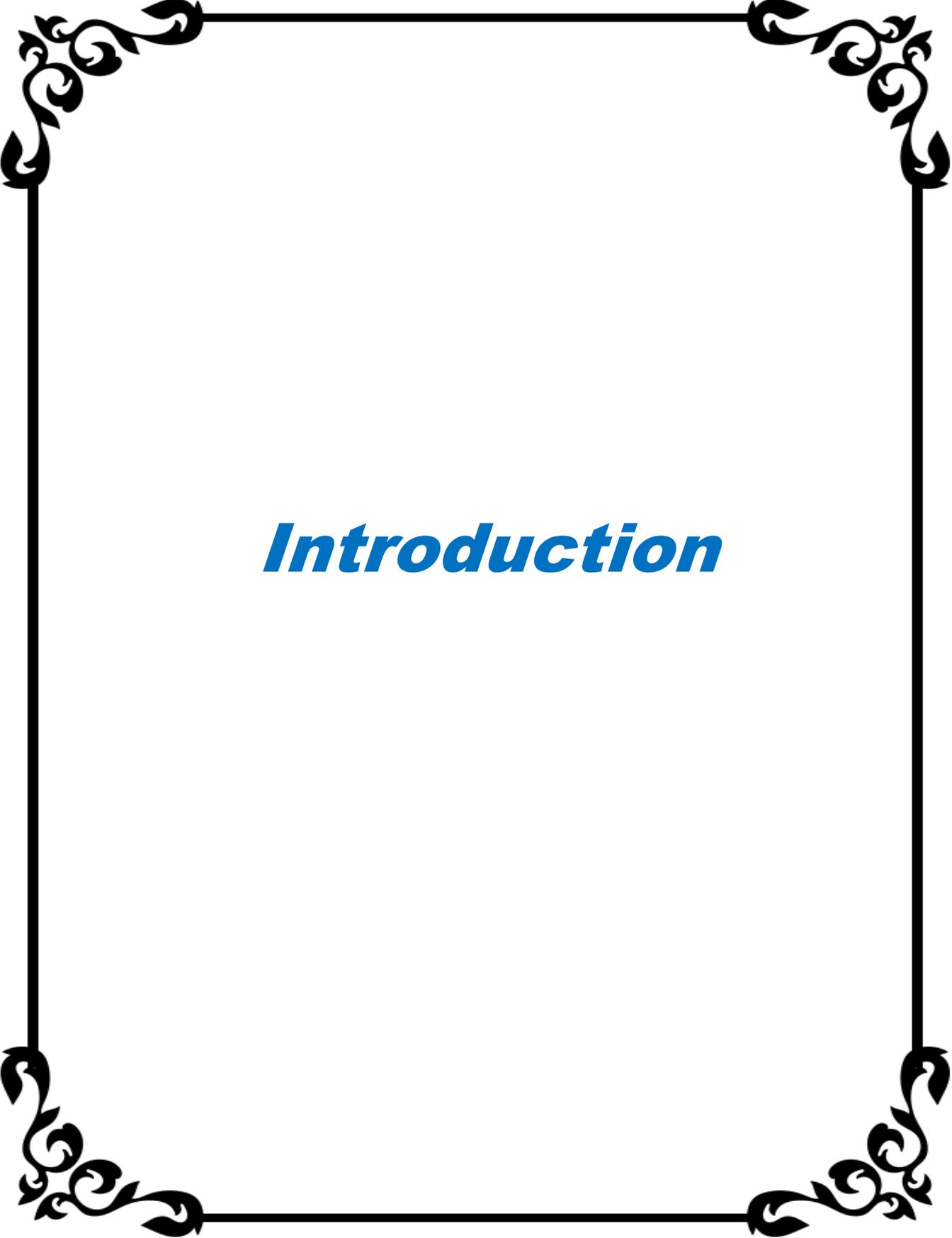
Sinaï : Presqu'île de 61 000 kilomètres carrés, située en Égypte, à l'extrémité septentrionale de la mer Rouge. De forme triangulaire, limité au nord par la mer Méditerranée, à l'ouest par le canal et le golfe de Suez et à l'est par le golfe d'Akaba

Sp : espèce

Sp/ml : Spore par 1 millilitre

Vm : vitesse moyenne (mm / jour)

µl : micro litre



Introduction

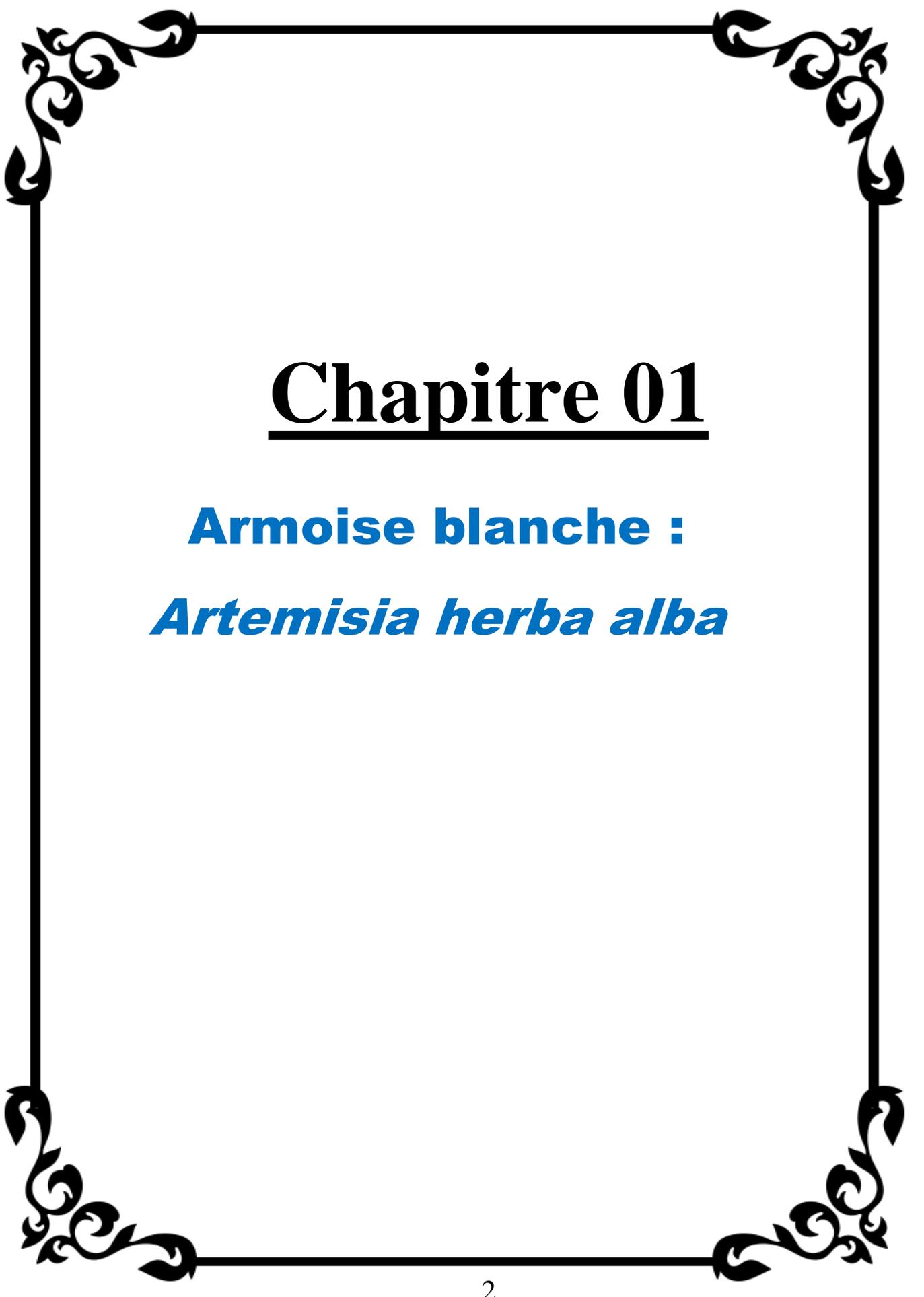
L'homme a toujours cherché des solutions à ses obstacles de vie, dans ce qui l'entoure dans sa base quotidienne, un de ces obstacles c'était les maladies. Guidé par le hasard, la religion, la superstition ou encore par l'expérience, l'homme utilise depuis toujours des plantes pour se soigner puisque ces derniers sont disponibles dans les espaces ouverts et presque partout dans son entourage. Pendant des milliers d'années, il semble que les hommes aient observé les propriétés curatives ou toxiques provoquées par la consommation de telle ou telle racine, baie ou feuille. C'est notamment grâce à l'étude du comportement des animaux qu'ils ont pu découvrir les propriétés toxiques de quelques plantes. Ainsi, jusqu'au XIX^{ème} siècle et l'isolement chimique des premiers principes actifs issus des végétaux, dans chaque village, des plantes locales sous différentes formes, tisane, lotion étaient utilisées pour soigner des maladies bénignes voire plus sévères. A partir du XX^{ème} siècle, les chimistes vont aller plus loin que l'isolement des principes actifs et vont fabriquer des molécules synthétiques, délaissant ainsi la phytothérapie (Dusser, 2017).

En Algérie, malgré un système de soins moderne bien implanté, l'usage des plantes médicinales et de la médecine traditionnelle en générale reste toujours présent. Grace à des enquêtes effectuées presque la moitié des habitants déclarent avoir recours à la médecine traditionnelle dont spécialement les plantes médicinales.

Grace à leurs propriétés anti oxydantes et antimicrobiennes, les plantes ont non seulement étaient utilisées pour traiter des maladies humaines, mais aussi utilisés en phytoprotection. En effet les extraits de ses dernies sont largement utilisés depuis longtemps comme des bio-insecticides.

Dans ce contexte, notre choix s'est porté sur une plante largement connue dans la pharmacopée algérienne, l'armoise blanche connu pour ses vertus thérapeutiques telles que les diarrhées, les plaies externes et les infections, ainsi que beaucoup d'autres affections, (Hirasa et Takimasa, 1998).

Dans cette étude, nous allons traiter l'activité antifongique de l'armoise annuelle sur l'antracnose de la tomate une des maladies phytopathogènes les plus fréquentes et les plus dévastatrices (Khat et Guerfi, 2018). Ce présent travail constitue l'ébauche d'un projet de recherche visant à proposer des molécules naturelles douées d'activité antifongique manifeste pouvant enrichir le spectre actuel des antifongiques et permettrait de cerner le problème de résistances en plein essor.



Chapitre 01

Armoise blanche :
Artemisia herba alba

Chapitre 1- monographie de plante étudiée: L'Armoise blanche

I/1-1 Description botanique

Le genre *Artemisia* appartient à la famille des Astéracées : c'est l'un des genres le plus répandu et le plus étudié de cette famille ; il contient un nombre variable d'espèces allant jusqu'à 400 espèces (Mucciarelli and Maffei, 2002).

L'armoise blanche est un arbuste moyen, d'une hauteur de 30 à 60. Les racines sont rigides et dressées, très ramifiées par le bas. Les premiers portefeilles sont ovales, sphériques, à deux plumes, avec un lobe allongé à deux épillets avec de simples éperons qui ornent les extrémités assises de 2 à 4 fleurs chacune. (Dub et Bnbadulakdar, 2006; Abu Al-Hamd et *al.*, 2010).

Selon Al-Djiwi (1996), la plante qui contient la substance « glucide de santonine » aura une tige rouge au début de la période de croissance, tandis que la plante qui ne contient pas cette substance aura des tiges vertes et lorsque la croissance sera terminée, la tige deviendra brune dans les deux cas.

L'armoise blanche présente une racine principale, épaisse et ligneuse, bien distincte des racines secondaires, qui s'enfoncent dans le sol comme un pivot. Le système racinaire a une extension peu profonde avec un grand nombre de ramifications latérales particulièrement abondantes entre 2 à 5 cm de profondeur mettant en relation cette forme de racine avec l'existence d'un court calcaire superficiel. Quand l'armoise se développe dans une région plus humide, ses racines pénètrent profondément jusqu'à 40 à 50 cm et ne se ramifient qu'à cette profondeur (Pourrat, 1974). La biomasse racinaire diminue très vite avec la profondeur et très peu de racines sont retrouvées à partir de 50 cm (Aidoud, 1983).

La partie aérienne de l'armoise est représentée par la partie ligneuse, la tige, les feuilles et les fleurs. Elle présente une tige principale très épaisse, rougeâtre, qui se ramifie et se prolonge par de nombreuses tiges de plus en plus fines. Chaque tige se distingue par une taille allant de 30 à 50 cm (Bendahou, 1991).

Les feuilles sont courtes, blanches laineuses, et argentés. Elles sont très petites et entières, ce qui réduit considérablement la surface transpirante et permet ainsi à la plante de résister à la sécheresse (Pourrat, 1974).

La floraison s'effectue en automne à partir du mois de septembre. La fleur est formée d'inflorescences en capitules. Ces derniers sont très petits, étroits (12 à 5 mm) ovoïdes à involucre scarieux de contenant que 3 à 8 fleurs, tous hermaphrodites. Ces capitules pauciflores, en général homogames sont insérés directement sur l'axe et sans aucun support (Ozenda, 1985).

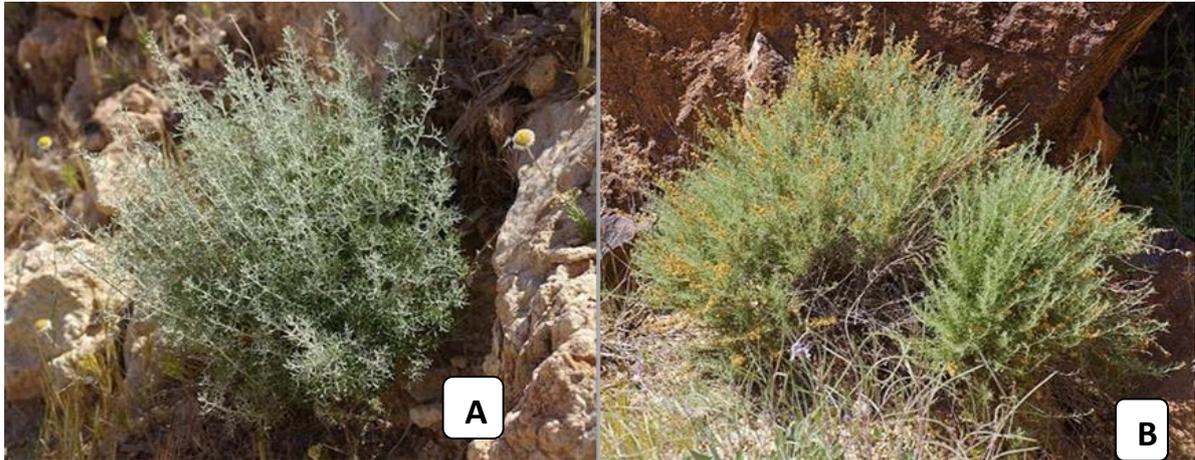


Fig.1: *Artemisia herba alba* (Messai, 2011)

(A) la plante au début de la saison de floraison

(B) la plante à la fin de la saison de floraison

I/1-2.Étymologie du nom de la plante

L'*Artemisia* est le nom de guerre des armoises, il provient de celui de la déesse grecque de la chasse Artémis, la diane des romains, patronne des vierges à cause des bienfaits de cette herbe. *Herba alba* signifie herbe blanche. Plusieurs noms sont attribués à l'armoise blanche tel le thym des steppes, absinthe du désert. En Afrique du nord et en moyen orient, on l'appelle communément "**Shih**" ou "**Chih**".

Il existe différentes nominations de l'armoise blanche selon les pays et les régions, qu'on a rassemblés dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Appellation de la plante d'*Artemisia herba alba* selon les pays et les régions (Hudaib et Aburjai, 2006) (Segal et *al.*, 1987)

Nom vernaculaire	Chih
Nom français	Armoise herbe blanche
Nom anglais	Worm wood

Nom Latin	Artemisia Herba Alba
Nom Amazigh	Izerg
Au Maroc	Kaisoum
Constituants	Thuyone- Cinéol- Camphre

I/1-4 taxonomie

La classification de *Artemisia herba alba* est comme suit

Règne	Plante – Plantae
Embranchement	Spermaphytes (Phanérogames) ou « plantes à graines »
Sous-embranchement	Angiospermes (Plantes à fleurs)
Classe	Dicotylédones (Magnoliopsida)
Sous-classe	Asteridae
Ordre	Asterales
Famille	Astéracées ou composée
Tribu	Anthemideae
Sous-tribu	Aremisiinae
Genre	Artemisia
Espèce	<i>Artemisia herba alba</i> (INPI, 2014)

I/ 1-5. Distribution et habitat:

L'*Artemisia herba alba* est une plante spontanée très répandue en Afrique du nord et au Moyen orient, elle affectionne les climats secs et chauds, et existe sous forme de peuplements importants dans les zones désertiques (Hurabielle et *al.*, 1981).

C'est une plante steppique des régions d'Asie occidentale, irano-touraniennes, prédominante dans les steppes d'Espagne ainsi que dans le désert de Sinaï (Segal et *al.*, 1987). Au Maroc, l'*Artemisia herba alba* se rencontre à l'état spontané, il n'est pas rare de trouver des zones de plusieurs dizaines de kilomètres de rayon où seule l'armoise blanche règne dans un paysage quasi-désertique (Bendjilali et *al.*, 1980).

En Algérie, on retrouve l'*Artemisia herba alba* dans les hauts plateaux et le Sahara, ou connue sous le vocable de « Chih » ou encore semen-contra de barbarie. Cette plante couvre près de six millions d'hectares dans les steppes, elle se présente sous forme de buissons blancs, laineux et espacés (Boutekjen et al., 1987).



Fig.2 Carte de la répartition de l'*Artemisia herba alba* dans le monde. (Abou El-Hamad et al., 2010)

- Zones d'occurrence de la plante de l'armoise herbe blanche.

I/1-5. B -Ecologie de la plante

L'armoise blanche présente une vaste répartition géographique couvrant, en Algérie, environ 4 millions d'hectares; arbrisseau méditerranéen qui abonde au Moyen-Orient, dans le Sud Algérien et au Maroc sur des sables profonds (Boullard, 2001). L'*Artemisia herba alba* existe dans les bioclimats allant du semi-aride jusqu'au saharien. Elle semble indifférente aux altitudes et peut vivre dans les régions d'hiver chaud à frais.

