

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة جيلالي بونعامة
Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana
Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre
Département des Sciences Agronomiques



Mémoire de fin d'études
En vue de l'obtention de diplôme de Master en

Domaine: Des sciences de la Nature et de Vie et Science de la Terre

Filière: Sciences Agronomiques

Spécialité: Production Végétale

**Évaluation de l'activité biologique des l'huile
essentielles d'*Artemisia herba alba* Asso.**

Présenté par :

- BOUGAR Amira
- HAFSAOUI Hadjera

Devant le jury :

TABOUCHE A.	MAA	Présidente	(U.D.B Khemis Miliana)
CHEBAB H.	MAA	Promotrice	(U.D.B Khemis Milian)
DJEBROUNE A .	MCA	Examinatrice	(U.D.B KhemisMiliana)

Année universitaire : 2021/2022

Remerciement

*D'abord nous tenons à remercier, le bon Dieu de nous avoir procuré la patience et
la force d'accomplir ce modeste travail,*

Nous voulons exprimer nos profonds respects et remerciements à notre promotrice

***Mme CHEBAB H**, d'avoir accepté de nous encadrer, et pour son aide précieuse
et surtout pour tous ses conseils et ses remarques qui nous ont permis de réaliser ce travail,*

*Un grand remerciement à **Mme TABOUCHE** d'avoir acceptée de présider le jury de
notre mémoire.*

*Un grand remerciement également à **Mme DJEBROUNE** d'avoir acceptée
d'examiner ce travail*

*A la fin nos remerciements s'adressent aussi à tous ceux qui ont contribué de loin
ou de près pour la réalisation de ce travail.*

Dédicace

Tous D'abord, je tiens à remercier «DIEU » le tout puissant de m'avoir donné

la foi, la capacité et la patience pour arriver à ce point.

J'ai un grand plaisir et immense joie de dédier ce modeste travail :

A mes très chers parents, qui ont toujours été là pour moi.

A mes chères sœurs.

A mes neveux et mes nièces.

A toute ma famille.

A mon binôme et à tous mes amis.

A toute l'équipe du laboratoire de recherche

Amira

Dédicace

*C'est avec une profonde gratitude et sincère mots que je dédie ce
modeste travail:*

*A mes chers parents, qui ont sacrifiés leur vie pour ma réussite et ils
ont éclairés le chemin par leurs conseils judicieux. J'espère qu'un
jour, que je pourrais leur rendre peu de ce qu'ils ont fait pour moi, que
Dieu leur donne bonheur et longue vie.*

A mes frères :Farid, Miriem, Aboubaker , Safia , Mouhamed, et Farouk et

Les princesses : Ranim ,Tasnim, le prince AbdAlmoain

Et toute la famille HAFSAOUI et la famille

BEN DOUHA

A mes frères et toute la famille HAFSAOUI et la famille

BEN DOUHA

A mes chères : Asma, Mimi, Rabiha, souad,

A mon binôme et tous mes amis et mes camarades de la spécialité.

Hadjer

Résumé

L'armoise blanche « *Artemisia herba alba* » est une plante médicinale est aromatique utilisée depuis longtemps dans la médecine traditionnelle algérienne. Cette étude a pour objectif d'examiner l'activité antifongique de l'huile essentielle extraite de la partie aérienne de l'armoise blanche récoltée dans la région de Djelfa. Nous avons essayé d'exploiter ces résultats obtenus in vitro, par l'appréciation de l'effet de cette huile essentielle sur *Alternaria solani* agent pathogène de la pomme de terre.

L'extraction de l'huile essentielle des feuilles sèches d'*Artemisia herba alba* par hydrodistillation, a donné un rendement de 1.26%.

Les analyses physico-chimiques de quelques paramètres à savoir : l'indice d'acide, l'acidité et la densité relative, déterminés sur les huiles essentielles provenant de l'armoise blanche, ont montré que nos huiles essentielles répondent aux normes.

Cette étude a montré que l'huile essentielle testée possède une activité antifongique intéressante. Dans l'ensemble, les résultats obtenus sont prometteurs et ouvrent de nouvelles perspectives dans le domaine des applications naturelles qui peuvent être une alternative valable pour remplacer les produits chimiques. En fin, si l'armoise blanche est considérée comme matière pleine de substances médicinales et nutritionnelles (plante fourragère), elle est aussi une source de substances (huile essentielle) qui possèdent des effets remarquables sur le plan biologique.

Mots clés : *Artemisia herba alba* Asso., huile essentielle, *Alternaria solni*, propriétés physico- chimiques, rendement, activité biologique

ABSTRACT

Armoise blanche "*Artemisia herba alba*" is a medicinal and aromatic plant used for a long time in traditional Algerian medicine. The aim of this study is to examine the antifungal activity of the essential oil extracted from the aerial part of the white armoise harvested in the Djelfa region. We tried to exploit these results obtained in vitro, by assessing the effect of this essential oil on the potato pathogen *Altenaria solani*. This study showed that the tested essential oil has an interesting antifungal activity. Overall, the results obtained are promising and open new perspectives in the field of natural applications that can be a valid alternative to replace chemical products. Finally, if white mugwort is considered as a material full of medicinal and nutritional substances (fodder plant), it is also a source of substances (essential oil) that have remarkable effects on the biological level.

Key words: *Artemisia herba alba* Asso, essential oil, *Altenaria solani*, physico-chemical properties, yield, biological activity

ملخص

الشايح "Artemisia herba alba" هو نبات طبي عطري استخدم لفترة طويلة في الطب التقليدي الجزائري. تهدف هذه الدراسة إلى فحص النشاط المضاد للفطريات للزيوت العطرية المستخرجة من الجزء العلوي من نبات الشايح التي تم جمعها في منطقة الجلفة. لقد حاولنا استغلال هذه النتائج التي تم الحصول عليها في المختبر، من خلال تقييم تأثير هذا الزيت العطري على *Altenaria solani*، أحد مسببات أمراض البطاطا. أظهرت هذه الدراسة أن الزيت العطري الذي تم اختباره له نشاط مضاد للفطريات. بشكل عام، النتائج التي تم الحصول عليها واعدة وتفتح آفاقًا جديدة في مجال التطبيقات الطبيعية التي يمكن أن تكون بديلاً صالحاً لاستبدال المنتجات الكيميائية. أخيراً، إذا تم اعتبار حبيبات الحبق الأبيض مادة مليئة بالمواد الطبية والغذائية (نبات العلف)، فهي أيضاً مصدر للمواد (الزيت العطري) التي لها تأثيرات ملحوظة على المستوى البيولوجي.

الكلمات المفتاحية: *Artemisia herba alba* Asso، زيت عطري، *Altenaria solni*، الخصائص الفيزيائية والكيميائية، المحصول، النشاط البيولوجي

Liste des abréviations

A.herba alba : *Artemisia herba-alba* Asso.

AFNOR : Association française de normalisation.

HE :huiles essentielles.

HD : Hydrodistillation.

% : Pourcentage

RHE : Rendement de l'huile essentielle de *l'Artemisa herba alba* Asso.%.

MHE: Masse de l'huile essentielle obtenue en gramme.

MS : Masse en gramme de la matière végétale sèche.