Dans le sud, cette plante pousse sur les sols bruns steppiques de texture moyenne et en extrême sud sur les sols sableux. Elle résiste à la sécheresse, supporte le gypse et des niveaux de salinité modérément élevés (Nabli, 1989). Elle se développe dans les steppes argileuses ou les précipitations sont de l'ordre de 200 mm/an. Son développement est lié à la nature du sol.

En effet il faut qu'il soit peu perméable, tassé et colmaté (Celles, 1980). Accompagnée de l'alfa « *Stipa tenacissima* », elle couvre souvent de très grandes superficies dans les hauts plateaux. Sa présence est plus fréquente en bordures des Oueds dans les dayas (Dépression de la steppe à sol imperméable qui sont des secteurs plus au moins humides). Elle constitue un moyen de lutte contre l'érosion et la désertification (Pouget, 1989; Ayad et *al.*, 2013).

I/1-5. C Biologie

L'armoise herbe blanche est une plante ligneuse basse et toujours verte. Ses caractéristiques morphologiques et physiologiques font d'elle une espèce bien adaptée aux conditions climatiques arides. Le dimorphisme saisonnier de son feuillage lui permet de réduire la surface transpirante et d'éviter ainsi les pertes d'eau (Ourcival, 1992). Grâce à son système racinaire très dense à la surface, l'armoise herbe blanche est capable de valoriser toute humidité superficielle occasionnée par des petites pluies (Le Floc'h, 1989). Cette espèce est également capable d'exploiter l'humidité du sol jusqu'à 50 cm de profondeur (Floret et Pontonnier, 1982) et peut profiter des fractures de la croûte, pour atteindre les poches d'humidité, notamment dans les sols à encroûtement calcaire. Evenari et *al.* (1976), ont rapporté que chez les plantes âgées d'*Artemisia herba-alba*, la tige principale se divise en «branches » physiologiquement indépendantes les unes des autres et susceptibles de mourir sans entraîner la mort de la plante entière (Evenari et *al.*, 1980).

La floraison de cette espèce débute le plus souvent en juin mais les fleurs se développent essentiellement à la fin de l'été. Lors des années pluvieuses et dans les sols qui lui conviennent, l'armoise présente une forte production de graines et un pouvoir de régénération élevé (Nabli, 1989).

I/1-6 Usage de la plante :

Les applications biologiques et pharmacologiques des espèces de la famille des Astéracées sont le résultat de leur importance dans la médecine traditionnelle et le fruit de plusieurs études chimiques et pharmacologiques. La majorité des applications biologiques et thérapeutiques des espèces de la famille des Astéracées sont vaste concernant des effets antimicrobiens, antifongique,...etc.

L'espèce L'*Artemisia herba alba*. a été utilisée en médecine traditionnelle pour traiter les rhumes, soulager le diabète, la toux, les troubles intestinaux, traiter les blessures chez l'homme et les bétails (Yashphe et *al.*, 1979; Bailey et Danin, 1981), les diarrhées, névralgie,

bronchite et l'hypertension (Tahraoui et *al.*, 2007).

Les infusions d'*Artemisia herba alba* ont été utilisées comme agents antibactérien, analgésique et hémostatique (Mohamed et *al.*, 2010; Tilaoui et *al.*, 2011). Al-Khalil (1995), a mentionné dans ses travaux de recherche que l'infusion de l'armoise blanche est utilisée en Jordanie comme un hypoglycémiant afin de soulager le diabète et aussi comme sédatif.

Des recherches "*in vitro*" ont prouvé plusieurs activités de l'extrait aqueux de l'armoise blanche, Sallal et Alkofahi (1996), ont trouvé que cet extrait inhibe l'action hémolytique des venins de serpents et de scorpions, Amr (1995), a prouvé une importante activité antioxydante de l'extrait d'*Artemisia herba alba*.

I/1-6. A Utilisations médicinales traditionnels

L'armoise blanche est utilisée depuis l'Antiquité en médecine traditionnelle pour traiter plusieurs maladies:

- L'armoise blanche trempée à froid ou à chaud avec du savon ajouté est utilisé pour nettoyer l'intestin, des bactéries nocives.
- Elle est prise par voie orale dans le traitement des coliques gastriques et intestinales, des crampes internes, de l'expulsion des mucosités et des petits vers dans l'intestin.
- Elle est utilisée en tant que traitement de la jaunisse et du diabète, régulant les rythmes cardiaques, stimulant la circulation sanguine, traitant et renforçant le foie et abaissant la température résultant de maladies fébriles. Elle est également utile pour arrêter les saignements, en particulier pendant la grossesse chez les femmes.
- Elle est utilisée dans la cicatrisation des plaies et des brûlures, en particulier si l'herbe est sèche car elle convient pour arrêter les hémorragies, dans la diurèse régulière, et pour traiter la diarrhée et les cas de maux de tête. Elle est également efficace pour traiter les rhumatismes et les maux de dos, et à des doses légères comme stimulant pour les nerfs et comme sédatif pour les troubles nerveux (Al-Djiwi, 1996; Bézanger-Beauquisne et *al.*, 1980).

I/1-6. B. Usage alimentaire

En alimentation, l'*Artemisia herba alba* est considéré comme l'arôme de certaines boissons comme le thé ou le café (Bendjilali et *al.*, 1984). Néanmoins, son usage dans l'industrie alimentaire reste très limité à cause de la toxicité de la bêta thujone dont le taux ne doit pas dépasser 5mg/kg (Bendjilali et *al.*, 1984).

En alimentation du bétail, au Maghreb, l'armoise constitue un fourrage particulièrement intéressant. En effet, la plante présente un taux de cellulose beaucoup moins élevé que ne laisse préjuger son aspect (17 à 33 %).

La matière sèche (MS) apporte entre 6 et 11 % de matière protéique brute dont 72 % est constituée d'acides aminés.

Le taux de β -carotène varie entre 1,3 et 7 mg/kg selon les saisons.

La valeur énergétique de l'armoise, est très faible en hiver (0,2 à 0,4UF/kg MS), augmente rapidement au printemps (0,92 UF/kg MS) pour diminuer de nouveau en été (0,6 UF/kg MS). En automne, les pluies de septembre provoquent une nouvelle période de croissance et la valeur énergétique augmente de nouveau (0,8 UF/kg MS).

Les plantes de la famille des Astéracées, à laquelle appartient l'armoise, ont fait l'objet de plusieurs études phytochimiques par intérêt économique surtout pour leurs huiles essentielles. Les molécules identifiées sont les sesquiterpènes lactones, les coumarines et les hydrocarbures Acétyléniques (Da Silva, 2004).

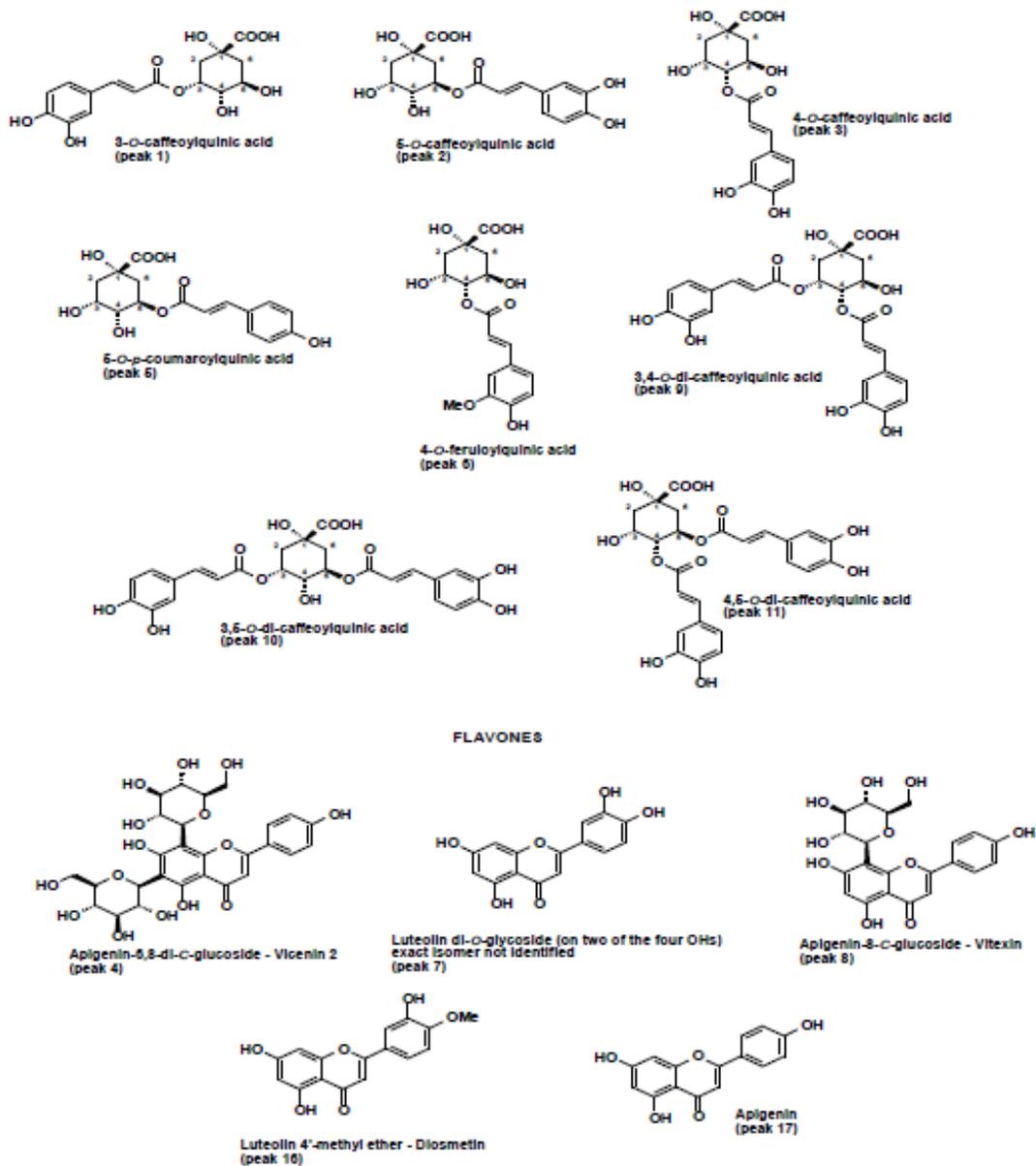


Fig.3 : Structure des composés identifiés dans l'extrait d'*Artemisia herba alba* (Da Silva J A, 2004)

I/1-7. A Flavonoïdes de l'*Artemisia herba-alba*

Ce sont des composés phénoliques qui contribuent à la pigmentation de la plante. Très ubiquitaires, certains d'entre eux jouent le rôle de phytoalexines, métabolites synthétisés par la plante pour lutter contre diverses parasitoses. Les flavonoïdes sont rencontrés à l'état libre (soluble) ou liés à un sucre (glycosides) dans le liquide vacuolaire. La coloration des dérivés dépend des différentes substitutions de l'atome d'hydrogène sur divers cycles, de la formation de complexes avec les ions métalliques (Fe^{3+} , Al^{3+}) et du pH. Les principaux flavonoïdes isolés à partir de l'*Artemisia herba-alba* sont l'hispiduline, la cirsimaritrine. Des flavones

Les composés avec des groupes hydroxyle en C4, C3 et C3 et la double liaison entre C2 et C3 ont une activité antioxydante élevée (Harborne et Williams, 2000).

B) Les NO et les flavonoïdes :

L'activité des flavonoïdes en tant que sélecteurs de radicaux libres a été testée dans plusieurs études. Ces racines sont produites en plusieurs types, telles que les cellules endothéliales et aux macrophages qui libèrent des radicaux NO en fonction de l'activité de l'enzyme NOSynthase. Il est important de réduire les anévrismes. Certains flavonoïdes comme la quercétine ont un effet en empêchant l'expansion des veines causée par l'extension des cellules musculaires lisses de la paroi externe des vaisseaux sanguins induite par le NO. (Andriantsitohaina, 1999 ; Duarte *et al.*, 2002).

C) Activité anti-inflammatoire

L'acide arachidonique est activé par l'enzyme lipoxygénase pour finir par former des Leucotriènes, tandis que l'enzyme cyclo-oxygénase conduit à la formation de thromboxanes et de prostaglandines. Ces particules interfèrent fortement avec la progression inflammatoire. Le cirsiolol, la baicaléine, la lutéoline, la morine, la glangine et la catéchine sont des flavonoïdes qui inhibent une enzyme 5-lipoxygénase (Sekiya et Okuda, 1982; Baumann, 1980). La chrysin, l'apigénine et la phlorétine réduisent l'activité de la cyclooxygénase et inhibent l'agrégation plaquettaire (Landolfi *et al.*, 1984).

La myricétine et la quercétine bloquent l'action de la cyclo-oxygénase et de la lipoxygénase à des concentrations relativement élevées, mais en présence de ces formulations à de faibles concentrations, elles inhibent la lipoxygénase (Cruz *et al.*, 1998).

D) Activité anti-allergique

Les flavonoïdes sont connus pour leurs effets antiallergiques. Il inhibe les enzymes qui aident à libérer l'histamine. À partir de mastocytes et basophiles ce sont: AMPC phosphodiesterase et Ca⁺⁺ ATP ase (Kotani *et al.* 2000 ; Yamamura et Ozawa, 1998).

E) Activité contre les ulcères gastriques

Les flavonoïdes sont capables de protéger la muqueuse contre plusieurs agents induisant des ulcères gastriques, le flavonoïde hypolaéline-8-glucose extrait des types de *sideritisa* une activité contre les ulcères gastriques (Villar *et al.*, 1987).

La naringine et la quercitrine possèdent toutes deux une activité anti-ulcéreuse testée sur les rats, ont induit des ulcères avec de l'éthanol. Il a été constaté que la quercitrine a des

effets protecteurs sur les cellules et inhibe la production de leucotriènes en produisant du mucus aux propriétés antioxydantes (Martin et *al.*, 1994). D'autre part, la quercitrine inhibe la production d'*Helicobacter polii* et d'acide par les cellules pariétales en réponse à stimulation par l'histamine et AMPC dibutyrique (Shin et Liang, 2004).

F) Inhibiteurs enzymatiques

Certains flavonoïdes ont la propriété d'inhiber les enzymes respiratoires, en particulier la NO synthase. Il s'agit de flavonoïdes saturés en position C2-C3 qui comprennent une fonction cétone en C4 et un groupe hydroxyle en C3', C4' et C5 (Harborne et Williams, 2000).

Les biflavones du *Ginkgo biloba* inhibent l'activité de la leptine phosphodiesterase, qui est importante dans les réactions d'auto-oxydation des lipides (Dell'Agli and Bosisio, 2002).

Les enzymes kinases telles que la Kinase C (PKC) qui sont particulièrement impliquées dans la progression inflammatoire, la progression sécrétoire et la production lymphocytaire sont inhibées par la quercitrine, la fisétine et la lutéoline (Ferriola et *al.*, 1989).

La génistéine et la quercétine inhibent les protéines tyrosine kinase (PTK) qui sont des enzymes importantes dans plusieurs voies de signalisation telles que la régulation, la transduction et la croissance cellulaire, la mobilité cellulaire et l'adhésion aux cellules (Qian and Weiss, 1997; Akiyama et *al.*, 1987).

I/7. B. Terpènes de l'armoise

Les terpènes sont des polymères constitués d'unités en C5 (isopentylpyrophosphate). Les mono terpènes (en C10) sont des substances légèrement volatiles qui forment les huiles essentielles. Ils protègent les végétaux contre les parasites, inhibent la croissance bactérienne et attirent les animaux pollinisateurs.

Les principaux mono terpènes identifiés dans l'Armoise sont le thujone (mono terpène lactone), le 1,8-cinéol et le thymol14.

Des mono terpènes alcooliques (yomogi alcool, santoline alcool) ont été mis en évidence. On a aussi identifié des sesquiterpènes (3 unités en C5) et des sesquiterpènes lactones dans plusieurs chemotypes du Moyen-Orient.

La thuyone est probablement l'un des constituants terpéniques les plus bioactifs de l'Armoise. Son nom provient de Thuya (*Thuja occidentalis*) plante de laquelle il a été extrait pour la première fois. Ce composé a été identifiés également dans d'autres espèces, comme l'Absinthe (*Artemisia absinthium*) et l'Armoise romaine (*Artemisia pontica*). Structurellement lié au menthol, il est constitué d'un cycle en C6 (cyclohexane) avec en plus un groupement exo cyclique isopropyl et un groupement lactone.

La thuyone est un composé chiral présent à l'état naturel sous forme de deux stéréoisomères: l'alpha-thuyon et le bêta-thuyon (Patocka et Plucar, 2003).

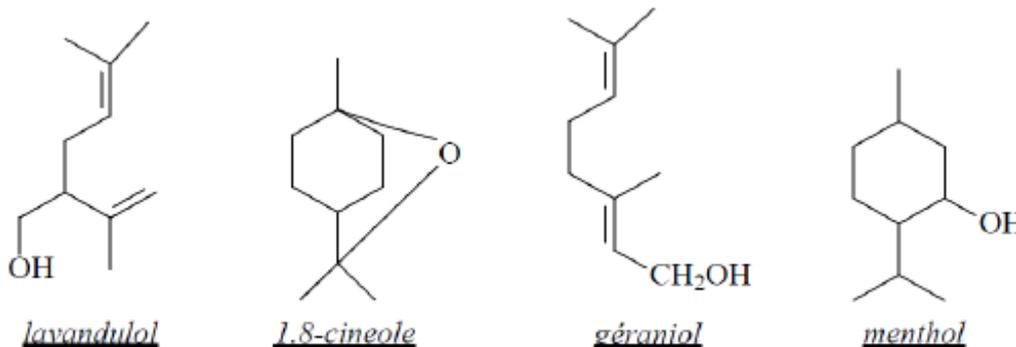


Fig.5 : la structure de quelques mono terpènes (Kaloustian et Hadji-Minaglou, 2012)

I/1-7. C Composition chimique de l'huile essentielle

La composition chimique des huiles essentielles extraites à partir de genre *Artemisia* a été largement étudiée dans plusieurs espèces partout dans le monde. L'odeur forte et aromatique de certaines espèces de ce genre est due principalement à la haute concentration de terpènes volatiles.