Liste des figures

Figure 1 : Touffe d' <i>Artemisia herba-alba</i> Asso.....	6
Figure 2 : Système racinaire de l'armoise blanche(Chebab., 2009).....	7
Figure 3 : Illustration des différents aspects morphologiques d' <i>Artemisia herba alba</i> Asso	8
Figure 4 : acyclique : myrcène. (BRUNETON, 1993).....	15
Figure 5 : monocyclique : thymol (BRUNETON, 1993).....	15
Figure 6 : le bêta-bisabolène.(pirrunget al, 1997).....	16
Figure 7 : la vanilline (brunrton, 1993).....	16
Figure 8: Schéma de l'appareil d'entrainement à la vapeur d'eau (Lucchesi, 2005).....	20
Figure 9 : schéma l'appareil d'hydrodistillation (STL-SPCL Chimie et développement durable Fiche technique – extraction, 2019).....	21
Figure 10 : Schéma l'appareil d'hydroffusion (Elhaib, 2011).....	22
Figure11 : Appareil de Soxhlet à gauche, et appareil de Lickens -Nickerson à droite (Boutayeb, 2013).....	23
Figure12 : Principe schématisé de l'appareillage d'hydrodistillation sous micro ondes (boutayeb, 2013).....	24
Figure 13 : Cycle de développement de l' <i>Alternaria spp.</i> (Warton et Kierk, 2012).....	29
Figure 14 : Blastospores d' <i>Alternariasolani</i> (Simmons, 2007).....	31
Figure 15 : Conidies d' <i>Almariaaaltmata</i> (Ellis,1971).....	31
Figure 16 : Symptômes sur feuille(Michel, 1991).....	34
Figure17: Symptômes sur tige(Michel , 1991).....	35
Figure 18: symptômes sur tubercule (Kerr, 2014).....	36

Figure 19 : :Symptômes de l'alternariose : taches sur foliole de tomate provoquée par <i>Alternaria tomatophila</i> et <i>A.alternata (sensu lato)</i>	37
Figure 20 : :Lésions provoquées par <i>Alternaria tomatophila</i> et <i>A. alternata</i> sur tige et collets...	38
Figure 21: Lésions sur fruits de tomates commercialisés provoquées par <i>A. tomatophila</i>	39
Figure 22: symptômes d' <i>A. dauci</i> sur carotte, (a) symptômes sur feuille (génotype Presto) (Boedo et al., 2006), (b) dégâts observés au champ, les feuilles âgées sont entièrement détruites (Farrar et al., 2004).....	40
Figure 24 : Montage d'extraction parHydrodistillation.....	46
Figure25: 50g poids de tiges e et feuilles d' <i>A.herba alba Asso</i>	46
Figure 26:poids eppendorf est vide.....	48
Figure27 : poids eppendorf rempli par l' huile essentielle.....	48
Figure 28 : principe de la méthode diffusion sur disque	52
Figure 29 GN Contient L' <i>A.solani</i> <i>Inoculation de L'A.solani</i>	53
Figure 31 : HE de l' <i>Artemisia herba alba Asso</i>	57
Figure 32: Symptômes sur les feuilles.....	59
Figure 33 : Forme macroscopique de l' <i>Alternaria solani</i> isolé sur milieu PDA.....	59
Figure 34:Vue microscopique de l' <i>Alternaria solani</i>	60
Figure 35 : activité antifongique de l'huile essentielle pure de l' <i>armoise blanche</i> sur l' <i>Altenaria solani</i>	60

Liste des tableaux

Tableau 1 : Composition chimique de l'HE d' <i>Artemisia Herba Alba</i> d'Algérie.....	11
Tableau 2 : Propriétés physiques et organoleptiques des huiles essentielles.....	17

Sommaire

Remerciement

Dédicace

Résumé

Liste de abbreviations

Liste de figures

Liste de tableaux

Introduction

PREMIÈRE PARTIE : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 01 : Généralité sur l'Artemisia herba alba Asso

I.1 Généralité:.....	5
I.2 Nomenclature et taxonomie :.....	5
I.5 Description botanique :.....	6
I .5.1 Partie souterraine :.....	7

I.5.2 Partie aérienne :	7
I. 3 Habitat:	9
I.4 Ecologie:	9
I.6 Intérêt :	9
I.6.1 Intérêt médicinal :	9
I .6.1 Intérêt pastoral :	10
I..7.Composition chimique :	10
I.8 Les activités antimicrobiennes :	11
I 8.1 Activités antibactériennes :	12
I .8.2 Activités antifongiques :	12

Chapitre02 Les huiles essentielles

II.les huiles essentielles :	14
II.3.1 Les terpénoïdes :	15
II 3.2 Monoterpènes :	15
II .3.4 Compose aromatique :	16
II.3.4 Compose d'origines diverses :	17
I.5 Répartition et localisation:	18
II.6 Rôles des huiles essentielles:	19
II.7 Les facteurs influençant la composition:	19
II.8.1 L'entraînement à la vapeur d'eau :	20
II.9.2L'hydrodistillation :	20
II.9.3 L'hydrodiffusion	22
II.9.5 Extraction par solvant :	23
II.9.6 Extraction par micro –ondes ondes :	24
II.9.7 Extraction par du CO2 supercritique :	24

Chapitre 03 Alternariose ,*Alternaria sp*_Toc109067774

III. 1 <i>Alternaria sp</i> .	27
III.1.1. Définition de la maladie :	27
III.1.2.Historique du genre <i>Alternaria</i> :	27
III.1.3. Généralité sur l' <i>Alternaria</i> :	27
III.1.4. Classification :	28
III. 2. Les <i>Alternaria</i> pathogènes des solanacées	29

III. 3. Quelques les plantes hôtes :	32
III.3.1.Pomme de terre :	32
III.3.2. La tomate :	32
III.3.3. La carotte :	33
III. 4. Alternaria pathogène de la pomme de terre :	33
III.4.1. symptomatologique :	33
III..4.1.1.Sympt	34
III.4.1.2. Sur tige	34
III.4.1.3. Sur tubercule (Fig.17) :	35
III. 5. Alternaria pathogène des tomates :	36
III.5.1. Symptomatologie :	36
III.5.1.1 Sur feuilles :	36
III.5.1.2. Sur tiges et collets :	37
III.5.1.3. Sur fruits et tubercules :	38
III. 6. Alternaria pathogène des carottes :	39
III.6.1. Symptomalagie de la maladie :	39
III. 7. Les méthodes de lutte contre <i>Alternaria spp</i> :	40
III. 7.2. La lutte chimique :	41
III. 7.1 .La lutte biologique :	42

Chapitre04 Matériel et méthodes

IV. Introduction	45
IV.1Lieu et période de travail :	45
IV.2 Matériel utilisé :	45
IV.2.2 Matériel végétal :	45
IV.2.2.1Identification botanique :	46
IV.3 Extraction des huiles essentielles :	46
IV.4 Détermination des rendements en huiles essentielles :	48
IV. 6 L'isolements de l'agent pathogène :	51
IV.5.1 Préparation de milieu de culture	51
IV.5.1.1 L'isolement :	52
IV.6.1.2 Identification du pathogène :	52

Chapitr05 Résultats et discussion

V.1. La Matière végétale " <i>Artemisia herba alba</i> Asso.....	57
V 1.1. Etude analytique de l'huile essentielle d' <i>Artemisia herba alba</i> Asso.....	57
V.1.1.1Caractéristiques organoleptiques :.....	57
V.1.1.2. Propriété physico-chimiques de l'HE :.....	58
V. 3. Rendement d'huile essentielle d' <i>Artemisia herba alba</i> :.....	58
V.4. Evaluation de l'activité antifongique de l'HE de l' <i>Artemisia herba alba</i> Asso.....	59
V.5. Caractéristiques macroscopiques et microscopiques de l' <i>Altenaria solani</i>	59
V. 5.1. Caractères macroscopiques :.....	59
V. 5.2. Caractères microscopiques :.....	60
V.6. Aromatogramme.....	60
V.7.Huile essentielle pure.....	60
V.8. Résultats de l'aromatogramme pour les différentes dilutions de l'huile essentielle CMI :.....	61
VI.Discussion.....	62

Conclusion

Références bibliographiques .