De nombreuses études ont montré que les espèces du genre *Artemisia* affichent des variations intra-spécifiques significatives dans les constituants terpéniques de leurs huiles essentielles. Dans certains cas, la variation dans les composés volatiles de ces plantes peut se produire lors de la croissance de la plante aux différentes altitudes (Abad *et al.*, 2012).

Au cours des dernières décennies, l'huile essentielle de l'*Artemisia herba alba* a été soigneusement étudiée et la diversité dans la composition de cette huile recueillie dans différents pays a conduit à de nombreux chemotypes. Généralement, l'huile a été en grande partie rapporté être composée de monoterpénoïdes, principalement oxygénés tels que le 1-8 cinéole, chrysanthénone, α et β thujones et le camphre comme composants majeurs (Mohamed *et al.*, 2010 et Salido *et al.*, 2004).

Ces travaux mettent en évidence une grande variabilité chimique. A titre d'exemple une étude concernant la composition chimique pour les échantillons des huiles essentielles originaire de l'Espagne (plusieurs sites de récolte) (Salido, S *et al.*, 2004) a révélé l'existence de plusieurs chemotypes:

- Une huile essentielle riche en p-cymène (19.9 %), elle renferme aussi l' α pinène (17.2%), myrcène (10.9%), 1,8-cinéole (8.6%) et le camphre (8.5%).

- Un deuxième chemotypes caractérisé par la prédominance du cis-chrysanthénol (28.8%), elle renferme également le 1,8-cinéole, p-cymène, et le camphre.
- Un autre échantillon est dominé par le 1,8-cinéole (18.8%), camphre (10.2%), et p-cymène (6.7%).
- Une huile essentielle renfermant la davanone (29.1%), le p-cymène (9.2-18.4%), le γ terpinène, et le myrcène.
- Le 1,8-cineole (50%) est le produit majoritaire de l'échantillon provenant du désert Palestinien. Cet échantillon renferme aussi les thujones α et β (27%) et d'autres mono terpènes oxygénés; terpinène-4-ol (3.3%), le camphre (3%), et le bornéol (3%). (Feuerstein et *al.*, 2006).
- Une étude montre la richesse de l'huile essentielle d'*A. herba alba* originaire de la Jordanie en α , β -thujone (16.2 %) et (8.5%) respectivement, cette essence renferme aussi l'alcool santolina (13%), et la cétone d'Artemisia (12.4%). Elle renferme également des traces du 1,8-cinéole, du camphre, et l'acétate du chrysanthényl (Hudaib et *al.*, 2006).
- Une autre étude a montré que le cis β -terpinéol est le composant majoritaire (11.3%) de l'échantillon provenant d'Iran. Le camphre, sabinène, et camphène, étant présents avec des teneurs appréciables (16.11, 5.18, 4.8%) (Nezhadali et *al.*, 2009).
- L'huile essentielle d'*A. herba alba* Tunisienne est riche en α -thujone (43-85%), trans-acétate de sabinyle (17-46%), et la β -thujone (10.10%), elle renferme également le 1,8-cinéole (3.3%) et la chrysanthénone (2.32%) en faible quantité. Ce profil chimique est différent par rapport au profil chimique d'échantillons Algériens (provenant de différentes régions: Boussaâda, Batna, Djelfa et Khenchela) qui renferment une forte quantité de camphre (19.4%) (Benabdelkader, 2006) Le tableau qui suit nous donne des détails sur la composition de ces huiles.

Tableau 3 : Composition des huiles essentielles extraites d'*A. herba-alba* (en %) (KHEDDOUM, 2018)

Composés	AKROUT et al. (2010) Région de Beni-Khedache (Sud de Tunisie)	MIGHRI et al. (2006) Région de Kirchaou (sud-est tunisien)	BENMANSOUR (1999) Région de Tlemcen	BENDAHOU (2007) Région de Mechria
α -thujène	-	0,1	-	tr
α -pinène	-	0,3	3,21	0,1
camphène	0,8	1,5	0,73	3,2
β -pinène	-	0,7	-	0,2
myrcène	-	0,2	-	0,5
α -terpinène	-	0,9	-	0,3
<i>p</i> -cymène	1,5	2,2	-	0,8
1,8-cineole	6,0	12,2	-	3,7
γ -terpinène	1,1	1,7	-	0,2
lyratol	-	-	-	0,5
α -terpinéol	-	0,5	0,48	0,4
α -thujone	25,7	19,2	12,80	2,9
β -thujone	30	14,3	29,43	41,2
camphre	4,5	9,4	13,71	22,2
Terpinène-4-ol	2,8	-	-	0,2
thymol	-	0,2	-	0,1
sabinène	1,4	0,5	0,96	1,5

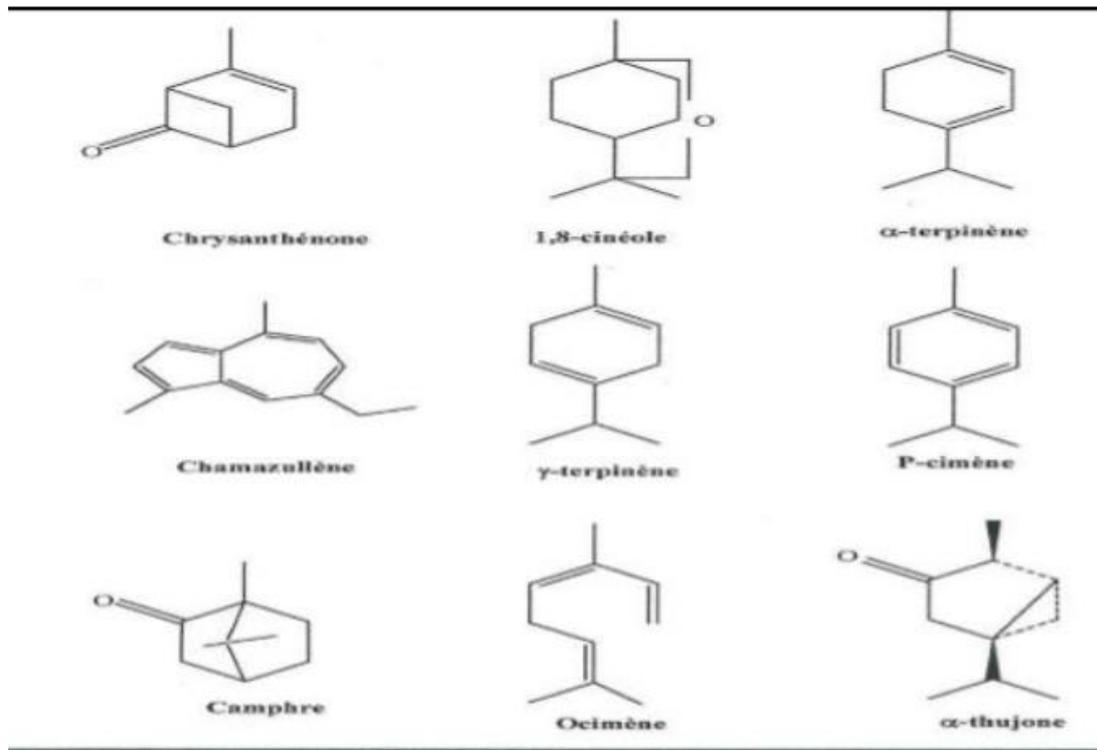


Fig.6 : Structures chimiques de quelques composés rencontrés dans les huiles essentielles
(Khebri, 2011)

C) Effets biologiques des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des mélanges naturels très complexes qui peuvent contenir plusieurs composés à des concentrations différentes. Elles sont caractérisées par 2 à 3 composants principaux (composés majoritaires) à des concentrations assez élevées (20 – 70%). Grâce à leur composition les huiles essentielles présentent des activités biologiques très intéressantes

Effets thérapeutiques des huiles essentielles

De nombreux chercheurs ont utilisé des huiles essentielles comme médicaments ou comme additifs à des médicaments. Buchbauer et Jirovety (1994) ont découvert qu'il pouvait utiliser les huiles essentielles en les inhalant ou comme crème pour la peau car ils agissent en décomposant les lipides hydrophiles dans la membrane cellulaire en modulant l'activité des canaux calciques.

A une certaine concentration, l'huile essentielle sature les membranes, provoquant une anesthésie locale, en fonction de leurs propriétés physicochimiques et de la forme des molécules, elles agissent sur les enzymes, les canaux ioniques, les transporteurs et les

récepteurs. Les effets physiologiques des huiles essentielles ont été observés chez l'homme, car elles stimulent le cerveau, réduisent l'anxiété et ont des activités antidépressives, en plus d'augmenter le flux sanguin cérébral.

L'examen de la littérature scientifique disponible publiée sur *A. herba alba* a montré que l'effet antidiabétique de cette plante était similaire à celle de répaglinide et l'insuline ordinaire (Ribnicky et al., 2004; Tastekin et al., 2006).

Activité antifongique

Les huiles essentielles et leurs composants présentent également une activité contre les champignons, activité qui est de mieux en mieux décrite. Un large éventail de pathogènes fongiques humains, animaux et agricoles ont montrés une importante sensibilité aux huiles essentielles *in vitro*, ce qui accroît l'intérêt pour leur application thérapeutique ou industrielle.

Parmi les pathogènes humains et animaux ciblés, les levures du genre *Candida* et les dermatophytes comme *Epidermophyton*, *Microsporum* et *Trichophyton* qui ont attiré le plus grand intérêt (Hammer et al., 1996; Hammer et al., 1999; Yu et al., 2004; Preuss et al., 2005).

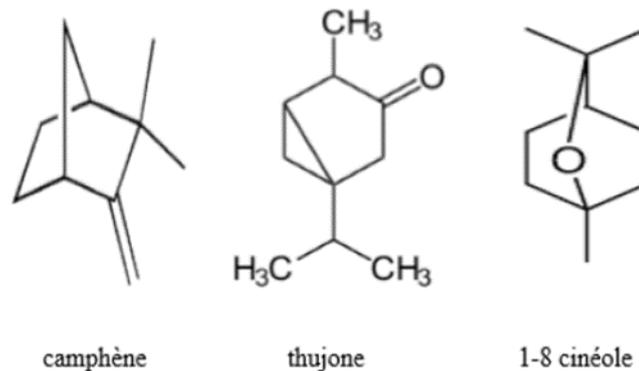


Fig.7 : Structures chimiques de quelques composés rencontrés dans l'huile essentielle d'*Artemisia herba alba*

I/8- Toxicité de l'*Artemisia herba alba*

L'armoise blanche est peu broutée au printemps par les herbivores, elle est comme légèrement toxique à cette époque.

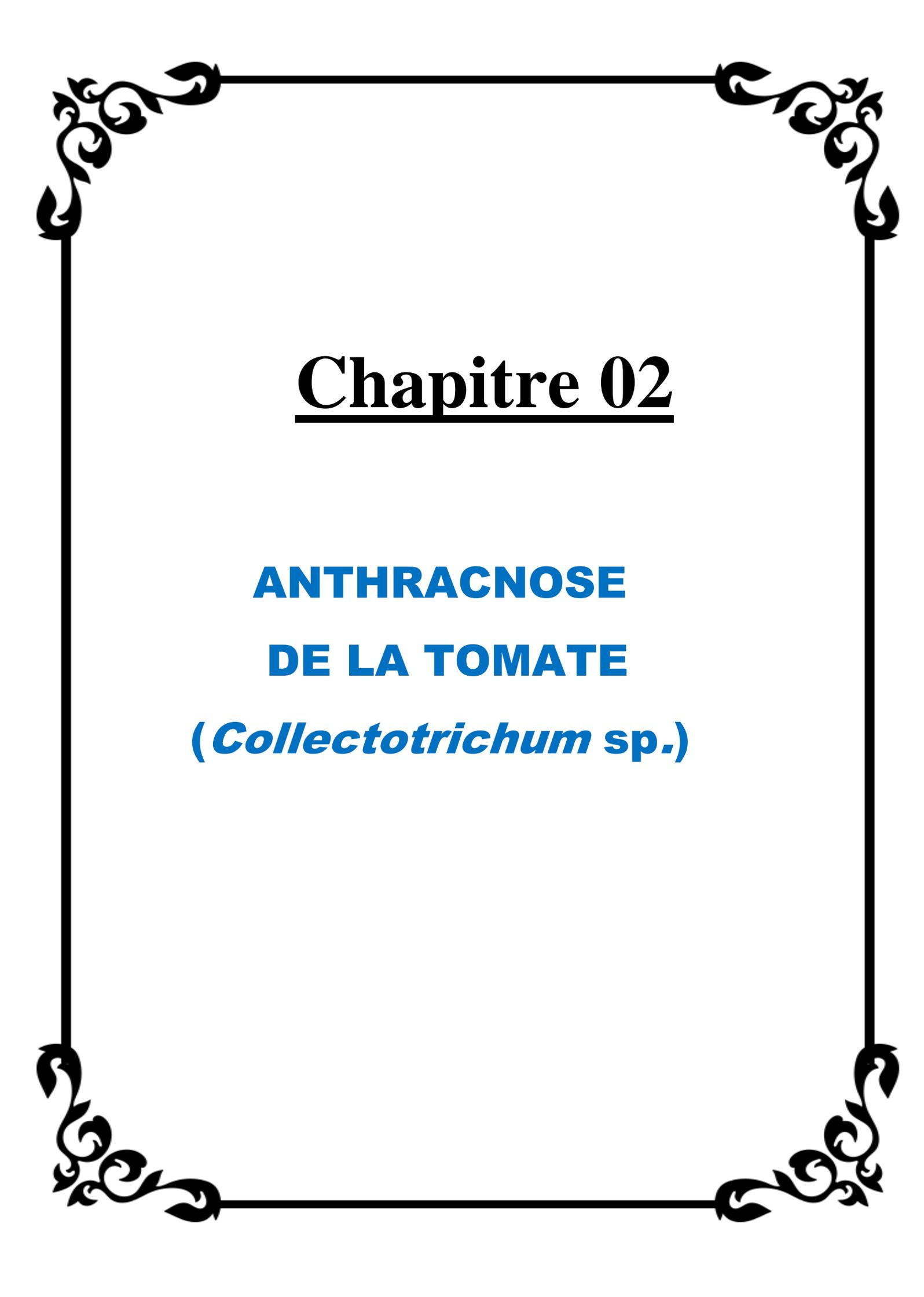
L'armoise à forte dose est abortive, neurotoxique et hémorragique la tuyone constitue la substance toxique et bioactive dans l'armoise et sa forme la plus toxique est l'alpha-tuyone. Elle a des effets convulsivantes (Aidoud, 1983 et Hatier, 1989). Son pollen provoque des diarrhées (Hatier, 1989). L'effet toxique d'*A. herba alba* est déterminé après injection à des rats femelles pesant 250-300 g pendant deux phases de temps entre 4 et 12 semaines. L'effet d'*A. herba alba* sur la fertilité est en cours d'étude pour un certain nombre de rates gravides et de fœtus en bonne santé. Il a été découvert qu'*A. herba alba* à quatre semaines n'avait aucun effet sur la fertilité, une réduction significative de la relation entre le poids ovarien et le poids fœtal chez le rat. Alors qu'à la semaine 12, il y a une diminution de l'incidence de la grossesse et du nombre de zones d'implantation par rapport au témoin pendant la période de traitement. Les rats recevant le traitement au cours de la 12e semaine présentent une diminution du poids ovarien et du nombre de fœtus sains. Ces résultats indiquent qu'à long terme des effets opposés de l'armoise dans le système reproducteur et la fertilité des rats femelles sont révélés (Almasad et al., 2007).

Des essais sur les propriétés insecticides de l'huile essentielle d'*A. herba alba* sont menés dans le cadre de la lutte biologique contre *Euchorthippus albolineatus*, un grand ravageur des cultures agricoles (Zaim et al., 2012). Les résultats obtenus ont montré que cette huile a manifesté une bonne activité acridicide.

Dans une étude de 12 extraits aqueux de plantes médicinales traditionnelles utilisées en Jordanie pour inhiber le venin des serpents et des scorpions chez l'homme, le potentiel d'activité anti-venin a été estimé. Parmi les plantes testées, 9 extraits se sont avérés inhiber les activités de dégradation des globules rouges pour les toxines 1 et 2, et l'extrait de plante *A. herba alba* s'est avéré avoir le meilleur effet d'inhibition à 100% (Sallal and Alkofahi, 1996).

Aussi, Sharifian et al. (2012) ont suggéré que l'huile essentielle de l'armoise blanche pourrait avoir un effet potentiel comme agent de contrôle contre *Callosobruchus maculatus* et *Rhyzopertha domonica*.

D'autre part un effet antifongique important contre les champignons responsables de la détérioration des aliments a été démontré notamment sur plusieurs espèces: *Aspergillus*, *Microsporum*, *Mucor*, *Penicillium*, *Eurotium*, *Debaryomyces*, *Pichia*, *Zygosaccharomyces* et *Candida* (Cosentino et al., 2003; Holley et al., 2005).



Chapitre 02

ANTHRACNOSE

DE LA TOMATE

(Collectotrichum sp.)

II-La tomate

II-1-Généralité

La tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) compte parmi les cultures légumières les plus importantes du monde (Shankara, 2005). Selon le Fond des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), elle occupe la première place dans la production maraîchère après la pomme de terre et deuxième ressource alimentaire mondiale après les céréales. Elle est adaptée à des conditions de culture très variées et destinée à la consommation en frais ou à la transformation industrielle (Causse *et al.*, 2000). Elle est cultivée dans plus de 170 pays. En 2009, la production mondiale de tomates s'élevait à plus de 141 millions de tonnes métriques (Mt). Cette production continue d'augmenter tous les ans de plusieurs millions de tonnes, sans tenir compte des stocks issus des cultures vivrières (Viron, 2010).

Cependant, dans la région caribéenne, les producteurs de tomate sont confrontés à d'importantes pressions de bio-agresseurs dans les plantations de tomate.