Introduction générale

Introduction générale

Introduction générale :

L'Algérie par son aire géographique et sa diversité climatique est riche en flore naturelle. La gamme des plantes médicinales et aromatiques fait partie du grand patrimoine végétal de ce pays (**Iserni ,1990**).

Parmi les plantes médicinales qui constituent le couvert végétal, se trouve le genre *Artemisia*, ce dernier est largement distribué surtout dans les régions arides (**Joao et al .,1998 ; Akrouit et al., 2001**). La valorisation de ces ressources naturelles végétales passe essentiellement par l'extraction de leurs huiles essentielles (**El amri , 2014**).

Le genre *Artemisia* comprend 400 espèces, réparties sur les cinq continents. En Algérie, il est présenté par dix espèces dont certaines sont rares et d'autres très répandues (**Abdelguerfi, 2003**).

L'Artemisia herba alba, ou encore l'armoise blanche désignée en arabe sous le nom de « chih », pousse généralement en touffes de tailles réduite. C'est une plante à différents usages. Elle se caractérise par sa richesse en huile essentielle de composition différente qui a conduit à la définition de plusieurs chémotypes; sa forte valeur fourragère (**Bouzidi, 2016**). Notre choix est portée sur cette plante aromatique, car elle est très répandue en Algérie et largement utilisée en médecine traditionnelle.

Les huiles essentielles considérées comme des substances naturelles bioactives occupent un bon choix dans la découverte de nouvelles molécules thérapeutiques, et attirent l'intérêt de plusieurs recherches vue le nombre de leurs propriétés biologiques dénombrables.

Le présent travail s'inscrit dans le cadre de l'extraction des huiles essentielles et l'étude de l'activité biologique notamment l'activité antifongique. Dans le but de poursuivre ces activités, une étude phytochimique est faite sur une plante médicinale à savoir *Artemisia herba alba* Asso.

Notre travail est réparti en quatre chapitres:

- Le premier chapitre comporte une description générale de la plante étudiée « *Artemisia herba alba* Asso. ».

Introduction générale

- Le deuxième chapitre comprend des informations sur les huiles essentielles.
- Le troisième chapitre est consacré à l'alternariose des solanacées figure parmi les maladies fongiques les plus importantes de la pomme de terre.
- Le quatrième chapitre décrit la méthodologie adoptée.
- Le Cinquième chapitre consiste à une analyse des résultats obtenus et leur discussion.

Enfin, se termine par une conclusion générale

Synthèse Bibliographique

Chapitre 01 :
Généralité sur l'*Artemisia*
***herba alba* Asso**

Chapitre 01 Généralité sur l'*Artemisia herba alba* Asso.

I. 1Généralité:

L'*Artemisia herba-alba* Asso. (armoïse blanche) est une plante ligneuse basse et toujours verte. Elle a été répertoriée en 1779 par le botaniste espagnol Ignacio Jordán Claudio de Asso y del Río, c'est une plante essentiellement fourragère, très appréciée par le bétail et surtout dans les steppes algériennes comme pâturage d'hiver (Messail., 2011).

Ces caractéristiques morphologiques et physiologiques font d'elle une espèce bien adaptée aux conditions climatiques arides. Cette espèce est également capable d'exploiter l'humidité du sol jusqu'à 50 cm de profondeur et peut profiter des fractures de la croûte, pour atteindre les poches d'humidité, notamment dans les sols à encroûtement calcaire (Evenari et Coll., 1976),

I .2Nomenclature et taxonomie :

Le genre *Artemisia* appartient à la famille des Astéracées, il contient un nombre variable d'espèces allant jusqu'à 400 espèces (Mucciarelli et Maffei., 2002). Il regroupe des herbacées, des arbrisseaux et des arbustes, généralement aromatiques, densément tomenteux, pubescents ou glabres, de la famille des Astéracées (kheddoum., 2018) .

La classification de l'armoïse blanche est comme suit :

Règne: *Planta*

Sous-règne: *Tracheobionta*

Division : *Magnoliophyta*

Classe: *Magnoliopsida*

Sous-classe: *Asteridae*

Ordre: *Asterales*

Famille: *Asteraceae*

Chapitre 01 Généralité sur l'*Artemisia herba alba* Asso.

Genre: *Artemisia*

Espèce: *Artemisia herba alba* Asso. (quezal et santa, 1963, deyssson, 1976)

En Algérie, les plantes du genre *Artemisia* forment des peuplements dans les zones bioclimatiques sub-humide à aride (Boukara S., 2008). Les espèces rencontrées en Algérie sont : *Artemisia herba alba* Asso., *Artemisiacampestris*, *Artemisiajudaica*, *Artemisiaarboriscentis* L., *Artemisiaabsinthum* L., *Artemisiaatlantica*Coss. et Dur., *Artemisia alba turrassp. kabylica*, *Artemisiaverlotorum*Lamott., *Artemisiavulgaris* et *Artemisiamonosperma* L. (Le Houerou., 1969).



Figure 1 : Touffe d'*Artemisia herba-alba* Asso.

I .5 Description botanique :

L'*Artemisia herba-alba* est une plante herbacée à tiges ligneuses et ramifiées, de 30 à 50 cm, très feuillée avec une souche épaisse. Les feuilles sont petites, sessiles, pubescentes et à aspect argenté. Les fleurs sont groupées en grappes, à capitules très petites (3/1,5mm) et ovoïdes. L'involucre est à bractées imbriquées, les externes orbiculaires et pubescentes. Le réceptacle floral est nu avec 2 à 5 fleurs jaunâtres par capitule toutes hermaphrodites (Pottier, 1981).

Chapitre 01 Généralité sur l'*Artemisia herba alba* Asso.

I .5.1 Partie souterraine :

- **Système racinaire :**

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 Floch E.,1989**).

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. La biomasse racinaire diminue très vite avec la profondeur et très peu de racines sont retrouvées à partir de 50 cm (**Pourrat .,1974**) . (figure2)

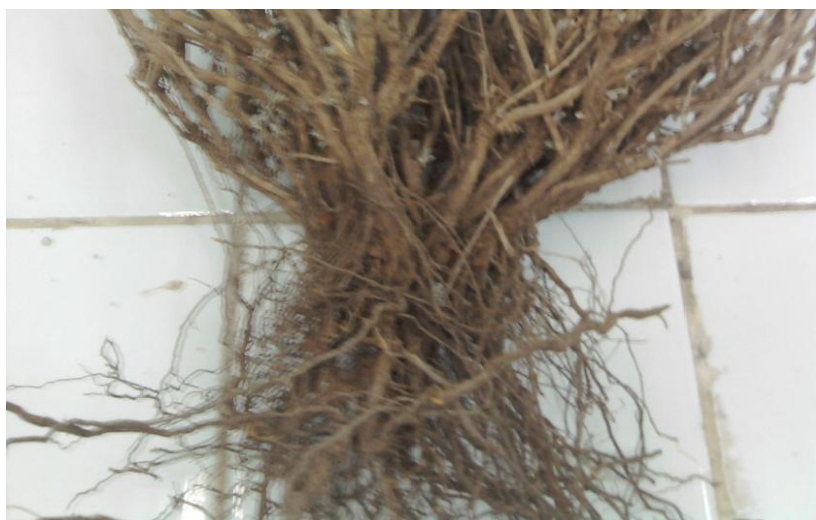


Figure 2 : Système racinaire de l'armoise blanche(**Chebab., 2009**).