Malgré son importance nutritive et économique, il y'a un manque accru dans la production de la tomate. Ceci est dû, essentiellement, aux agents phytopathogènes qui causent des maladies plus ou moins graves sur cette plante (Balanchard, 1992).

II-1-2-Origine et historique de la tomate

La tomate est originaire du nord-ouest de l'Amérique du sud (Colombie, Equateur, Pérou, nord du Chili), introduite en Europe, Italie, Espagne au XVI siècle comme plante ornementale. Elle est cultivée depuis le XVIII siècle pour son fruit, consommé comme légume. La plante étant de la même famille que la belladone, ses fruits n'étaient pas considérées comme comestible, mais utiles en médecine (Jean-Claude *et al.*, 2003). Longtemps appelée (pomodoro), son nom de tomate n'a été accepté par l'académie française qu'en 1835.

En 1905, la tomate est introduite en Algérie par les espagnols dans la région ouest (Oran) puis elle s'étendit vers le centre (Latigui, 1984). Etymologiquement, le mot tomate est une déformation du mot inca Tomalt et le mot Lycopersicum qui signifie en latin "Pêche de loup", appellation peu alléchante à laquelle on a ajouté au XVIIIe siècle l'adjectif esculentum à cause des propriétés gustatives de ce légume fruit (Naika *et al.*, 2005).

II-1-3- Classification botanique

La classification de la tomate se base essentiellement sur le type de croissance, la nature génétique, la forme et la grosseur des fruits, le nombre moyen de loges par fruits, la résistance aux maladies et la qualité commerciale et industrielle de la variété (Kolev, 1976).

C'est une espèce de plante herbacée de la famille des Solanacées. Selon Dupont et Guignard, (2012) et Spichiger et *al.* (2004) la tomate appartient à la classification suivante

Règne	Plantae
Sous règne	Trachenobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous classe	Asteridae
Ordre	Solanales
Famille	Solanaceae
Genre	Lycopersicum
Espèce	<i>L. esculentum</i> Miller

2-1-Le système racinaire de la tomate

La tomate possède de fortes racines pivotantes qui poussent jusqu'à une profondeur de 50 cm ou plus. La racine principale produit une haute densité de racines latérales et adventives (Shankara, 2005), tandis que les racines secondaires font plus horizontalement leur fonction, en plus de fournir l'ancrage, elles absorbent les éléments nutritifs de l'eau et du sol. Dans les climats tempérés, les racines des plantes suivent le long des stations d'alimentation dans lequel il n'y a pas de croissance (Fig. 7).



Fig. 8 : Les racines de la tomates (Dufour, 2011)

2-2-La tige de tomate

La tige de tomate, comme celle des autres solanacées est vigoureuse et ramifiée. Le port de croissance varie entre érigé et prostré (Popelka et *al.*, 2004).

La tige pousse jusqu'à une longueur de 2 à 4m, pleine, fortement poilue et glandulaire, se ramifie souvent pour donner un arbuste large et empli. Elles sont relativement faibles, donc elles ont besoin de tuteurs pour soutenir le fruit sans problème



Fig. 9 : Représentation photographique de la tige de tomate

II-2-3- Les feuilles de tomate

Les feuilles sont disposées en spirale, 15 à 50 cm de long et 10 à 30 cm de large avec un pétiole mesurant entre 3 et 6 cm de long (Fig10).

Les folioles sont ovées à oblongues, couvertes de poils glandulaires. Les grandes folioles sont parfois pennatifides à la base (Graham and Vance, 2003). L'inflorescence est une cyme formée de 6 à 12 fleurs. Le pétiole mesure entre 3 et 6 cm, la feuille répand une odeur caractéristique, due à la solanine, si on la froisse.

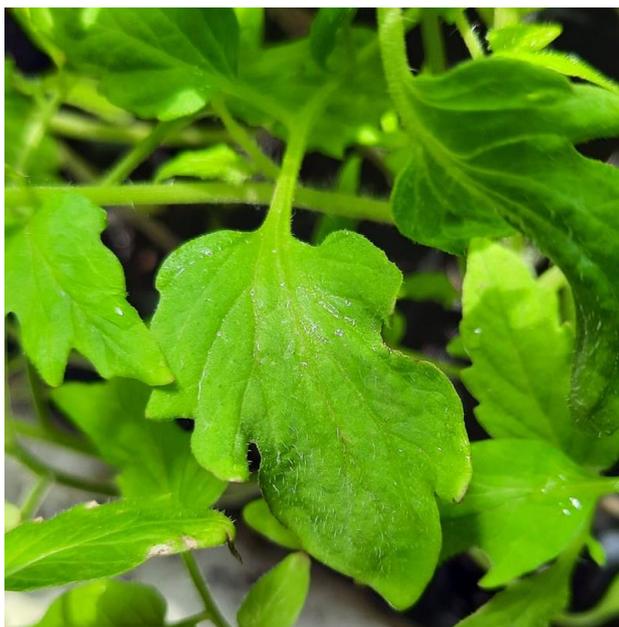


Fig. 10 : Illustration des feuilles de tomate (Original, 2021).

II-2-4- Les fleurs de tomate

Les fleurs sont bisexuées, régulières de 1.5 et 2 cm de diamètre. Elles poussent opposées aux feuilles ou entre elles. Le tube de calice est court et velu. Les sépales sont parfois persistants. La corolle est constituée en générale de six pétales qui peuvent atteindre une longueur de 1 cm. Elles sont jaunes et quatre étamines, les anthères ont une couleur jaune vif et entourent le style qui a une extrémité stérile allongée (Fig 11). Le gynécée renferme l'ovaire qui est formé de deux à neuf carpelles. En générale la plante est autogame, mais la fécondation croisée peut avoir lieu grâce aux abeilles et aux bourdons qui sont les principaux pollinisateurs (Linné, 1992).



Fig. 11 : Illustration de la fleur de tomate (Rotem et *al.*, 1970)

II-2.5. Le fruit de la tomate

Est une baie charnue, de forme globulaire ou aplatie avec un diamètre de 2 à 15 cm. Lorsque le fruit n'est pas encore mûr, il est vert et poilu, en revanche, la couleur des fruits mûrs varie du jaune au rouge en passant par l'orange. Le fruit à maturité peut se présenter soit, rond et régulier ou côtelés (Fig12). La maturité du fruit peut continuer même après la cueillette, c'est un fruit climactérique. Comme d'autres fruits, les tomates sont développées à partir de l'ovaire de la fleur (Perfect et *al.*, 1999); leur échéance sont continuellement exposés à la lumière et dans chacun d'eux il y a des grains.



Fig. 12 : Le fruit de la tomate (Kenneth, 2011)

II-2-6-Les graines de tomate

Nombreuses, en forme de rein ou de poire, poilues, beiges, de 3 à 5 mm de long et de 2 à 4 mm de large (Fig 13). L'embryon est enroulé dans l'albumen. Le poids de mille graines est en moyenne de 3 g (Shankara, 2005). Le cycle de la graine à la graine, est variable selon les variétés et les conditions de culture, il est en moyenne de 3.5 à 4 mois (7 à 8 semaines de la graine à la fleur et 7 à 9 semaines de l fleur au fruit). Leur couleur, d'abord verdâtre, vire généralement au rouge à maturité, mais il en existe des blanches, des jaunes, des roses, des oranges et des bicolores (Gallais et Bannerot, 1992).



Fig. 13 :

Les

graines de la tomate (Cerkauskas, 2005).

II-3-La culture de la tomate en Algérie

La culture de la tomate occupe une place prépondérante dans l'économie agricole algérienne près de 33 000 ha sont consacrés annuellement à la culture de tomate (maraichère et industrielle). Donnant une production moyenne de 11 millions de quintaux et des rendements moyens d'environ 311 Qx/ha ces derniers demeurent faibles et assez éloignés de ceux enregistrés dans d'autres pays du bassin méditerranéen (Tunisie, Maroc, France Italie) producteurs de tomate, ou les rendements varient entre 350 Qx/ha à 1500 Qx/ha (FAO, 2008).

Le rendement actuel en Algérie estimé, selon le manager générale de la conserverie (CAB), à 15 tonnes/hectare contre 45 à 75 tonnes en Tunisie et à 68 tonne/hectare en Italie. En chine, il est de 66 tonne/hectare. Donc, le rendement de l'Algérie reste loin de celui des pays concurrents bien qu'elle dispose d'atouts importants pour le développement de cette filière.

La filière de tomate dans notre pays est pénalisée par des conditions de culture difficiles et des méthodes de production traditionnelles. Cette situation a engendré un déficit dans la couverture des besoins nationaux durant ces dernières années.

Les agriculteurs algériens continuent toujours d'utiliser des méthodes traditionnelles et archaïques de production qui ne répondent pas aux normes internationales (Young and Udvardi, 2009).

II-4-Valeur nutritionnel de la tomate

La composition biochimique des fruits de tomate fraîche dépend de plusieurs facteurs, à savoir: la variété, l'état de maturation, la lumière, la température, la saison, le sol, l'irrigation et les pratiques culturales. Le jus représente la majeure partie des constituants physiques de la tomate. Une tomate mure est composée d'environ 90 % d'eau soit 5 à 10 % de matière sèche (m.s) environ la moitié de la matière sèche est composée de sucres (glucose et fructose essentiellement), un quart d'acides organiques, d'acides aminés, de minéraux et de lipides, et un quart de protéines, pectines, cellulose et hémicellulose. Il existe en général une corrélation positive entre la matière sèche soluble et la matière sèche totale. Le contrôle de la teneur en matière sèche des fruits est un premier pas vers le contrôle de l'élaboration de la qualité des tomates. C'est un point essentiel mais qui n'est pas suffisant. En effet à teneur en matière sèche égale, la tenue et la texture des fruits peuvent être extrêmement variables (Khiat et Guerfi, 2018).

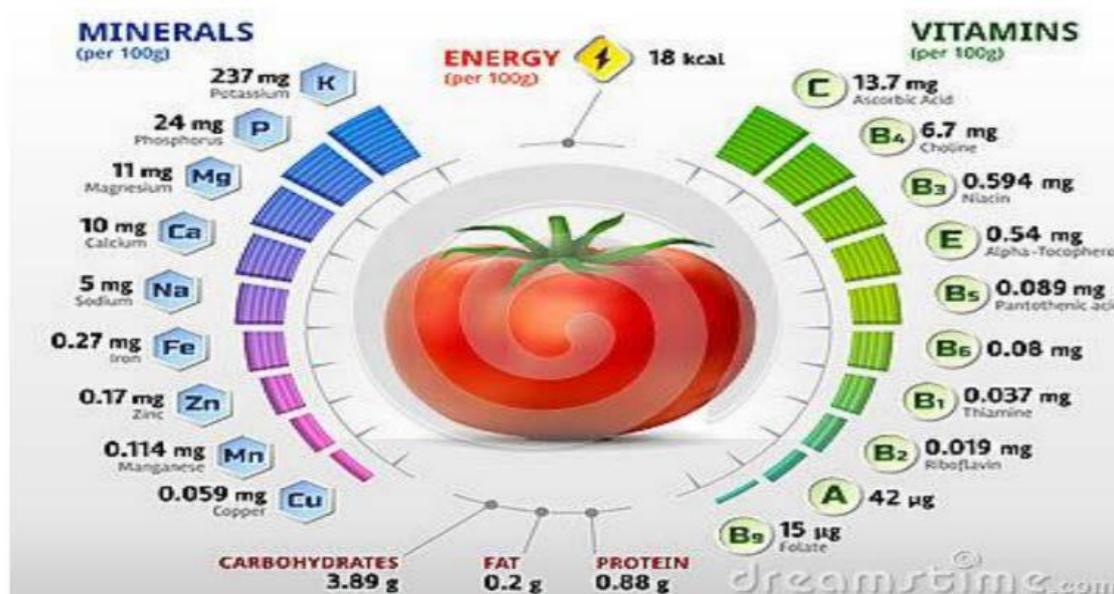


Fig. 14 : Représentation des différentes composantes de la tomate (Chader et Laabadla, 2018).

II-5-Les facteurs affectant la production de la tomate

II-5-1- La température

La température optimale pour la plupart des variétés se situe entre 21 et 24 °C. Les plantes peuvent surmonter un certain intervalle de température, mais en-dessous de 10 °C et au dessus de 38 °C, les tissus des plantes seront endommagés (Shankara, 2005). La tomate peut réagir aux variations de température ayant lieu pendant le cycle de croissance. Ceci se manifeste par la vulnérabilité enregistrée sur la germination des graines, la croissance des semis, la floraison, la mise à fruits ainsi que la qualité des fruits.

Lorsque des périodes de froid ou de chaleur perdurent pendant la floraison, la production de pollen sera réduite et celle de la formation des fruits par conséquent. Il est indispensable de semer la tomate avant la saison de l'hiver pour éviter que le gel tue ses tiges.

La tomate est peu sensible au photopériodisme, mais est exigeante en énergie lumineuse. Un faible rayonnement lumineux réduit le nombre de fleurs par bouquet et affecte la fécondation (Cirad et Gret, 2002). En outre, l'intensité de la lumière affecte la couleur des feuilles, la mise à fruits et la couleur des fruits.

II-5-2-La lumière

La tomate n'est pas sensible au photopériodisme ; cependant son développement exige de fortes quantités de lumière (Benamara, 1982). La longueur de l'obscurité est essentielle pour le contrôle de la croissance et le développement de la tomate. Le développement reproducteur de la tomate est fortement influencé par la quantité totale d'énergie que reçoit la plante quotidiennement (Kind, 1985). Cette quantité dépend à la fois de la photopériode et de l'intensité lumineuse. La lumière intervient sur la croissance et la fructification de la tomate par sa durée (Chtiwi, 2000 in Merdaci et Atia, 2006).

II-5-3-Les éléments minéraux

Il existe deux périodes d'absorption accélérée l'une suite à l'apparition des boutons floraux, l'autre se situe au moment de l'anthèse, par ailleurs l'absorption est fortement influencée par un certain nombre de facteur du sol et du milieu (Hachemi, 1999).

II-5-4- Eau et humidité

La plante ne tolère pas les taux d'humidité élevés (de plus de 80%). Ce sont les deux facteurs qui la rendent plus vulnérable aux maladies. La prévention d'un apport en eau se fait est essentielle pendant la fructification (Munro et Small, 1998). Le stress causé par une

carence en eau et les longues périodes arides fait tomber les bourgeons et les fleurs et provoque le fendillement des fruits.

II-5-5-pH

La tomate tolère modérément un large intervalle de valeurs du pH (niveau d'acidité, mais pousse le mieux dans des sols où la valeur du pH varie entre 5,5 et 6,8 et où l'approvisionnement stimule une bonne croissance (Shankara, 2005).

II-5-6- Sol

La tomate pousse bien sur la plupart des sols qui ont une bonne capacité de rétention de l'eau, une bonne aération et qui sont libres de sels. Elle préfère les terres limoneuses profondes et bien drainées (Chibane, 1999).

Les maladies de la tomate

De la levée et pratiquement jusqu'à la récolte, les cultures de la tomate sont sujettes à de nombreuses maladies causées par divers pathogènes tels que: les virus, les bactéries, les champignons, les nématodes et les insectes etc.... (Causse, 2000).

Les maladies dites fongiques (causées par les champignons) sont les plus fréquentes. Une infection fongique est souvent causée par des spores qui y ont germé puis ont pénétré les tissus de la plante par le biais des stomates, des blessures ou parfois même directement à travers la peau de la plante. Les filaments mycéliens se développent dans les tissus, en tirent les éléments nutritifs et ils y exsudent des substances toxiques pour la plante.

III-1-L'anthracnose

III-1-2- Définition

L'anthracnose ou maladie du charbon, selon les racines grecque et latin du terme est une maladie cryptogamique qui affecte plusieurs plantes cultivées. Parmi les arbustes fruitiers les plus exposés à cette pathologie, on cite le cerisier, le framboisier, le haricot, le pois. La tomate est un exemple de plante potagères sensibles à l'anthracnose (Dita *et al.*, 2003).

III-3-Description des symptômes

Le dommage différent selon les parties atteintes

❖ Sur les fruits

Les premiers symptômes apparaissent plutôt sur des fruits murs sous la forme de petites lésions brun clair qui évoluent en taches circulaires, légèrement déprimées, et humides. Reparties au hasard ces lésions s'étendent, se creusent progressivement et s'assombrissent. La chair sous-jacente prend une teinte plus claire et une texture granuleuse. Le centre des lésions évoluées prend une teinte brunâtre et des punctuations noires apparaissent, qui correspondent aux micros sclérotés produites par le champignon. La cuticule des fruits reste intacte; elle peut se couvrir de petites masses de spores muqueuses, couleur saumon, en conditions climatiques humides (Fig. 15). Signalons que plusieurs taches présentes sur les fruits peuvent confluer et entraîner une large pourriture (Duval, 1991).

L'évolution plutôt lente des taches et la présence des micros sclérotés et des acervules sur ces dernières permettent d'identifier facilement cette mycose.



Fig. 15 : Symptôme de l'anthracnose sur le fruit de la tomate (Mark et Edmunds, 2005)

❖ Sur les feuilles

Les signes qui apparaissent sur les jeunes feuilles sont sous forme de taches circulaires décolorées ou des lésions nécrosées irrégulières (Fig 16).



Fig. 16 : Symptôme de l’anthracnose sur feuilles de tomate (Hansen, 2009)

Par temps favorable, les zones nécrosées s’étendent et peuvent recouvrir tout le limbe des feuilles. Celles-ci semblent desséchées par un vent chaud et sec brûlées par le gel, selon la saison. Les champignons envahissent ensuite le système vasculaire, causent l’assèchement des pétioles et la chute prématurée des feuilles. A un stade avancé, on peut voir de petits points noirs sur les feuilles des lésions aqueuses foncées marquent les fruits et des chancres (plaies) se développent sur les jeunes rameaux. Par conséquent, les fruits pourrissent et les pousses terminales se dessèchent. Parfois, les plantes annuelles meurent (Kenneth, 2014).

III-1-4-L’agent pathogène

La maladie de l’anthracnose causée par *Colletotrichum gloeosporioides* est une source de préoccupation majeure chez les agriculteurs. *Colletotrichum* est un genre pathogène omniprésent. Ce champignon infecte les monocotylédones (gazon) et les dicotylédones supérieures (anacardiers). *C.gloeosporioides* est largement distribué c’est un pathogène végétal commun dans le monde (Sutton, 1992, Cannon *et al.*, 2000).

Le champignon est plus abondant dans les régions tropicales et subtropicales que dans les régions tempérées (CAB international, 2005). Ces pathogènes infectent environ 470 genres hôtes différents.

Le pathogène provoque également des problèmes post-récolte (Prusky et Plumbly, 1992) et agit également comme des souches endophytes isolées de parties de plantes asymptomatiques (Cannon et Simmons, 2002; Lu *et al.*, 2004, 2005).

III-1-5-Mode d'infection

Colletotrichum gloeosporioides suit le mode d'infection hémibiotrophique ou des phases biotrophes et nécrotrophes sont séquentiellement présentes. Tout d'abord, l'agent pathogène établit une interaction avec l'hôte en produisant un appressorium mélanisé puis pénètre dans la cuticule hôte. Après la pénétration, des vésicules d'infection et des hyphes primaires sont formées. Ces structures sont quelque peu semblables à l'haustoria (formé par les oïdiums et les champignons de la rouille) ne causent aucun dommage à l'hôte. Cette étape de l'infection est appelée phase biotrophique. Plus tard, des hyphes secondaires nécrotrophes se développent et se propagent pour tuer la cellule hôte (Munch *et al.*, 2008). *Colletotrichum gloeosporioides* est une espèce de champignons ascomycètes, il appartient au genre

Classification de *Colletotrichum gloeosporioides*

Colletotrichum suit la classification suivante selon Bissett (2004) in BENKADA (2006)

Règne	Fungi
Sous règne	Dikarya
Division	Ascomycota
Sous division	Peziziomycotina
classe	<i>Sordariomycetes</i>
Ordre	<i>Glomerellales</i>
Famille	<i>Glomerellaceae</i>
Genre	<i>Colletotrichum</i>
Espèce	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> L.

III-1-6-Périodes d'infection

Les infections peuvent se déclencher n'importe quand, lorsque la température est comprise entre 10 °C et 30 °C (50 – 86 °F). Les foyers s'étendent rapidement durant les périodes prolongées d'humectation des feuilles. Bien que les symptômes ne se manifestent que sur les fruits mûrs, l'infection peut débuter sur les fruits verts.

Les traitements de fongicides doivent commencer suffisamment tôt pour empêcher l'infection du fruit lorsqu'il est encore vert.

III-1-9- Moyens de lutte

- ✓ Pratiquer une rotation d'au moins trois ans, exempte de cultures de la famille solanacées.
- ✓ Éliminer les mauvaises herbes qui peuvent être les hôtes du champignon de l'anthracnose.
- ✓ Utiliser des semences traitées ou exemptes de maladies.
- ✓ Des pulvérisations fongicides au moment optimal sont efficaces pour réduire l'importance des pertes que cette maladie peut engendrer.



Chapitre 03

Partie *Expérimentale*

Chapitre 3: Partie expérimentale

3-1-Matériel et méthodes

Ce travail est réalisé au laboratoire de protection des végétaux et de biochimie de la faculté des Sciences de la nature et de la vie, Université Mostaganem.

L'objectif principal de cette étude est la mise en évidence d'un éventuel effet antifongique «*in vitro*» et «*in vivo*» de l'huile essentielle des feuilles et tiges de l'armoise blanche, sur l'agent de l'anthracnose de la tomate, maladie cryptogamique très répandue affectant la tomate.

3-1-1. Effet «*in vitro*» de l'huile essentielle de l'*Artemisia herba alba* sur la croissance de *Colletotrichum gloeosporioides*.

I-1 -1-Le matériel végétal

La récolte du matériel végétale a été effectuée au mois d'avril à Mostaganem - Algérie. La plante à été séchée pendant deux semaines, une fois séchée le matériel végétal a été conservés à l'abri de la lumière et de la chaleur jusqu'à son utilisation.

2-1-Extraction de l'huile essentielle d'*A herba alba*

La plante a été séchée pendant deux semaines, ensuite broyée, puis conservée à l'abri de la lumière et de la chaleur jusqu'à son utilisation.

300 g de matière végétale (tige + feuilles) (fig. 18), sont coupée en mini morceaux de 2 cm à 3 cm de long et lavée, puis placée dans un ballon rempli d'eau (1 litre). Celui-ci est soumis à l'ébullition. Les vapeurs d'eau riches en huile sont entraînées le long de la colonne, puis condensées dans le réfrigérant. L'eau contenant de l'huile est récupérée dans une ampoule à décanter. Après décantation, celle-ci est séparée minutieusement de la partie aqueuse (fig. 19), et conservée dans des flacons hermétiquement fermés à basse température et à l'abri de la lumière pour éviter toute dégradation de l'essence.



Fig. 17 : Appareil de Clevenger (Originale, 2021).



Fig. 18 : La matière végétale utiliser pour l'extraction (Originale, 2021)



Fig. 19 : la séparation de la partie huileuse et la partie aqueuse pendant l'extraction (Originale, 2021).

I-2-1-3- Calcul du rendement de l'extraction

Le rendement en Huile essentielle est le rapport entre le poids de l'huile extraite et le poids du matériel végétal utilisé (Akroute, 2001). Le rendement est exprimé en pourcentage (%) est calculé par la formule suivante :

$$R (\%) = (Ph / Pv) \times 100$$

R : rendement de l'huile en %,

Ph : poids de l'huile en g,

Pv : poids du matériel végétal en g.

I-3- Matériel fongique

Le matériel fongique utilisé provient d'une colonie du champignon *Colletotrichum gloeosporioides* isolé à partir de tomates infectées, déjà utilisé et conservé au laboratoire de protection des végétaux. La colonie est régénérée et purifiée.

La technique pour régénérer et purifier ce champignon et le rendre actif est simple à réaliser, toute la difficulté est de réussir à garder un maximum de stérilité durant chaque étape du processus. Le but de cette technique est de prélever stérilement un morceau d'explant du champignon d'une boîte Pétri et de le déposer sur un substrat stérile (milieu PDA).

Il s'agit de chauffer la lame du scalpel à rouge et la laissez refroidir quelques secondes devant un bec benzène (en faisant attention à ne pas tuer le tissu en le brûlant) avant de prélever un petit morceau d'explant, de 0,5-1cm de diamètre et la mettre dans une boîte Pétri sur du milieu PDA. En effet, un gros morceau de tissu augmenterait les risques de contaminations: plus la surface de prélèvement est grande et plus il y a des chances pour qu'elle soit contaminée (Fig. 21). Les boîtes sont placées ensuite dans un incubateur.

La purification a pour but de faciliter l'identification. En fait, les colonies développées autour des fragments du végétal ne sont jamais pures et dans la plupart des cas sont associées à d'autres champignons ou bactéries, ce qui nécessite une opération de purification avant toute manipulation. Pour cela, nous avons réalisé des repiquages successifs de manière aseptique.



Fig. 20 : Régénération et purification de l'isolat de *Colletotrichum gloeosporioides* (Original, 2021).

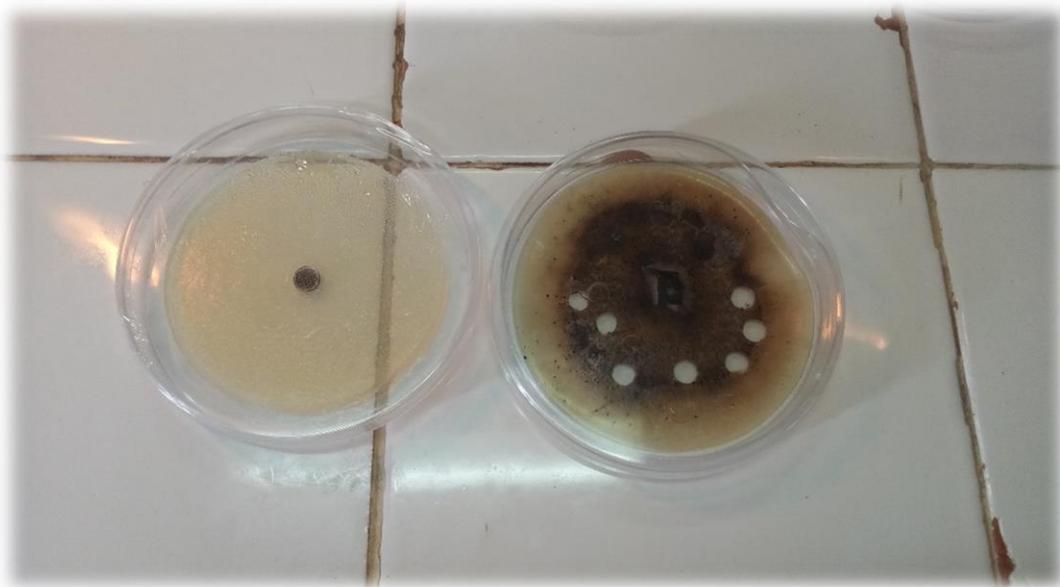


Fig. 21 : isolat de *Colletotrichum gloeosporioides* après repiquage dans une boîte de Pétri (Originale, 2021).

III-5- Conduite de l'essai

L'huile essentielle à tester est incorporée à des concentrations variables dans le milieu de culture (PDA). Après solidification, le milieu estensemencé par *Colletotrichum gloeosporioides* et mis à incubé (Tantaoui et *al.* , 1992; Fandohan, 2004).

Compte tenu de la non miscibilité des huiles à l'eau et par conséquent au milieu de culture, une mise en émulsion de ces huiles a été réalisée par le tween 20 (0.5%) afin d'obtenir dans le milieu une répartition homogène des composés à l'état dispersé (Belabid et *al.*, 2010).



Fig. 22 : Tube Eppendorf contenant de l'huile essentielle + tween 20 (Original, 2021).



Fig. 23 : Flacons contenant du PDA (Original, 2021).

Quatre concentration (0,01%, 0,025%, 0,50% et 1%) de l'huile essentielle de l'armoise avec du tween 20, sont incorporés dans le milieu de culture PDA (Annexe). Après autoclavage à 120°C pendant 45 min, les concentrations ainsi obtenus sont coulé dans des boites de pétri. Deux témoins ont été retenus, un négatif constitué de milieu PDA sans aucun ajout et un positif contenant du milieu PDA et du tween à 0,5%.

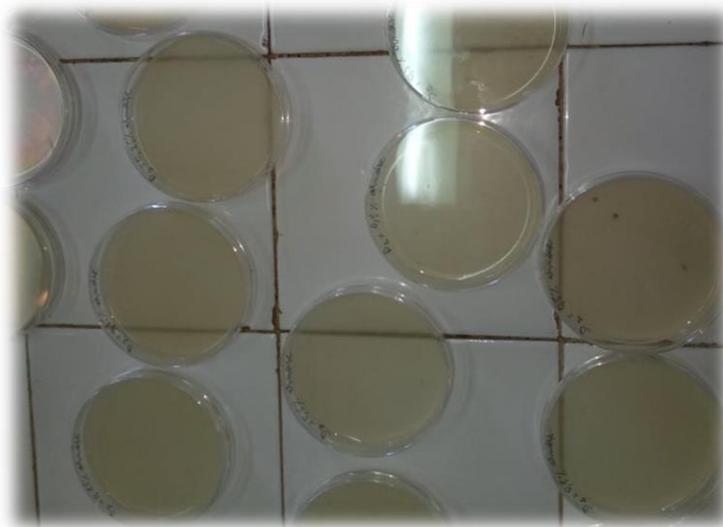


Fig. 24 : Répartitions dans des boites Pétri (Original, 2021).

b. Ensemencement et incubation des boites de Pétri

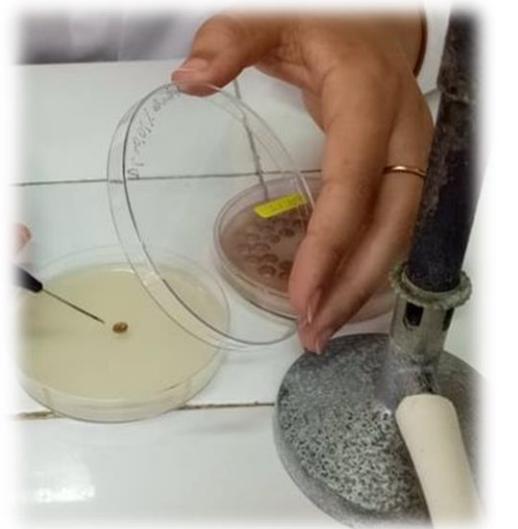


Le

mélange de chaque milieu, est coulé dans des boites de pétri de 90mm de diamètre, nous découpons un fragment de culture fongique d'environ 0.6 cm de diamètre à partir d'un tapis mycélien âgée de 7 jour, et on dépose ce fragment au centre de la boite de Pétri.

Nous opérons de la même façon pour chaque concentration de l'huile essentielle, les boites de Pétri sont ensuite fermées hermétiquement par du parafilm et mises à incubé à 25°C pendant 7 jours ou plus. Plusieurs répétitions sont préparées pour chaque traitement, afin de minimiser l'erreur expérimentale (Belabid et *al.*, 2010).







Incubation à 25 C°



Fig. 25 : étapes expérimentales de l'essai d'activité antifongique (Original, 2021).

C-Evaluation de la croissance mycélienne

La croissance mycélienne a été évaluée toutes les 24 heures en mesurant la moyenne les deux diamètres perpendiculaires passant par le milieu de la rondelle, jusqu'à ce que l'une des colonies ait atteint le bord de la boîte.

Cette lecture est toujours réalisée en comparaison avec les cultures témoins ayant démarrés le même jour et dans les mêmes conditions.

Toute pousse même légère du champignon que la dose en question n'est pas la CMI.

La croissance mycélienne est calculée selon la formule suivante:

$$L = D - d/2 \quad \text{Rappily (1968) ; où}$$

L : croissance mycélienne (mm)

D : diamètre de la colonie (mm)

d : diamètre initial de l'explant (5mm)

d. La vitesse de croissance :

La vitesse moyenne de croissance de chaque isolat est calculée comme suit:

$$VM = \frac{\frac{L_1}{1} + \frac{L_2}{2} + \frac{L_3}{3} + \dots + \frac{L_n}{n}}{N}$$

V_m : vitesse moyenne (mm / jour)

L : croissance mycélienne (mm)

N : nombre de jours

e. Le pourcentage d'inhibition de la croissance mycélienne :

Après incubation à 25± 2°C pendant 7 jours la croissance mycélienne a été estimée quotidiennement en calculant la moyenne des deux diamètres mesurés sur les deux axes

perpendiculaires tracés au revers des boîtes de culture en tenant compte de la croissance de témoin.

Les champignons qui ne se sont pas développés ont été cultivés sur milieu PDA sans huile pendant deux semaines dans le but de vérifier si l'absence de développement est liée à un effet fongistatique ou fongicide des huiles. Le taux d'inhibition I (%) a été déterminé par rapport au témoin et calculé selon la formule de (Leroux et Credet, 1978).

$$I (\%) = [1 - (Da / Db)] \times 100$$

I (%) : Taux d'inhibition exprimé en pourcentage

Da: Croissance mycélienne moyenne dans le milieu en présence de l'huile

Db: Croissance mycélienne moyenne dans le milieu sans huile (témoin).

3-1-2. Effet « in vivo » de l'huile essentielle de l'*Artemesia herba alba* sur la croissance de *Colletotrichum gloeosporioides*.

1- Matériel végétal

Les plants de tomates dont les feuilles sont détachées pour être utilisées dans le test sont achetés d'une pépinière située dans la wilaya de Mostaganem.



Fig. 26 : Plants de tomates (Original, 2021)

2- L'extrait végétal

L'extrait végétal de l'armoise utilisé pour tester l'effet biofongicide a été préparé par extraction par l'eau surchauffé.

1-1 Méthode d'extraction par l'eau surchauffée

Pour la préparation de l'extrait de l'armoise blanche nous avons optés pour l'extraction par l'eau surchauffée. Pour cette méthode l'eau est utilisée avec un rapport de 1/10 (P/V). Le flacon est placé dans l'autoclave pendant 35 min à une température dépassant 134°C et une pression de deux bars. Le flacon contenant l'extrait est couvert par un papier aluminium et conservés à 4°C (Debbab, 2017). Les extraits obtenus sont dilués par de l'eau distillée stérile en vue d'obtenir un mélange homogène à des concentrations de 20% et 40%.

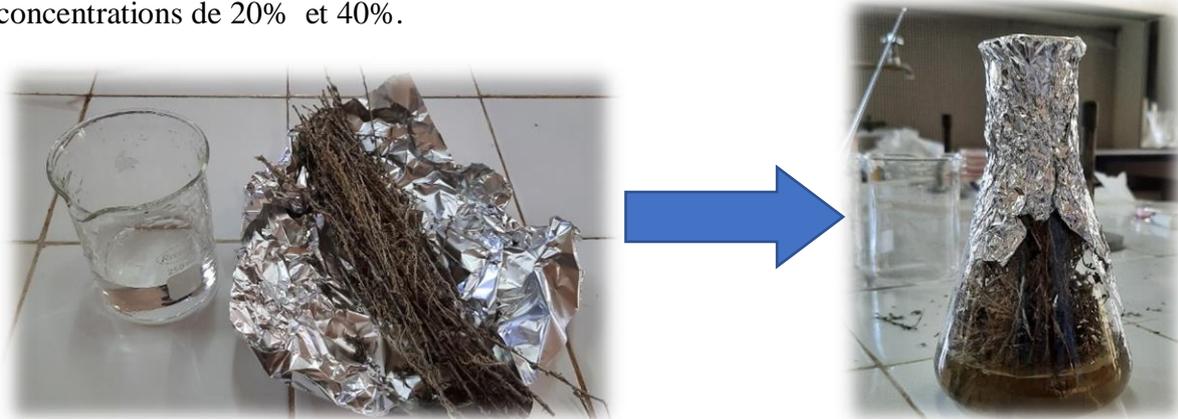


Fig. 27 : Armoise blanche utilisée pour la préparation de l'extrait à l'eau surchauffée (Original, 2021).