I .5.2 Partie aérienne :

Elle est représentée par la partie ligneuse, la tige, les feuilles et les fleurs

- **La tige:**

Chapitre 01 Généralité sur l'*Artemisia herba alba* Asso.

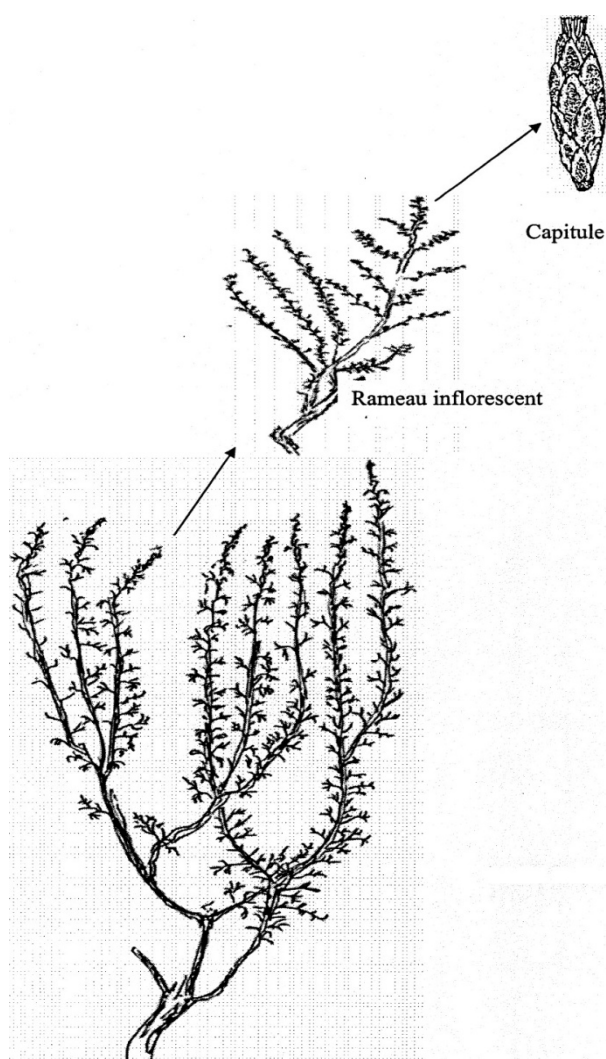
L'armoise présente une tige principale très épaisse, rougeâtre, qui se ramifie et se prolonge par de nombreuses tiges de plus en plus fines. Chaque tige se distingue par une taille allant de 30 à 50 cm (**Bendahou, 1991**).

• Les feuilles:

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 fleur

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**).



Chapitre 01 Généralité sur l'*Artemisia herba alba* Asso.

Figure 3 : Illustration des différents aspects morphologiques d'*Artemisia herba alba* Asso .

I . 3 Habitat:

L'*Artemisia herba-alba* Asso. est largement répandue depuis les îles Canaries et le sud-Est de l'Espagne jusqu'aux steppes d'Asie centrale (Iran, Turkménistan, Ouzbékistan) et à travers l'Afrique du Nord, l'Arabie et le Proche-Orient. En Afrique du nord, cette espèce couvre d'immenses territoires (**Nabli, 1989**).

En Algérie, l'*Artémisia herba alba* Asso., connue sous le nom « chih » couvre près de six millions d'hectares dans les steppes, elle se présente sous forme de buissons blancs, laineux et espacés (**Boutekjenet.C., 1987**).

I .4 Ecologie:

Sur le plan écologique, l'armoise blanche présente une plasticité relativement grande. Elle se développe dans des bioclimats allant de l'étage semi-aride supérieur à l'étage per - aride (ou saharien) inférieur à pluviométrie moyenne annuelle entre 100 et 600 mm, sur des sols à texture fine, limoneux argileux et limoneux sableux bien drainés. Elle semble indifférente aux altitudes, et supporte le calcaire et des niveaux de salinité modérément élevés (**Aidoud, 1988; Ouyahya, 1995**).

En Algérie, l'armoise blanche trouve son optimum, en tant qu'espèce dominante, dans l'étage bioclimatique aride et aride frais parfois semi-aride frais avec une

Chapitre 01 Généralité sur l'*Artemisia herba alba* Asso.

pluviosité moyenne de 100 à 300 mm (**Djebaili, 1984; Aidoud, 1988**).

I .6 Intérêt :

L'Armoise blanche est une plante médicinale et surtout aromatique, largement exploitée pour son huile essentielle. Son pouvoir antibactérien, antiseptique et antifongique lui a conféré une application dans de nombreux domaines : en thérapeutique, en cosmétologie et en industrie agro-alimentaire (**Benjilali; 1984**).

I. .6.1 Intérêt médicinal :

L'Armoise est utilisée en médecine traditionnelle depuis l'antiquité. Très recherchée pour ses propriétés pharmacologiques, elle est utilisée pour traiter les maux les plus divers : ulcères, dyspepsies, troubles hépatiques, aphtes, mycoses, contre les piqûres d'insectes et de scorpions et toutes les formes d'empoisonnements (**Bendjilali; 1980**).

L'Artemisia herba alba est très utilisé en médecine traditionnelle lors d'un désordre gastrique tel que la diarrhée et les douleurs abdominales. Elle est aussi utilisée en tant que remède de l'inflammation du tractus gastro-intestinal (**gharabi, 2008**). (**twaijha et al-badre, 1988**).

Plusieurs études scientifiques ont également prouvées l'efficacité de l'armoise blanche en tant qu'agent antidiabétique, antiparasitaire, antibactérien, antiviral, antioxydant, antimalarien, antipyrétique, antispasmodique et antihémorragique (**boudjelal, 2013**).

En pharmacopée traditionnelle, l'armoise blanche était reconnue depuis longtemps par les populations pastorales et nomades pour ses vertus purgatives. On l'utilise notamment comme vermifuge chez les ovins (**friedman. J et al ., 1986**).

I .6.1 Intérêt pastoral :

C'est est une plante essentiellement fourragère, très appréciée par le bétail comme pâturage d'hiver (**Nabli, 1989**) parce qu'elle a une valeur fourragère importante de 0,45 à 0,70 UF/kg MS (**Nedjraoui, 1981**). Les steppes à armoise

Chapitre 01 Généralité sur l'*Artemisia herba alba* Asso.

blanche sont souvent considérées comme les meilleurs parcours (là 3 ha/mouton) en raison de sa valeur énergétique. (Aidoud, 1989)

Selon Aidoud (1989), dans le Sud-Oranais, la production de l'armoise blanche varie entre 104 et 636 kg MS/ha ; la productivité étant de 340 kg MS/ha/an. La production des éphémères varie entre 23 et 407 kg MS/ha. Celle des thérophytes, qui constituent l'essentiel de la flore (750/o), se situe entre 0 et 264 1kg MS/ha.

I. 7. Composition chimique :

De nombreux travaux ont été fait pour déterminer la composition chimique de l'armoise blanche en plusieurs constituants dont la teneur varie selon la variabilité des conditions géographiques, climatiques, de séchage, de stockage et des méthodes d'études (extraction et détection) (Dahmani-Hamzaoui, et Baaliouamer. 2010).

Les propriétés physico-chimiques de l'armoise blanche de plusieurs régions du monde ont éclairci que sa composition dépend des conditions géographique et climatique de l'endroit de la plante.

Tableau 1 : Composition chimique de l'HE d'*Artemisia Herba Alba* d'Algérie

Régions	Compositions Majoritaires	Référence
Bou Saada	Camphor 30% α -thujone 26,7% chrysanthenone 21,2%	Dob et Benabdelkader 2006.
BordjBouArréridj	Chrysanthenone 54,5% camphor 15,9% 1,8-cineole 5,7%	Dob et Benabdelkader 2006.

Chapitre 01 Généralité sur l'*Artemisia herba alba* Asso.

DJELFA	Davanone 62,20 % Carvacrol 4,88 % Camphor 3,48 %	TOUIL Souhila et BENREBIHA Fatima Zohra
Ouargla	Davanone 42.8% Camphor 15.96% Thujone 9.63%	GOUDJIL Mohamed Bilal

À travers les données indiquées nous remarquons une nette différence entre la composition chimique d'une même plante, d'une région à une autre.

Cette différence est probablement liée aux conditions climatiques et géographiques d'une région à une autre. Le pourcentage de **camphre** et de **Davanone** est élevé dans toutes les régions. Le camphre varie entre 3.48% et 31.9% , tandis que Le davanone varie entre 42.8% et 62.20%.

I.8 Les activités antimicrobiennes :

L'utilisation des antibiotiques conduit dans la très grande majorité des cas à la sélection de populations microbiennes résistantes. Cette résistance est due à des mutations chromosomiques ou à l'acquisition de gènes de résistance portés par des éléments génétiques mobiles (plasmides, phages, transposons, intégrons). Ces résistances ont conduit à chercher de nouveaux agents antimicrobiens possédant une efficacité plus importante que les drogues synthétiques d'une part et bien acceptés par l'organisme d'autre part (**García-Ruiz et al., 2008 ; Kempf et Zeitouni., 2009**). Beaucoup de groupes de recherches ont étudié l'activité antimicrobienne des extraits de plantes médicinales telles que fenouil (*Foeniculum vulgare*), menthe (*Mentha piperita*), thym (*Thymus vulgaris*), ils ont trouvé que ces extraits sont actifs non seulement contre les bactéries mais aussi contre les champignons, les levures et les virus (**Jürgen et al., 2009**). D'autres groupes de chercheurs ont franchi une étape plus loin, ils ont isolé et identifié les métabolites responsables de l'activité antimicrobienne des extraits de plantes, cette étape constitue une plateforme pour plusieurs implications incluant l'industrie pharmaceutique, la médecine alternative, et

Chapitre 01 Généralité sur l'*Artemisia herba alba* Asso.

la thérapie naturelle (Huang et al., 2008).

I 8.1 Activités antibactériennes :

Lors d'une étude menée par (Khebri, 2011). *l'Artemisia herba alba* s'est montrée très active vis-à-vis de : *E.coli*, *Serratia.sp*, *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter* et *Haemophilus...*

I .8.2 Activités antifongiques :

L'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* agit de façon active sur *Fusarium oxysporum* et *Rhizopus stolonifer*, le pourcentage d'inhibition dépasse 75 % ceci est dû à la présence de composés majoritaires talque a et α -thujone dont l'activité antifongique confirmé par une étude réalisée par (Tantaoui et al., 1993) . rapportent que l'huile essentielle d'*Artemisia heba alba* inhibe la reproduction asexuée du *Aspergillus niger* et *Penicillium italicum*,

Chapitre02

Les huiles essentielles

II .les huiles essentielles :

II. 1 Historique :

L'huile essentielle est très ancienne et assez universelle, son utilisation date de plus de 7000 ans (on trouve les premières traces chez les aborigènes d'Australie avec fumigation) preuve en est un alambic en terre cuite retrouvé au Pakistan datant de cette époque. On retrouve des inscriptions datant de 4000 ans en Mésopotamie et des écrits Egyptiens datant de 3500 ans. Les Egyptiens obtenaient les huiles essentielles en pressant les plantes **(Khadidja ,2010)**.

I .2 Définition :

La définition des huiles essentielles selon AFNOR est la suivante (norme NF T 75-006) : « L'huile essentielle est le produit obtenu à partir d'une matière première d'origine végétale, soit par entraînement à la vapeur, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicerpe des Citrus, soit par distillation sèche » **(Megateli Sarah ,2009)**.

L'huile essentielle est le parfum des plantes aromatiques. Elle s'appelle aussi "essence" ou "huile volatile" qui est un produit de composition généralement assez complexe renfermant les principes volatils contenus dans les végétaux et plus ou moins modifiés au cours de la préparation **(Boudjelal ,2012)**

L'organisation internationale de normalisation ISO propose plusieurs définitions: Pommade florale: Corps gras parfumé obtenu à partir de fleurs soit par enfleurage à froid ou à chaud. Epice: Produits végétaux naturelles ou mélange de ceux-ci exempts de matières étrangères, utilisée pour donner de la saveur et de l'arôme et pour assaisonner les aliments. Arôme: La notion d'arôme est à la fois différente et plus vaste que celle d'huile essentielle puisqu'elle s'applique à tout principe odorant qui émane des substances naturelles ou qui est engendrée par un processus physique, chimique ou enzymatique (café torréfié, viande grillée, poisson, fromage ...)**(Khadidja ,2010)**.

7.3 Les composants chimiques des huiles essentielles :

Ce sont des mélanges complexes variables de constituants appartenant de façon quasi exclusive à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes : le groupe des terpénoïdes d'une part et le groupe des composés aromatiques dérivés du phénylpropane beaucoup moins fréquent d'autre part (**Budavari, 1993**). Le poids moléculaire des composés est assez faible, généralement compris entre 150 et 200 (**kheffach, 2015**).

II .3.1 Les terpénoïdes :

Dans le cas des huiles essentielles, les terpénoïdes sont les plus volatils (masse moléculaire la moins élevée : monoterpènes et sesquiterpènes) sont les plus concernés. Porteurs de fonction dont le degré d'oxydation est variable, ils donnent naissance à des milliers de substances différentes (**wichtl et al, 1999**).

II 3.2 Monoterpènes :

Les carbures sont presque toujours présents. Ils sont acycliques, monocycliques ou bicycliques. Ils constituent parfois plus de 90 % de l'huile essentielle (citrus, térébenthine). Quand la molécule est optiquement active, les deux énantiomères sont le plus souvent présents dans des plantes différentes (**bruneton, 1993**).

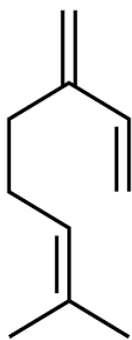


Figure 4: acyclique : myrcène.
(BRUNETON, 1993).