Fig. 28 : Préparation des dilutions de l'extrait (Original, 2021)

II-1-2- Calcul du rendement de l'extraction

Le rendement de l'extraction est exprimé en pourcentage par rapport au poids du matériel sec du départ, il est déterminé par la relation suivante :

$$\text{RD (\%)} = \text{M ext sèche} / \text{M ext} \times 100$$

M ext : la masse d'extrait avant l'évaporation (en g)

M ext sèche : la masse de l'extrait après l'évaporation (en g)

RD : le rendement (Bergheul, 2018).

II-2-1- Inoculation des feuilles détachées

Des feuilles tendres sont prélevées au sommet des plants de tomates d'une nombre et tailles différentes pour avoir une variabilité des résultats. Afin de maintenir leur fraîcheur, elles sont inoculées le jour même.

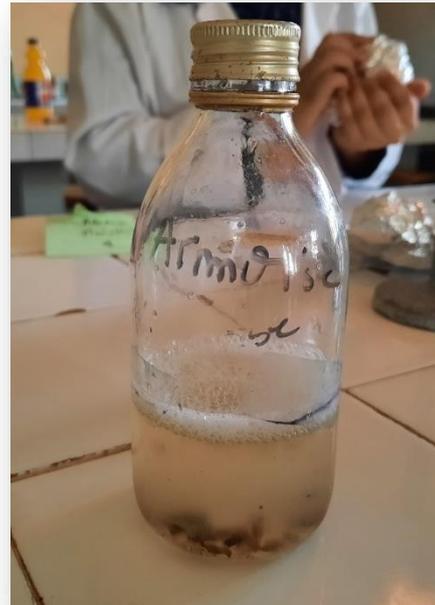


Fig. 29 : Des feuilles détachées des plants de tomates
(Originale, 2021)

II-2-2-1- Préparation de l'inoculum de *Colletotrichum gloeosporioides*

La méthode consiste à prélever un explant mycélien de 1 cm² à partir du centre d'une colonie de 13 jours cultivée sur PDA. Ce milieu favorise la sporulation de *Colletotrichum* (Yang et al. 2015). Cet explant mycélien a été transporter dans un flacon contenant 200ml de milieu de culture de pois chiche gélosé liquide (Annexe) avec une dégradation de température 15° et une agitation qui vas favoriser la sporulation pendant 48h avant d'être utilisé pour l'inoculation.

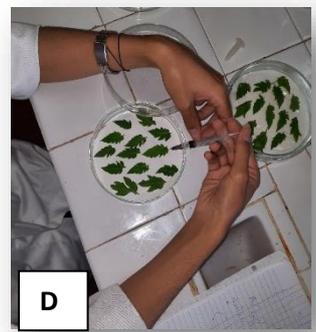
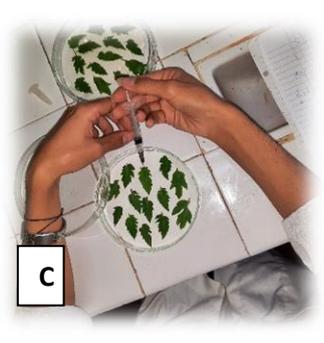
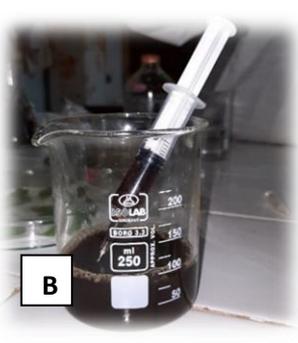


Fig. 30 : Prélèvement d'un explant mycélien (**Original, 2021**)**Fig. 32** : Inoculum de *Colletotrichum gloeosporioides* (**Original, 2021**)**Fig. 31** : La mise d'explant mycélien dans un milieu de pois chiche gélosé (**Original, 2021**)

II-2-2-2- Inoculation des feuilles

L'inoculation des feuilles de tomates est réalisée au laboratoire de protection des végétaux à la faculté SNV, Université de Mostaganem. Un papier Wattman stérile est déposé à l'intérieur de 4 boîtes en verre (17× 10,5×6 cm) puis humidifié avec de l'eau distillé stérile. Les feuilles de tomates sont essuyées superficiellement à l'aide d'un coton imbibé d'éthanol dilué (20%), et séchées à l'air. Afin d'accorder une réussite de l'inoculation, sur chaque feuille, deux blessures sont réalisées à l'aide d'une aiguille stérile, de part et d'autre de la nervure centrale de la feuille (Rhaïem et Taylor, 2016).

Une gouttelette d'inoculum (10sp/ml) de 6 µl est déposée à l'endroit de chaque blessure sur toutes les feuilles. On les a laissé reposer pendant 3h après une autre gouttelette de l'extrait de l'armoise blanche est déposée au même endroit de chaque blessure sur toutes les feuilles traitées à l'extrait C 20% et C 40%. D'autre part les feuilles ayant servit de témoin ont été également inoculées.



Boite Témoin

Dose = 40%

Dose= 20%

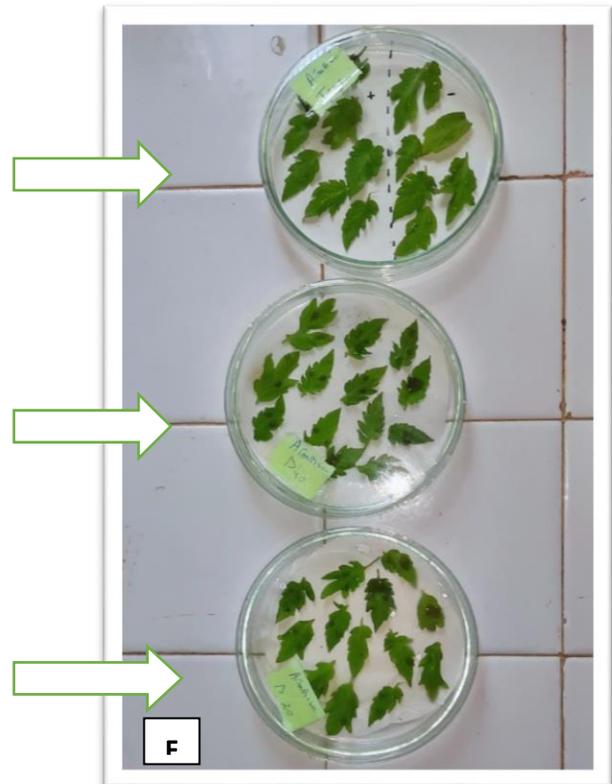


Fig. 33 : Etapes de traitement et d'inoculation des feuilles de tomate (Originales, 2021).

A-Préparation inoculum **B-**Préparation de l'extrait **C-** Traitement à l'extrait des feuilles d'armoise blanche **D-**Inoculation des feuilles de tomate par *Colletotrichum gloeosporioides* **E-**Feuilles inoculées après traitement à l'extrait **F-** Protocole expérimentale

II- Notation des symptômes :

La notation des symptômes s'effectue après 48h d'inoculation, les notations sur la sévérités et l'intensité de la maladie ont été réalisé sur chaque feuille inoculée selon une échelle de 0 à 5 (Tableau 7) (Lakshmi et *al.*, 2011)

Tableau 6 : Echelle de l'intensité de la maladie (Lakshmi et *al.*, 2011)

Pourcentage d'infection	Note
Pas d'infection	1
Jusqu' 5%	2
6% à 10 %	3
11- 20%	4
21- 50%	5
Plus de 50%	6

La calcul de l'indice de maladie permet d'évaluer l'intensité de la maladie et de quantifier l'agressivité et/ou la virulence des isolats de *Colletotrichum gloeosporioides* sur les feuilles de tomates, il est calculé selon la formule préconisée par Dolar, 1994.

$$IM = \frac{aF1 + bF2 + cF5 \dots}{N} (mm)$$

IM : indice de la maladie

F : nombre de folioles malades pour chaque degré dans l'échelle de notation

N : nombre total des folioles utilisées.

a, b, c... : Indice de maladie dans l'échelle correspondante

La sensibilité ou la résistance des plants est définie par cet indice :

Si $IM < 2$, le cultivar est résistant

Si $2 \leq IM < 4$, le cultivar est moyennement résistant

Si $IM > 4$, le cultivar est sensible

Le développement des symptômes est suivi par la taille de la lésion mesurée suivant le plus grand axe de la feuille, à l'aide d'une règle graduée suivant deux axes perpendiculaires (Shuman, 2001). Le diamètre (DL) du symptôme a été évalué par l'équation suivante :

$$DL = \frac{\text{Largeur de lésion} + \text{longueur de lésion}}{2} (mm)$$



Résultats et discussion

2- Résultats et interprétations

2-1- Rendement de l'huile essentielle d'*Artemisia herba alba*

Après 3h d'extraction qui est le temps nécessaire pour la récupération totale de l'huile essentielle contenue dans la matière végétale. Dans notre cas l'HE d'armoise blanche a été récupéré par hydro distillation à l'aide d'un appareil de Clevenger (figure 17). Ces essences obtenues sont fluides, de couleur jaune pâle (figure 37) et dégagent une forte odeur fraîche et agréable.

2-2-Evaluation « in vitro » de l'huile essentielle de l'*Artemisia herba alba* sur la croissance de *Colletotrichum gloeosporioides*.

1-2- Aspect morphologique

Sous l'effet de l'huile essentielle nous avons obtenus 45 boites contenant des colonies de différents caractères morphologiques on peut les repartir en 4 morphotypes

II-1-2-2- Aspect microscopique

Les conidies sont cylindriques, avec des contours d'extrémités arrondies ou tronquées. Les acervules portant les conidies sont brunes à noires (Fig. 38).

II-1-3- Evaluation de la croissance mycélienne

Les résultats de l'effet de l'huile essentielle de l'armoise blanche sur la croissance mycélienne de *Colletotrichum gloeosporioides*, sont représentés sur la figure 41. Cette dernière illustre l'effet inhibiteur de l'huile essentielle de *l'Artemisia herba alba* sur la croissance mycélienne de ce champignon. En effet, les cinq doses, 1%; 05%; 0,25% et 0,125% ont réduit considérablement la croissance mycélienne de *Colletotrichum gloeosporioides*, mais aucune des dose n'a réussi à l'inhiber complètement. Nous avons remarqué que le tween n'a aucun effet inhibiteur sur la croissance de ce dernier.

1-4- Evaluation de la vitesse de croissance

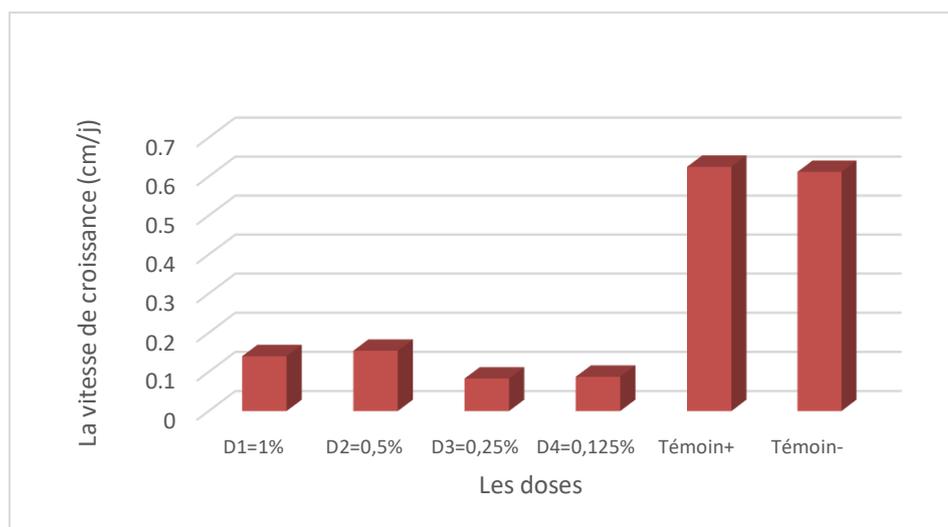


Fig. 34 : Vitesse de la croissance mycélienne de *Colletotrichum gloeosporioides*, sous l'effet de l'huile essentielle de l'*Artemisia herba alba* (Originale, 2021)

Les résultats de la vitesse de croissance de *Colletotrichum gloeosporioides* cultivé sous l'effet des différentes concentrations de l'huile essentielle de l'*Artemisia herba alba* sont représenté sur figure 42. De très faibles valeurs sont enregistrées pour l'ensemble des lots traités comparativement aux deux témoins où la croissance était beaucoup plus rapide. Donc la vitesse de croissance est inversement proportionnelle à la concentration de l'extrait.

Les résultats de l'évaluation du taux d'inhibition représenté sur la fig. 43, montrent que l'huile essentielle de l'armoise blanche a une forte activité inhibitrice sur la croissance mycélienne de *Colletotrichum gloeosporioides* pour l'ensemble des doses. Même avec ces forts taux d'inhibition la CMI de la croissance mycélienne n'a pas été atteinte.

2-2-Evaluation « in vivo » de l'huile essentielle de l'*Artemisia herba alba* sur le développement de *Colletotrichum gloeosporioides*.

2-2-1 Calcul du rendement de l'extrait aqueux de l'*Artemisia herba alba*

L'extrait aqueux de l'armoise blanche est obtenu après autoclavage sous haute pression et haute température. Il a une couleur marron foncé à noir et une odeur forte. Le rendement est déterminé en fonction du poids de la matière végétale avant et après extraction, le résultat est exprimé en pourcentage.

2-2-2- Notation des symptômes sur les feuilles détachées :

Après deux jours d'incubation, on a observé qu'il y a une apparition de taches brunes de différentes tailles, quelques millimètres, entourés par des zones pales sur quelques feuilles de tomate. Pour l'ensemble des feuilles traitées par l'extrait aqueux à 20% et 40% et ainsi que pour les feuilles témoins. Ces derniers évoluent en fonction de la dose de l'extrait aqueux de l'armoise blanche.

On peut observer une différence significative de l'indice de la maladie causé par *Colletotrichum gloeosporioides* après son inoculation sur des feuilles de tomate traitées par deux doses de l'extrait aqueux de l'armoise blanche. On trouve que l'indice de la maladie est plus au moins faible sur les feuilles traitées par la dose de 40% suivi des feuilles traitées par la dose de 20%. Le témoin a enregistré l'indice de maladie le plus important. Cela veut dire qu'en présence de l'extrait aqueux à 40% les feuilles ont mieux résisté à l'anthracnose, avec la dose de 20% les feuilles ont moyennement résisté comparativement au témoin qui a présente une sensibilité remarquable. Ce qui démontre que cet extrait a un effet biofongicide sur les feuilles de tomate en traitement préventif contre l'anthracnose. Donc plus la dose est concentrée, plus l'indice de maladie est faible.

2-4- Evaluation du diamètre des symptômes (DL) :

Notre étude montre des différences significatives (Fig. 46) entre le diamètre de lésions des feuilles inoculées. On observe les plus grandes valeurs de diamètre de lésions chez les feuilles témoins (spécifiquement F1) par rapport au feuilles inoculées et traiter par l'extrait de l'armoise blanche où l'on observe des diamètres de lésions beaucoup plus petits.

Discussion

Le rendement en huile essentielle d'armoise blanche est de 1.2 %. Cette valeur est satisfaisante en comparaison avec d'autres travaux en Algérie où des rendements obtenus sont compris entre 0.2% et 0.95% (Bezza et al., 2010; Belhattab et al., 2012). Les mêmes variations de rendement d'huiles essentielles d'armoise blanche ont été notées en Espagne entre 0,41% et 2,30% (Salido et al., 2004), En Tunisie entre 0.68% et 1.93% (Mohsen et Ferchichi, 2009) alors qu'en Jordanie un rendement de 1.3% a été signalé (Hudaib et Aburjai, 2006). Ces valeurs sont plus proches de notre rendement que ceux obtenus en Algérie. D'autre part, le rendement d'extraction de l'HE semble varier en fonction de plusieurs facteurs écologiques comme l'origine géographique de la plante et la période de récolte. En comparaison à d'autres plantes développées industriellement comme source d'huiles essentielles le rendement obtenu représente une valeur moyenne qui est supérieure à la rose (0,1-0,35 %) et inférieure au thym (2.2.5%) (Bencheqroun et al., 2012).

Les résultats de la croissance mycélienne de *Colletotrichum gloeosporioides* « In vitro » en présence de l'huile essentielle de l'*Artemisia herba halba* diffèrent selon la dose utilisée, cependant, le degré de l'activité antifongique est inversement proportionnel à la concentration de l'huile pour atteindre la croissance la plus faible à 1%. Nos résultats montrent que les trois paramètres étudiés (La croissance mycélienne, la vitesse de croissance et le taux d'inhibition) sont fortement influencés par l'incorporation dans le milieu de culture, d'un extrait riche en substances actives. Ces résultats montrent que l'huile essentielle de l'armoise blanche a inhibé la croissance mycélienne de *Colletotrichum gloeosporioides* où les doses appliquées de l'huile n'ont pas permis d'atteindre la CMI mais ça n'empêche pas le fait qu'elles soient très efficaces à réduire la croissance mycélienne de *Colletotrichum gloeosporioides*. Les résultats obtenus confirment ceux présentés par plusieurs chercheurs qui ont montré que les compositions ainsi que les molécules actives présentes dans l'armoise blanche tels que les phénols les terpènes, les monoterpénoïdes oxygénés, comme le 1,8 cinéole, chrysanthénone, chrysanthénol, α/β thujones, davanone et le camphre sont des composés majoritaires connus pour leur activité antifongique. Selon Lopes-Lutz et al., (2008). Le camphre, par exemple, présente une activité antibactérienne, antidysentérique et aussi fongicide (Tantaoui-Elaraki, 1993).

Le développement *Colletotrichum gloeosporioides* en présence de l'huile essentielle a induit un changement morphologique. Les caractères macroscopiques notés sur milieu PDA nous ont permis de classer l'ensemble des colonies dans 3 groupes morphologiques distincts.