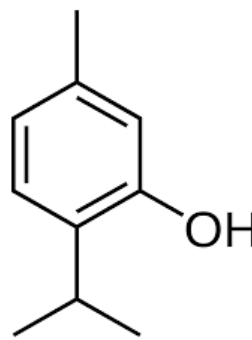


Figure 5 : monocyclique : thymol
(BRUNETON, 1993).

II .3.3 .Sesquiterpènes :

L'allongement de la chaîne (fpp) accroît le nombre de cyclisations possibles. Ainsi plus d'une centaine de squelettes différents a été décrit. Composé aromatique Dérivés du phénylpropane (C6-C3), ils sont beaucoup moins fréquents que les précédents. Un noyau aromatique est couplé est couplé à une chaînede trois carbonées (**bruneton, 1993**).

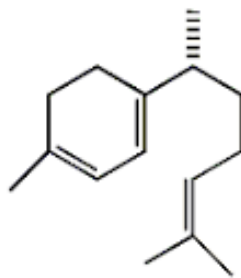


Figure 6 : le bêta-bisabolène.(pirrunget al, 1997).

II .3.4 Compose aromatique :

Dérivés du phénylpropane (C6-C3), ils sont beaucoup moins fréquents que les précédents. Un noyau aromatique est couplé est couplé à une chaînede trois carbonées (**bruneton, 1993**).

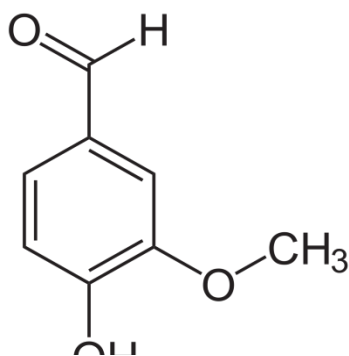


Figure 7 : la vanilline (brunrton, 1993).

II 3.4 Compose d'origines diverses :

Lors de la préparation des huiles essentielles, certains composés aliphatiques, de faible masse moléculaire, sont entraînés lors de l'hydrodistillation (carbures, acides, alcools, aldéhydes, esters....) Les différents composés sont assez stables aux températures ambiantes.

II .4 Propriétés physiques et organoleptiques de s huiles essentielle :

Malgré leurs différences de constitution, les huiles essentielles possèdent en commun un certain nombre de propriétés physiques (**mouchem, 2015**).

Tableau 2 : Propriétés physiques et organoleptiques des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont entraînaables à la vapeur d'eau (Bruneton, 1999). Elles dissolvent les graisses, l'iode, le soufre, le phosphore et réduisent certains sels (**Valnet,2005**)

Odeur	Très odorante. Dépend souvent de l'altération que l'air leur fait subir (Wurtz , 1874).
Couleur	Incolores ou jaunes pâles (Paris ,Hurabielle , 1981). Il existe cependant quelques exceptions dont la majorité de ces huiles colorées sont des essences ou des absolues (Bergamote et absinthe : vertes, jasmin : brun rougeâtre, cannelle : rougeâtre) (Davis , 2006)
Consistance	Généralement fluides mais il en est de solides (Valnet , 2005).
Solubilité	Solubles dans les solvants organiques usuels. Liposolubles. Très peu solubles

	dans l'eau (Bruneton , 1999).
Densité	Inférieure à celle de l'eau (varie de 0.759 à 0.99) (Bruneton, 1999). Quand le contraire a lieu, cela indique une plus forte proportion d'oxygène dans l'un des constituants (Wurtz ch-A, 1874) .
Point d'ébullition	Varie entre 160° et 240°C (Wurtz ch-A, 1874)
Indice e réfraction	Elevé (Bruneton , 1999).
Indice e polarisation	plupart dévient la lumière polarisée (Bruneton , 1999).
Altération	Très altérables, sensibles à l'oxydation. Elles ont tendance à se polymériser en donnant lieu à la formation de produits résineux (Paris M, Hurabielle M, 1981). Par une longue exposition à l'air, elles s'épaississent, deviennent visqueuses et souvent acides (Wurtz ch-A, 1874).
Conservation	Limitée (Paris ,Hurabielle , 1981).

II .5 Répartition et localisation:

Les huiles essentielles n'existent quasiment que chez les végétaux supérieurs. Les genres capables d'élaborer les constituants qui les composent sont répartis dans une cinquantaine de familles botaniques parmi lesquelles les Lamiacées, les Astéracées, les Rutacées, les Cannelacées, les Lauracées, les Myrtacées et les

Zingibéracées. (Bruneton, 1999).

Les huiles essentielles peuvent être stockées dans tous les organes : fleurs (rose) feuilles (citronnelle, eucalyptus, laurier), écorces (cannelier), bois (bois de rose, santal), racines (vetiver), rhizomes (cucurma, gingembre), fruits (anis, badiane) et graines (muscade) (Sangwan et al., 2001) et sont contenues dans des structures spécialisées à savoir : les poils, les canaux sécréteurs et les poches (Couic-Marinier et Lobstein, 2013).

II .6 Rôles des huiles essentielles:

Plusieurs hypothèses ont été avancées sur le rôle des HE. Les constituants des huiles essentielles sont considérés par Lutz comme des modérateurs des réactions d'oxydation intramoléculaire protégeant la plante contre les agents atmosphériques. Les travaux de Nicholas ont montré que les monoterpènes et sesquiterpènes peuvent jouer des rôles aussi variés qu'importants dans la relation des plantes avec leur environnement. Par exemple, le 1,8-cinéole et le camphre inhibent la germination des organes infectés ou la croissance des agents pathogènes issus de ces organes (Gilles, 2007). Réduction de la compétition des autres espèces de plante (allélopathie) par inhibition chimique de la germination des graines, et protection contre la flore microbienne infectieuse par les propriétés fongicides et bactéricides, et contre les herbivores par goût. L'huile comme source énergétique, facilitant certaines réactions chimiques, conservent l'humidité des plantes dans les climats désertiques (Hamidi, 2013). Rôle défensif protection du bois contre les insectes et les champignons, action répulsive contre les animaux herbivores (El haib ,2011) .

II .7 Les facteurs influençant la composition:

La composition chimique et le rendement en HE varient suivants diverses conditions : l'environnement, le géotype, origine géographique, la période de récolte, le séchage, lieu de séchage, la température et durée de séchage, les parasites, les virus et mauvaises herbes (Bezzaz ,2014).

Le taux d'humidité, la durée d'ensoleillement, la composition du sol sont autant de facteurs d'ordre environnemental susceptibles d'exercer des modifications chimiques. Chez la *Menthapiperita* par exemple, les nuits froides favorisent la

formation de menthol alors que les nuits tempérées favorisent celle du menthofuranne. L'heure de la récolte du matériel végétal ainsi que le moment dans l'année sont en effet des facteurs importants Marianne (Piochon, 2008) .

II .8 Méthodes d'extraction des huiles essentielles :

Il existe plusieurs méthodes pour extraire les huiles essentielles. Le choix de la méthode la mieux adaptée se fait en fonction de la nature de la matière végétale à traiter, des caractéristiques physico-chimiques de l'essence à extraire, de l'usage de l'extrait et l'arôme du départ au cours de l'extraction.