Certaines colonies sont caractérisées par des mycéliums blanc, aérien, cotonneux, à revers rose – saumon ou jaune orangé, d'autres sont de couleur blanche à grises avec des points noirs à reverse brun foncé à noir. Freeman et *al.* (1998) et Riviera et *al.* (2006), ont montré que la couleur des colonies mycéliennes évoluait parfois du blanc au gris et dans d'autres cas de rose à orange. La différence de coloration des souches serait liée à la plante hôte, à la nature de la souche de *Colletotrichum sp.* et aux conditions environnementales. Dans notre cas, le changement de morphologie est dû principalement à l'effet inhibiteur remarquable de l'HE de *L'Artemisia herba halba* contre la croissance mycélienne de ce champignon.

L'étude du pouvoir biofongicide a été réalisée *in vivo* par inoculation des feuilles détachées de tomates traitées à l'extrait aqueux de l'armoise blanche obtenu par extraction par l'eau surchauffée à deux concentrations différentes. Les résultats obtenus montrent que les inoculations réalisées ont induit des symptômes typiques de la maladie (anthracnose). Nous avons enregistré une efficacité marquée de l'extrait à réduire la sévérité de l'attaque proportionnelle à la dose de l'extrait appliquée. En effet, la dose de 40% est plus efficace que celle de 20% à réduire la lésion, et l'indice d'attaque. Nos résultats confirment ceux de Svetlana et *al.* (2010) qui ont établi la relation entre le diamètre de la lésion et la sévérité de la maladie. Les résultats de l'étude « *in vivo* » complètent ceux de l'étude « *in vitro* » à démontré l'effet biofongicide des extraits de l'armoise blanche sur le *Colletotrichum gloeosporioides*. Oyedeji et *al.*, (2011) atteste que le potentiel d'une plante aromatique est attribué à l'action de ses constituants phytochimiques qui sont produits comme métabolites secondaires, en réponse au stress environnemental ou pour assurer un mécanisme de défense aux agressions provoquant des maladies chez les végétaux (Okwu et Okwu, 2004).

Conclusion

Notre travail a pour but d'évaluer l'effet antifongique de *L'Artemisia herba halba* sur la croissance « *in vitro* » et le développement « *in vivo* » de *Colletotrichum gloeosporioides*.

Cette étude a permis de mettre en évidence l'effet antifongique de l'huile essentielle « in vitro » et permet de mettre en exergue la relation inversement proportionnelle entre la dose de l'HE et l'inhibition de la croissance mycélienne.

L'étude in vivo nous a permis de révéler l'activité antifongique « in vivo » de l'extrait aqueux de l'*Artemisia herba alba*, obtenus par la technique de l'eau surchauffé sur la sévérité de l'attaque et l'indice de maladie suite à l'inoculation des feuilles de tomate détachées par *Colletotrichum sp.*

L'*Artemisia herba halba* s'est révélée être une plante ayant une activité antifongique très importantes, contre le *Colletotrichum sp.* et qu'à des doses un peu plus élevées la CMI pourra être atteinte. Ce qui fait d'elle une candidate, très intéressante pour la lutte biologique contre l'anthracnose de la tomate, précisément par ses deux extraits : huile essentielle et extrait aqueux grâce à leur composition en molécules actives. Ces résultats ont des implications importantes pour les applications phytosanitaires telles que les procédés de lutte biologique basés sur l'utilisation de substances naturelles pour combattre les maladies fongiques et pour l'agriculture biologique.

Afin de mieux valoriser, l'*Artemisia herba halba*, il serait donc, intéressant de poursuivre cette étude et de révéler précisément les molécules actives qui ont un effet direct sur ce champignon. Les extraits l'huileux et aqueux de cette plante pourront être une source potentielle d'agents antifongique naturels dans l'industrie de fabrication de produits chimiques comme une alternative aux fongicides.

Les références bibliographiques

A

- Abad M.J., Bedoya L.M., Apaza L. and Bermejo P. 2012: The *Artemisia L.* Genus: A review of bioactive essential oil. *Molecule*; 17: 2542-2566.
- Abou El-Hamd H. M., El-Sayed M. A. , El-Hegazy M., Helaly S. E., Esmail A. M. and Mohamed E. N.(2010). Chemical composition and biological activities of *Artemisia herba alba* .*Rec. Nat. Pord.*4(1):1-25.
- Aidoud A., 1983.- Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du Sud Oranais. Thèse 3eme cycle, USTHB, Alger, 255p
- Akiyama T., Ishida J. , Nakagawa S., Ogawara H., Watanabe S. , Itoh N. , Shibuya M. , and Fukami Y .(1987) Genistein , a specific inhibitor of tyrosine-specific protein Kinases .*J.Biol.chem.*,262(12):5592-5595.
- Akrouit A., Chemli R.C., Chrief., and Hammami M. (2001). Analysis of the essential oil of *Artemisia campestris L.* *J. Flavour Fragr.* 16: 337–339.
- Akrouit A., H El-Janil., S Amouri & M Neffati . Screening of antiradical and antibacterial activities of essential oils of *Artemisia campestris L.*, *Artemisia herba alba* Asso & *thymus capitatus* Hoff and Link Growing wild in the southern of Tunisia. *Rec Res Sci Tech*, 2010; 2: 29-39.
- Akrouit, Ahmed. Etude des huiles essentielles de quelques plantes pastorales de la région de Matmata (Tunisie). *Institut des régions arides.* 2004, p 289-292.
- Al-Khalil S. A Survey of Plants Used in Jordanian Traditional Medicine. *A Survey of Plants Used in Jordanian Traditional Medicine.* (1995)
- Almasad M. M. Sh., Qazan W. and Daradka H. (2007). Reproductive toxic effects of *Artemisia herba-alba* ingestion in female Spague-dawley rats. *Pak. J. of Bio.Sci.*10 (18):3158-3161.
- Amr A., (1995). Antioxidative role of some aromatic herbs in refrigerated ground beef patties. *Dirasat B. Pure Appl. Sci.*, 22, 1475-1487.
- Andriantsitohaina R. (1999). Regulation of vascular tone by plant polyphenols: role of nitric oxide.
- Ayad N., Djennane A., Ayache H., et Hellal B. Contribution à l'étude de L'implantation de l'armoise blanche « *Artemisia herba alba* Asso» dans la steppe du Sud de Tlemcen. *Revue Ecologie- Environnement.* 2013.

B

- Bailey C. et Danin A., (1981). Bedouin plant utilization in Sinai and Negev. *Econ. Bot.*,35, 145-162.
- Baumann J ., Von B – F ., and Wurm G. (1980) Flavonoids and related compounds as inhibition of arachidonic acid peroxidation .*Prostaglandins*, 20 (4): 627 -639 .
- Belabid L, Simoussa L, and Bayaa B. 2010. Effect of some plant extracts on the population of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lentis*, the causal organism of lentil wilt. *Advances in Environmental Biology.* 4(1): 95-100
- Belhattab R., Amor L., Barroso J.G., Pedro L.G. et Figueiredo A.C., 2012: Essential oil from *Artemisia herba-alba* Asso grown wild in Algeria: Variability assessment and comparison with an updated literature survey. *Arabian Journal of Chemistry.*
- Benamara, A. (1982). Tomatoes and tomato products as dietary sources of antioxidants. *Food Rev. Int.* 25. 313–325.
- BENCHEQROUN H K., GHANMI M., SATRANI B., Aafi A., CHAOUCH A. Activité antimicrobienne des huiles essentielles d'*Artemisia mesatlantica*, plante endémique du Maroc.

Antimicrobial activity of the essential oil of an endemic plant in Morocco, *Artemisia mesatlantica*. (2012)

- Bendahou (1991). Nafti Ahmed Adib Nail. Effect of *Artemisia herba alba* extracts against aphides at Biskra oasis. Master Thesis. 2020
- Bendjilali B., Richard H. Etude de quelques peuplements d'armoise blanche du Maroc. *Artemisia herba alba*. Rivista Italiana E.P.P.O.S, LXII. 1980; (2)-69-74.
- Benjilali B., Richard et liddle P. Congrès International du soc. Ital. Phyto. 1984 ,131-156.
- Bergheul S., 2018. Etude de l'activité antimicrobienne et bioinsecticide de *Ruta chalepensis* L., *R. angustifolia* Pers. et *Haplophyllum tuberculatum* (Forsk.) A.Juss.vis à-vis de quelques bioagresseurs de la culture de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill). These pour l'obtention du titre de docteur en Sciences Agronomiques. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, 256p.
- Bézanger-Beauquesne L . Pinkas M. , Trotin F. (1980) . Plantes médicinales des régions tempérées . Ed. Maloine S.A Paris. pp378-382 .
- Bezza L., Mannarino A., Fattarsi K., Mikail C., Abou L., HadjMinaglon F. et Kaloustian J., 2010: Chemical composition of the essential oil of *Artemisia herba alba* from the region of Biskra (Algeria). *Phytotherapy* , 8: 277-281.
- Bissett J.,(2004). Commentaires de l'adresse internet suivante : http://www.Medicalglossaryorg/fungi_microscopic_fungi_definition.html.
- Boullard B. Plantes médicinales du monde. Réalités et croyances Dictionnaire. Edition ESTEM. 2001 ; Pp. 129-131.
- Boutekjenet C. Contribution à l'étude chimique d'*Artemisia herba alba*. Projet de fin d'étude en génie chimique. École nationale polytechnique. Alger, 1987
- Buchbauer G. and Jirovetz L. (1994). Aromatherapy-use of fragrances and essential oils as médicaments. *Flav. Fragr. J.* 9/217-222.
- Bruneton J. (1999). Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales, 3ème Ed Paris. 1120p.

C

- Canon, P.F. et Simmons, C.M. (2002). Diversité et préférence de l'hôte des champignons endophytes des feuilles Réserves forestière d'Iwokrama, Guyana. *Mycologia*.94. 210-220.
- Causse, D. (2000). Effects of infection on growth and function : Consequences for plant nutriment and water relations in plant diseuses : Infection, damage and loss. Wood Eds, London. 105- 117.
- Causse, D. (2000). Effects of infection on growth and function : Consequences for plant nutriment and water relations in plant diseuses : Infection, damage and loss. Wood Eds, London. 105- 117
- Celles J C. Biologie et écologies végétales des régions arides. Université de Nice, 1980 ; 1-20
- Cerkauskas, R. (2005). Gray Leaf Spot. AVRDC Publication. page 05-634.
- Chader H., Laabadla F., 2018. Étude des paramètres physico-chimiques et technologiques du concentré de tomate au cours de processus de transformation du TCT. Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master en biologie. Université 8 Mai 1945 Guelma, faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la terre et de l'Univers, 67p.
- Chibane, A. (1999). Tomate sous serre, Bulletin: transfère de technologie en agriculture, n° 57 Ed. P.N.T.T.A. Rabat. Page 4.
- Chtiwi, 2000 in Merdaci et Atia . (2006). Mise en évidence, in vitro, de l'effet d'une fongicide systémique sur l'antracnose de la tomate . page 10
- Cirad., Gret. (2002). (Organisme, France Ministère des affaires étrangères, Cirad, centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement France, et Gret,

groupe de recherche et d'échanges technologique, ministère des affaires étrangères). Mémento de l'agronomie. (Éd). Quae, 6p

- Cos P., Ying L. , Calomme M. , Hu J.P. , Cimanga K., Van Poel B., Pieters L., Vlietinck A.J. and Vanden Berghe D. (1998). Structure-activity relationship and classification of flavonoids as inhibitors of xanthine oxidase and superoxide scavengers .J .Nat. Prod. 61(1):71-76.
- Cosentino S., Barra A., Pisano B., Cabizza M., Pirisi F. M., Palmas F., (2003) Composition and antimicrobial properties of Sardinian Juniperus essential oils against foodborne pathogens and spoilage microorganisms. J. Food Protect., 66, 1288-1291.
- Cruz T., Gálvez J., Ocete M.A.(1998). Oral administration of rutoside can ameliorate inflammatory bowel disease in rats. LifeSci.62 (7): 687-95.

D

- DA SILVA JA, 2011. Mining the essential oils of the Anthemideae. African Journal of Biotechnology December Vol.3 (12), 706-720 p.
- Danièle Festy, 2017. Ma bible des huiles essentielles. éditions Leduc.s.
- Debbab S., 2017. Etude in vitro et in vivo des pouvoirs biofongicides des extraits naturels vis-à-vis de l'agent de la fusariose de la tomate : *Fusarium oxysporum* f.s.p *radicis lycopersici*. Mémoire de fin d'études Pour l'obtention du diplôme de Master en sciences agronomique. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, 69p.
- Dell'AGLI .and Bosisio ,E ,(2002). Bioflavones of Ginkgo biloba stimulate lipolysis in 3T 3 – L1 adipocytes *Planta Medica*, 68:76 – 79.
- Development of National Policy on Traditional Medicine. Manille, OMS, 2000.
- Dob T. and Benabdelkader T. (2006). Chemical Composition of the Essential Oil of *Artemisia herba-alba* Asso Grown in Algeria. *J. Essent. Oil. Res.* 18: 685-690.
- Dob T., et Benabdelkader T., (2006). Chemical composition of the essential oil of *Artemisia herba-alba* Asso grown in Algeria. *J Essen Oil Res.*, 6, 685-686.
- Dolar.A., and V.J.Higgins., 1994 Detached leaf for screening chickpea for resistance to *Aschochyta* blight.
- Duarte J., Jimenez R., O'Valle F., et al. (2002). Protective effects of the flavonoid quercetin in chronic nitric oxide deficient rats. *J Hypertens* 20 (9): 1843-54.
- DUSSER LAUGE Nadège. ETUDES DE PLANTES MEDICINALES DU MAGHREB : USAGES TRADITIONNELS ET ETUDES PHYTOCHIMIQUES. These de Doctorat en pharmacie. 2017
- Duval, J. (1991). Les fusarioses de la tomate. *Agro-Bio*, 320 – 05. Pages 4-6

E

- Evenari M., Schulze E.D., Hall A. O., Lange O. L., Kappen L & Buschbom U. Long-term effects of drought on wild and cultivated plants in the Negev desert. (1980)
- Fandohan,2004., [Abou N., Fareh K. Activité antioxydante et antimicrobienne des huiles essentielles de *Mentha pulegium* L. (2017) Mémoire de fin d'études. Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers. Département des Sciences Biologiques]
- Ferriola P. C., Cody V . and Middleton , E . Jr .(1989) .ProteinKinase C inhibition b plant flavonoids . K inetic mechanisms and structur –activity relationships *Biochemical Pharmacology* 38 (10): 1617 -1624 *Fleisher Z., Fleisher A. and Nachbar R.B.

(2002). Chemovariation of *Artemisia herba-alba* Asso. aromatic plants of the Holy Land and the Sinai. Part XVI. J. Essent. Oil Res. 14:156-160.

- Floret ch et pontanier R., 1982- l'aridité en Tunisie présaharienne, climat, sol, végétation et aménagement. Mémoire de thèse. Travaux et documents de l'ORSTOM. Paris. 1982
- Freeman S., Katan T., Shabi E., Characterization of *Colletotrichum* Species Responsible for Anthracnose Diseases of Various Fruits (1998)

F

- FAO.(2008). L'actualité agricole en Méditerranée. Ed. CIHEAM .33
- Frédéric Dupont, Jean-Louis Guignard. Elsevier Masson, Jan 1, 2012 - Medical - 336 pages

G

- Gallais, A. et Bannerot, H. (1992). Amélioration des espèces végétales cultivées. Objectifs et critères de sélection. Edition INRA. Paris. Page 768
- Graham, P.H. and Vance, C.P. (2003) Legume Importance and Constraints to Greater Use. *Plant Physiology*, 131, 872-877.

H

- Hachemi,B. (1999). Evolution de la croissance de la production de deux variétés de tomate industrielle, Mémoire d'Ingénieur d'état en Agronomie, Option : Culture Maraichère. Page74.
- Hammer K.A., Carson C.F., Riley T.V. (1996). Susceptibility of transient and commensal skin flora to the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil). *Am. J. Infect. Control*, 24, 186-189.
- Hammer K.A., Carson C.F., Riley T.V. (1999). Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *J. Appl. Microbiol.*, 86, 985-990.
- Harborne , J .B . and Williams ,C . A . (2000)Advances in flavonoid research since 1992 (Review article) . *Phytochemistry*.55 (6): 481- 504 .
- Harborne , J .B . and Williams ,C . A . (2000)Advances in flavonoid research since 1992 (Review article) . *Phytochemistry*.55 (6): 481- 504 .
- Hatier, 1989,. KHEDDOUM Naima Loudjaine (2018) : Etude du pouvoir antibactérien d'*Artemisia herba alba* « CHIH ». Mémoire de fin d'études. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie.
- Hirasu, K.and Takemasa, M. (1998). *Spice science and technology*. New York: Marcel Dekker.
- Holley R.A., Patel D. (2005) Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. *Food Microbiol.*, 22, 273-292.
- Hopkins W.G.(2003). *Physiologie végétale*. Ed De Boeck Université. pp267-280.
- <http://www.m.elewa.org/JAPS; ISSN 2071-7024> consulté le 28/
- Hudaib M.H. et Aburjai T.A., 2006: Composition of the essential oil from *Artemisia herba alba* grown in Jordan. *Journal of essential oil research*. Volume 18, Issue 3.Pp. 301-304
- Hudaib M.H. et Aburjai T.A., 2006: Composition of the essential oil from *Artemisia herba alba* grown in Jordan. *Journal of essential oil research*. Volume 18, Issue 3.Pp. 301-304.
- Hurabielle M., Malsot M., Paris M. Contribution à l'étude chimique de deux huiles d'artémisia : *artémisia herba alba* asso et *artémisia vulgaris linnaeus*. Intérêt chimiotaxonomique. *Rivista italiana e.p.p.os*, lxiii (6). 296- 299,1981.