II .8.1 L'entraînement à la vapeur d'eau :

L'entraînement à la vapeur d'eau est l'une des méthodes officielles pour l'obtention des huiles essentielles. A la différence de l'hydrodistillation, cette technique ne met pas en contact direct de l'eau et la matière végétale à traiter. La vapeur d'eau fournie par une chaudière traverse la matière végétale située au dessus d'une grille. Durant le passage de la vapeur à travers le matériel, les cellules éclatent et libèrent l'huile essentielle qui est vaporisée sous l'action de la chaleur pour former un mélange « eau + huile essentielle ». Le mélange est ensuite véhiculé vers le condenseur et l'essencier avant d'être séparé en une phase aqueuse et une phase organique : l'huile essentielle. L'absence de contact direct entre l'eau et la matière végétale, puis entre l'eau et les molécules aromatiques évite certains phénomènes d'hydrolyse ou de dégradation pouvant nuire à la qualité de l'huile (Bruneton, 1993 ; El haib, 2011) .

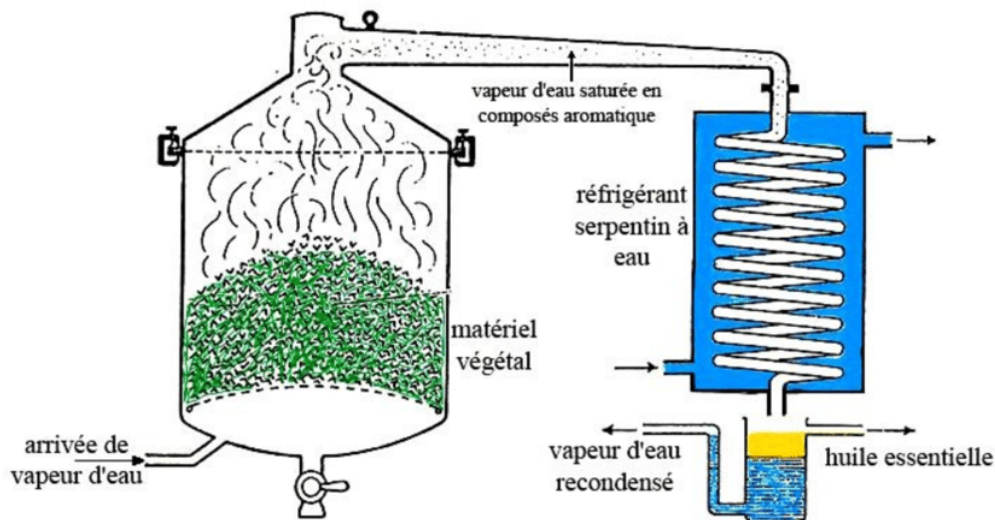


Figure 8:

Schéma de l'appareil d'entraînement à la vapeur d'eau (Lucchesi, 2005).

II. 9.2. L'hydrodistillation :

Il s'agit de la méthode la plus simple et de ce fait la plus anciennement utilisée. Le principe de HD est celui de la distillation des mélanges binaires non miscibles. consiste à immerger la biomasse végétale dans un alambic rempli d'eau, que l'on porte ensuite à l'ébullition. La vapeur d'eau et l'essence libérée par le matériel végétal forment un mélange non miscible. Les composants d'un tel mélange se comportent comme si chacun était tout seul à la température du mélange, c'est-à-dire que la pression partielle de la vapeur d'un composant est égale à la pression de vapeur du corps pur. Cette méthode est simple dans son principe et ne nécessite pas un appareillage coûteux. Cependant, à cause de l'eau, de l'acidité, de la température du milieu, il peut se produire des réactions d'hydrolyse, de réarrangement, de racémisation, d'oxydation, d'isomérisation, etc. qui peuvent très sensiblement conduire à une dénaturation (Bruneton, 2009).

La durée d'une hydrodistillation peut considérablement varier, pouvant atteindre plusieurs heures selon le matériel utilisé et la matière végétale à traiter. La durée de la distillation influe non seulement sur le rendement mais également sur la composition de

l'extrait (El haib, 2011).

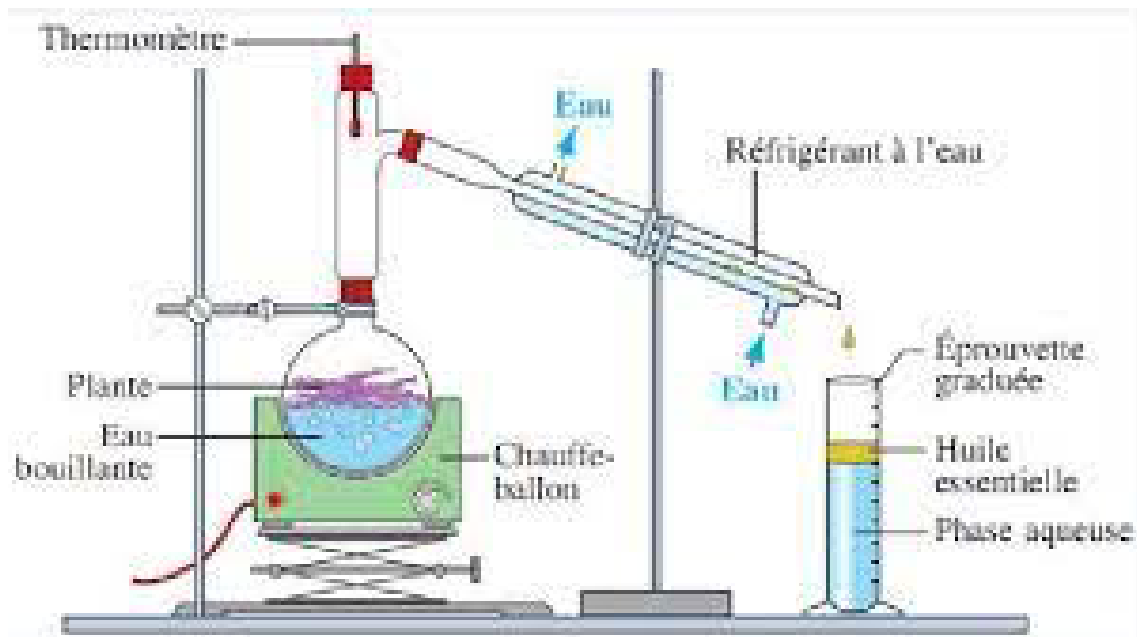


Figure 9 :schéma l'appareil d'hydrodistillation (STL-SPCL Chimie et développement durable Fiche technique – extraction, 2019)

II .9.3 L'hydrodiffusion :

L'hydrodiffusion est une variante de l'entraînement à la vapeur. Cette technique relativement récente et particulière. Elle exploite ainsi l'action osmotique de la vapeur d'eau. Elle consiste à faire passer, du haut vers le bas et à pression réduite, la vapeur d'eau au travers de la matrice végétale (Bruneton,1999).

L'avantage de cette méthode est d'être plus rapide donc moins dommageable pour les composés volatils, et de ne pas mettre en contact le matériel végétal et l'eau. De plus, l'hydrodiffusion permet une économie d'énergie due à la réduction de la

durée de la distillation et donc à la réduction de la consommation de vapeur (Elhaib, 2011).