J :

- J Peebles, E Gwebu, O Oyedeji, S Nanyonga, N Kunene, D Jackson. Composition and Biological Potential of Essential Oil from *Thelechitonina trilobata* Growing in South Africa(2 Jean-Claud, F., Jayane, I.R., Carol, T et Max, F. (2003). Répertoire général des aliments- table de composition, Tec et Doc-INRA. Page 94011). Natural product communications 6 (12),

K

- Kappen, L., Lange, O.L., Schulze, E.-D., Evenari, M., Buschbom, U.: Distributional pattern of water relations and net photosynthesis of *Hammada scoparia* (Pomel) Iljin in a desert environment. *Oecologia* 23, 323–334 (1976)
- Kenneth, W.S. (2011). Late Blight of Tomato. Plant Pathology Fact Sheet, University
- Kenneth, W.S. (2014). Tomato Wilt Problems. Plant Pathology Fact Sheet, University of kentucky, PPFs-VG-15. Page 120
- Khebri, Souad, 2011 : Etude chimique et biologique des huiles essentielles de trois artemisia [ressource textuelle, sauf manuscrits. These de magistère. Magistère : Chimie organique : Batna, Université El Hadj Lakhder. Faculté des Sciences : Université El Hadj Lakhder Batna : 2011
- KHEDDOUM Naima Loudjaine, 2018. Etude du pouvoir antibactérien d'Artemisia herba alba « CHIH ». Mémoire de fin d'études. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie.
- Khiat et Guerfi.(2018). tomate. Présenté et soutenu par : Le /06/2018. KHIAT Lamia et GUERFI Sabrina ... ARTEA 330 EC » sur l'anthracnose de la tomate
- Kind, JO. (1985). Short communication : Enquête sur l'origine des taches foliaires micro organismes sur l'igname. *Science des cultures africaines Journal*. 4 (1). 111- 113.
- Kolev ,N.(1976). Les cultures maraichères en Algérie .Tome I .Légumes fruits .Ed. Ministre de l'Agriculture et des Reformes Agricoles 1p
- Kotani M , Matsumoto M , Fujita A (2000) Persimmon leaf extract and astragalim inhibit development of dermatitis and IgE elevation in NC/Nga mice . *Jaller Clim Immunol*106(1): 159-166 .

L

- Lahlou N., Mouchid K., Aboussaouira T., Habti N., Belghazi L., Fellatzarrouk K., Tantaoui- Elaraki A., Rachidai A. et Ismaili-Alaoui M.M., 2005 : Étude de la cytotoxicité de l'huile essentielle de *Mentha pulegium* : essais biologiques variés, *Les cahiers de la recherche*, A (6), 7-16.
- Lakshmi B.K.M., Reddy P.N., Prasad R.D.2011. Cross-infection Potential of *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. Isolates causing Anthracnose in Subtropical Fruit Crops .*Tropical Agricultural*, 22:183-193.
- Landolfi R ., Mower R . L. and Stener M . (1984) Modification of platelet function and arachidonic acid metabolism by bioflavonoids .*Structure .activity relations .biochemical Pharmacology* . 33 (9):1525 -1530.
- Leroux P, Credet A. (1978) : Document sur l'étude de l'activité des fongicides. INRA, Versailles, France, 12 p.
- Lopes-Lutz D., Alviano D., Alviano C. S. and Kolodziejczyk P.P. (2008). Screening of chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of *Artemisia* essential oils.*Phytochemistry* 69:1732-1738.

- Latigui, A.(1984). Effets des différents niveaux de fertilisation potassique sur la fructification de la tomate cultivée en hiver sous serre non chauffée. Thèse de magister. INRA El-Harrach ,Algérie. 2p le mode de vie hémibiotrophique de *Colletotrichum* espèce. *J. Plant Physiology* .165 .
- Linné. (1992) de Étude de l'effet antifongique des extraits de *Cupressus sempervirens* et *Lepidium sativum* sur *Colletotrichum* sp. agent de l'antracnose de la tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill).Page 06
- loads, wetting durations, and temperatures for infections by *Phytophthora infestans*.

M

- Mao et al. 2000). Cette banque, ainsi que deux autres non publiées, ont ... permis de construire la carte génétique haute densité, référence pour la tomate (Tanksley, ... 1999; Lippman and Tanksley 2001; Saliba-Colombani, Causse et al. 2001
- Martin MJ, Marhuenda E, Perez-Guerrero C, et al. (1994)Antiulcèreffect of naringin on gastric lesions induced by ethanol in rats. *Pharmacology* 49 (3): 144-50
- Messai L.Etude phytochimique d'une plante médicinale de l'Est algérien (*Artemisia herba alba*). Thèse de Doctorat. Université de Constantine,2011.
- Mohamed A.H., El-Sayed M.A. and Mohamed N.S., 2010: Chemical constituents and biological activities of *Artemisia herba alba*. *Records of natural products*; 4: 1-25.
- Mohsen H. et Ferchichi A., 2009: Essential Oil Composition of *Artemisia herba-alba* from Southern Tunisia. *Molecules*, 14: 1585-1594.
- Mounni et al., 2013., KHEDDOUM Naima Loudjaine (2018) : Etude du pouvoir antibactérien d'*Artemisia herba alba* « CHIH ». Mémoire de fin d'études. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie.
- Mucciarelli M and Maffei M. (2002). *Artemisia: Introduction to the Genus* Vol. 18 Ed Colin W.W. in Taylor & Francis. Ed. London and New York. pp: 10-16.
- Munch, S., Lingner, U., Floss, D.S., Ludwig, N., Sauer, N. et Deising, H.B. (2008).
- Munro, D.B. et Small, E. (1998). *Les légumes du Canada*. NRC Research Press. 78.(4). 8-220.

N

- Nabli Ma. Essai de synthèse sur la végétation et la phytoécologie tunisiennes. Tome I. Ed. MAB (Faculté des sciences de Tunis), 1989 ; 186-188 p.
- Naika ,S. De., Jeude, J.V.L., De., Goffau, M., Hilmi, M., Van Dam, B. (2005). *La culture de la tomate : production, transformation et commercialisation*. 5eme (ed). Foundation agromisa et CTA, Wageningen, 5p
- Nezhadali A., Nabavi M., Rajabian M., Akbarpour M., Pournali P., Amini F. (2009) Chemical variation of leaf essential oil at different stages of plant growth and in vitro antibacterial activity of *Thymus vulgaris* Lamiaceae, from Iran. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences* Volume 3, Issue 2, June 2014, Pages 87-92.

O

- Okwu et Okwu, 2004., SPIGA Nerdjes. Effet in vitro de l'extrait méthanolique des feuilles et des tiges de *Ruta chalepensis*, *Ruta angustifolia* et *Applophyllum tuberculatum* vis-à-vis de *Fusarium oxysporum* f. sp. *Radicis lycopersici*, *Alternaria solani*, *botrytis cinerea* et *pectobacterium cacarotovororum*. Mémoire de fin d'études. 2016. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie.

- Ourcival J. M. Réponses de deux chaméphytes de la Tunisie présaharienne à différentes contraintes et perturbations. Thèse de doctorat en Physiologie et biologie des organismes et populations, (1992).
- Ozenda P. (1985). Flore du Sahara Ed : éditions du centre nationale de la recherche scientifique -Paris- 441p

P

- Patocka J, Plucar B , 2003. Pharmacology and toxicology of absinthe. Journal of Applied Biomedicine: 199-205, ISSN 1214-0287
- Perfectet al. (1999). Mise en évidence, in vitro, de l'effet d'une fongicide systémique sur l'antracnose de la tomate . Page 06 Phytopathology, 61. 275- 278.
- Pouget M. Les relations sol-végétation dans les steppes. Trav. Doct. De orstom, 1989 ;556p.
- POURRAT Y; HUBAC C (1974). COMPARAISON DES MECANISMES DE LA RESISTANCE A LA SECHERESSE CHEZ DEUX PLANTES DESERTIQUES : ARTEMISIA HERBA ALBA ASSO ET CAREX PACHYSTYLIS (J. GAY) ASCH. ET GRAEBN.
- Preuss H. G., Echard B., Enig M., Brook I., Elliott T. B., (2005). Minimum inhibitory concentrations of herbal essential oils and monolaurin for gram-positive and gram-negative bacteria. Mol. Cell. Biochem., 272, 29-34.
- Prusky, D., Plumbley, R.A et Kobiler, I. (1991). La relation entre les niveaux de diène

Q

- Qian D. and Weiss A. (1997). Tall antigen receptor signal transduction .Curr .opin . cell biol9 (2):205 -212

R

- Rappily, F., 1968. Les techniques de mycologie en pathologie végétales. Ann. Epiphyties. I.N.R.A. Paris vol. 19,102 p.
- Rhaïem A., Taylor PW. 2016. Colletotrichum gloeosporioides associated with anthracnose symptoms on citrus, a new report for Tunisia. European Journal of Plant Pathology, 146: 219–224.
- Ribanicky D.M., Poulev A., Oneal J., Wnorowskig G., Mlek D.E., Jager R. and Raskin I., 2004: Toxicological evaluation of the ethanolic extract of *A. dracunculus* L. for use as a dietary supplement and in functional foods.
- Riviera et al, (2006) : [Diversité morphologique et pathogénique des souches de *Colletotrichum* sp. responsables de l'antracnose de la mangue en Côte d'Ivoire]. Journal of Animal & Plant Sciences, 2013. Vol.18, Issue 3: 2775-2784 Publication date 31/7/2013,
- Rotem, J., Cohen, Y., et Putter, J. (1970). Relativity of limiting and optimum inoculums

S

- Salido S., Valenzuela L.R., Altarejos j., Nogueras M., Sa'nchez A. et Carro E., 2004: Composition and infraspecific variability of *Artemisia herba alba* from southern Spain. Biochemical Systematics and Ecology, 32: 265-277

- Salido S., Valenzuela L.R., Altarejos j., Nogueras M., Sa'nchez A. et Carro E., 2004: Composition and infraspecific variability of *Artemisia herba alba* from southern Spain. *Biochemical Systmatics and Ecology*, 32: 265-277.
- Sallal, A.K.J.; Alkofahi, A. Inhibition of the haemolytic activities of snake and scorpion venoms in vitro with plant extracts [1996] (Department of Biological Sciences, Faculty of Science, University of Science and Technology, Irbid (Jordan).
- Segal, Ruth; Breuer, Aviva; Feuerstein, Ilan (1987). "Irregular monoterpene alcohols from *Artemisia herba-alba*". *Phytochemistry*. 19 (12): 2761–2.
- Sekiya K .and Okuda H. (1982) .Selective inhibition of platelet lipooxygenase by baicalin. *Biochem .Biophys .Res .Commun*105 (3): 1090 -1095.
- Shankara N., Shankara Naika, Joep van Lidt de Jeude , Marja de Goffau, Martin Hilmi , Barbara van Dam . (2005). *La culture de la tomate : Production, transformation et commercialisation*. Cinquième édition révisée : 2005, Fondation Agromisa et CTA, Wageningen
- Sharifian I., Hashemis M., Aghael M. and Alizadeh M., 2012: Insecticidal activity of essential oil of *Artemisia herba alba* Asso against three stores product beetles. *Baharean biologist* 6(2): 90-93.
- Shin C.M. and Liang Y.C. (2004) Concentration – dependent differential effects of quercetin on rat aortic smooth muscle cells .*Eur J .Pharmacol*496 (1 – 3) : 41-8 .
- Shuman J. L. 2001. Anthracnose Fruit Rot Resistance in Strawberry. PhD Thesis Faculty of North Carolina State University (USA), 121 p. Yang, X.-S.; Wilson, L.L.; Madden, L.V.; Ellis, M.A. (1990) Rain splash dispersal of *Colletotrichum acutatum* from infected strawberry fruit. *Phytopathology* 80, 590-595.
- Sutton, J.C. et all (1990). *Maladies des feuilles du blé d'automne*. Université de Guelph; L.A.Hunt .fiche technique .Imprimeur de la Rein pour l'Ontario. [En ligne]. www.omafra.gov.on.ca/.../crops/farts/90-008.htm. [Consulté le 20/03--/2018].
- Svetlana Ž, Saša Stojanović, Žarko Ivanović, Nenad Trkulja, Nenad Dolovac, Goran Aleksić and Jelica Balaž (2010) Morphological and Molecular Identification of *Colletotrichum acutatum* from Tomato Fruit University of Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Serbia
- Svetlana Z. 2010 Morphological and Molecular Identification of *Colletotrichum acutatum* from Tomato Fruit. 2010, 231-239p.

T

- Tahraoui A., El-Hilalya J., Israili Z H., Lyoussi B., Ethnopharmacological survey of plants used in the traditional treatment of hypertension and diabetes in south-eastern Morocco (Errachidia province) *Journal of Ethnopharmacology*. Volume 110, Issue 1, 1 March 2007, Pages 105-117.
- Tastekin D., Atasever M., Adiguzel G., Keles M. and Tastekin A., 2006: Hypoglycaemic effect of *Artemisia herba alba* in experimental hyperglucaemic rats. *Bull. Vet. Inst. Pulawy*; 50: 235-238
- Tilaoui M., Ait Mouse H., chemical composition and antiproliferative activity of essential oil from aerial parts of a medicinal herb *Artemisia herba-alba* (2011) En ligne: https://www.researchgate.net/publication/262592588_Chemical_composition_and_antiproliferative_activity_of_essential_oil_from_aerial_parts_of_a_medicinal_herb_Artemisia_herba-alba

V

- Villar A, Gasco MA. and Alcaraz MJ (1987) Some aspects of the inhibitory activity of hypolaetin-8-glucoside in acute inflammation. *J. Pharm. Pharmacol*39 (7): 502-507.
- VIRON Nicolas, 2010. Thèse: Identification et validation de nouveaux gènes candidats impliqués dans la régulation du développement du fruit de tomate, N° d'ordre : 4209.

W

- Woodman , O .L ., Meeker ,W . F ., and Boujaoude , M . (2005) Vasorelaxant and antioxidant activity of flavonoids and flavones :structure – activity relationships .*J.Cardiovasc .Pharmacol*.46 (3). 302 – 309

Y

- Yamamura S. and Ozawa K. (1998). Antihistaminic flavones and aliphatic glycosides from *Mentha Spicata* .*Phytochemistry* 48 (1): 131- 136.
- Yang YL., Liu ZY., Cai L., Hyde KD., Yu ZN., McKenzie EHC. 2015. *Colletotrichum anthracnose of Amaryllidaceae*. *Fungal Diversity* 39, 123–146.
- Yashphe J., Segal R., Breuer A., Erdreich-Naftali G., Antibacterial activity of *Artemisia herba-alba* (1979)
- Young and Udvardi . (2009). Mise en évidence, in vitro, de l'effet d'un fongicide systémique sur l'antracnose de la tomate. Page 08
- Yu J., Lei J., Yu H., Cai X., Zou G., (2004). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Scutellaria barbata*. *Phytochemistry*, 65, 881-884.

Z

- Zaim et al., 2012., Effets des huiles essentielles d'*Artemisia herba-alba* sur la survie des criquets adultes d'*Euchorthippus albolineatus* (Lucas, 1849). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie*, 2012, n° 34 (2), p. 127-133.

1

- الديجوي علي (1996). موسوعة النباتات الطبية والعطرية. الجزء الأول. مكتبة مدبولي القاهرة.

Annexe**Préparation des milieux de culture :****1- La préparation du milieu de culture PDA**

Pour notre étude, nous avons utilisé le milieu de culture PDA (Potato Dextrose Agar) qui a servi à la fois à l'ensemencement, la purification des souches fongiques ainsi qu'à la réalisation des tests de l'activité antifongique.

Ce milieu est largement employé et il fournit les nutriments nécessaires à la croissance mycélienne des champignons C'est un milieu standardisé et sélectif pour *Colletotrichum sp.* (Cassagne, 1996).

- Méthodes de préparation du milieu de culture PDA :

- 200 g de pomme de terre (PDT).
- 500 ml d'eau distillé.
- 20 g d'agar agar.
- 20 g de glucose.

* Laver 200g de PDT et la poser dans un bicher ;

* Ajouter l'eau distillée (500 ml) et faire bouillir sur une plaque chauffante ;

* Filtrer l'eau après 20 min d'ébullition et poser sur un agitateur ;

* Ajouter l'agar et le glucose et l'eau distillé jusqu'à 1 litre et laisser le bien bouillir.

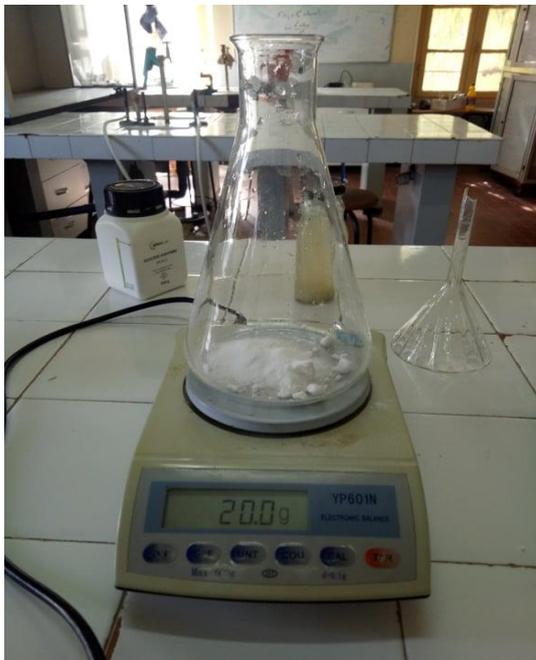


Fig. 35 : ajouter 20 g de glucose et 20 g d'agar agar (Original, 2021)



Fig. 36 : Ajouter le milieu PDA et en ajoute l'eau distillée jusqu'à 1000ml (Original, 2021).



Fig. 37 : Les flacons contient le milieu PDA (Original, 2021).

2- Milieux pois chiche gélosé :

- 4 g de pois chiche

- 200 ml d'eau distillé.
- 20 g de glucose.

Méthode de préparation :

- Nous avons commencé par faire bouillir 4g de pois chiche dans 100ml d'eau distillée pendant 20min.
- Lorsque la couleur a commencé à changer et que l'eau est devenue légèrement plus épaisse, nous avons éteint le feu, nous avons filtré l'eau et l'avons laissée refroidir dans un flacon. Ensuite, nous avons ajouté 100 ml d'eau distillée pour atteindre les 200ml et 4 g de glucose et nous avons agité un peu le flacon pour homogénéiser le liquide.
- Nous l'avons recouvert d'aluminium puis l'avons laissé refroidir dans un réfrigérateur pendant une nuit.
- Ensuite, il est prêt à l'emploi.