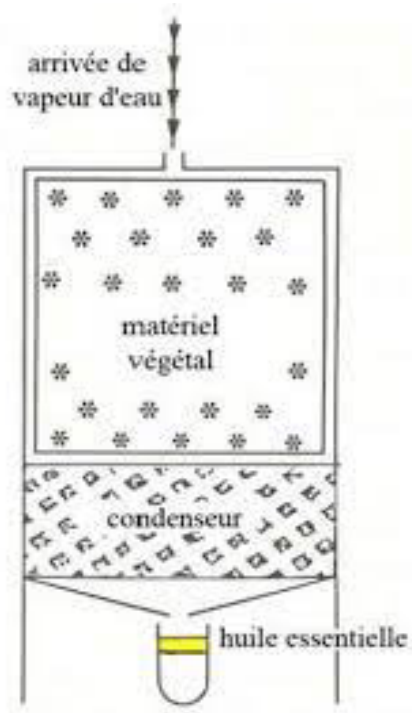


Figure 10 : Schéma l'appariel d'hydroffusion(Elhaib,2011).

II .9.4 L'expression à froid :

L'extraction par expression est souvent utilisée pour extraire les huiles essentielles des agrumes comme le citron, l'orange, la mandarine, etc. Son principe consiste à rompre mécaniquement les poches à essences. L'huile essentielle est séparée par décantation ou centrifugation. D'autres machines rompent les poches par dépression et recueillent directement l'huile essentielle, ce qui évite les dégradations liées à l'action de l'eau (nzeyumwami, 2004).

II. 9.5 Extraction par solvant :

La technique d'extraction « classique » par solvant, consiste à placer dans un extracteur un solvant volatil et la matière végétale à traiter. Grâce à des lavages successifs, le solvant va se charger en molécules aromatiques, avant d'être envoyé au concentrateur pour y être distillé à pression atmosphérique. L'extraction par solvant organique volatil reste la méthode la plus pratiquée. Les solvants les plus utilisés à l'heure actuelle sont l'hexane, le cyclohexane, l'éthanol, le méthanol, le dichlorométhane et l'acétone. Le solvant choisi, en plus d'être autorisé devra posséder une certaine stabilité face à la chaleur, la lumière ou l'oxygène, sa température d'ébullition sera de préférence basse afin de faciliter son élimination, et il ne devra pas réagir chimiquement avec l'extrait. L'extraction est réalisée avec un

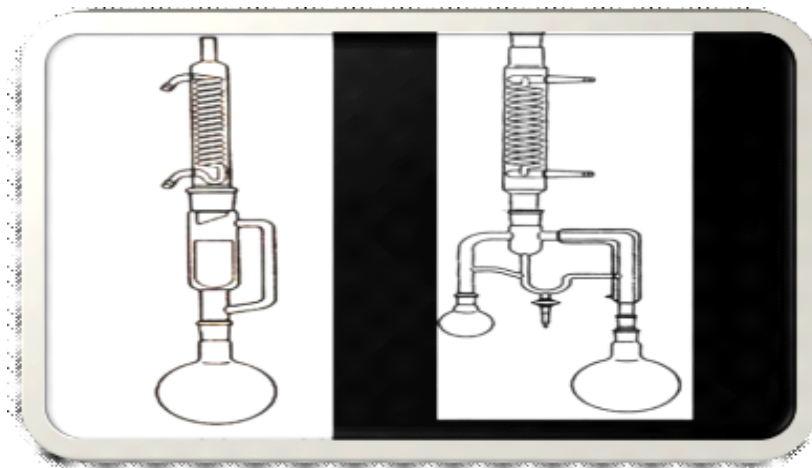


Figure11 : Appareil de Soxhlet à gauche, et appareil de Lickens -Nickerson à droite (Boutayeb,2013).

appareil de Soxhlet ou un appareil de Lickens-nickerson(Brian, 1995 ; El haib, 2011) .

II. 9.6 Extraction par micro –ondes :

Cette technique d'extraction a été développée au cours des dernières décennies à fins analytiques. Le procédé consiste à irradier par r micro –ondes de la matière végétale broyée en présence d'un solvant absorbant fortement les micro-ondes (le méthanol) pour l'extraction de composés polaires ou bien en présence d'un solvant n'absorbant pas les microondes (hexane) pour l'extraction de composés apolaires. L'ensemble est chauffé sans jamais atteindre l'ébullition durant de courtes périodes

entrecoupées par des étapes de refroidissement (**Mompon, 1994 ; Brian ,1995**).

L'avantage essentiel de ce procédé est de réduire considérablement la durée de distillation et d'obtenir un bon rendement d'extrait (**France Ida, 1996**).

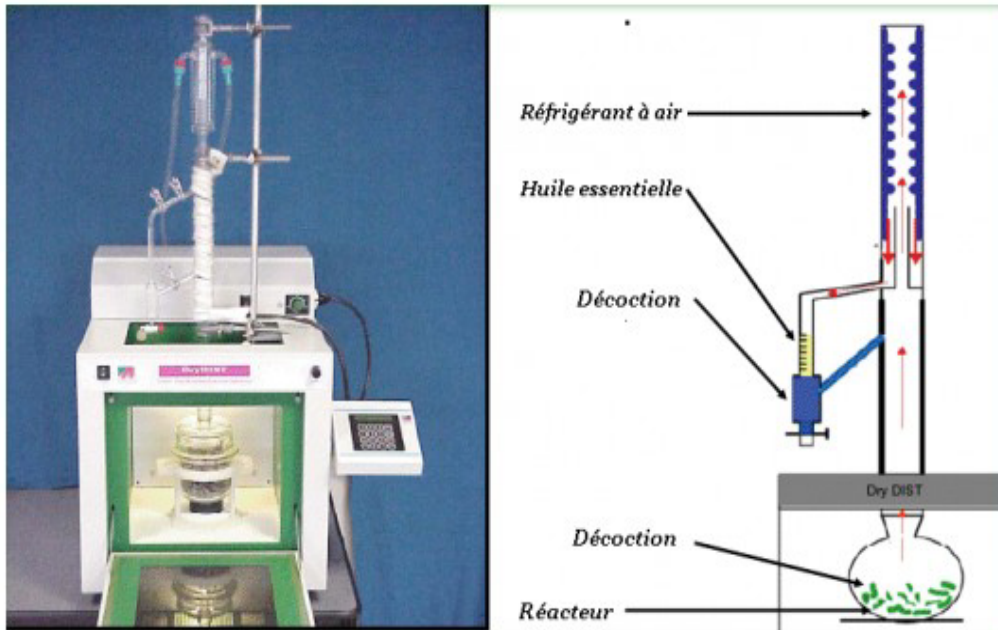


Figure12 : Principe schématisé de l'appareillage d'hydrodistillation sous micro-ondes(boutayeb,2013)

II. 9.7 Extraction par du CO₂ supercritique :

Cette technique se rapproche énormément de l'extraction par solvant, le CO₂ supercritique a la même fonction qu'un solvant sauf qu'il n'est pas nocif et qu'il ne reste plus aucune trace de celui-ci dans l'huile essentielle obtenu.

La technique est fondée sur la solubilité des constituants dans le dioxyde de carbone à l'état supercritique. Grâce à cette propriété, le dioxyde de carbone permet l'extraction dans le domaine liquide (supercritique) et la séparation dans le domaine gazeux. Le dioxyde de carbone est liquéfié par refroidissement et comprimé à la pression d'extraction choisie. Il est ensuite injecté dans l'extracteur contenant le matériel végétal, puis le liquide se détend pour se convertir à l'état gazeux pour être conduit vers un séparateur où il sera solvant(**Brisset,2011**).

Chapitre 03

Alternariose ,*Alternaria sp*

III. 1 *Alternaria sp*

III. 1.1. Définition de la maladie :

La brûlure alternarienne, ou alternariose, est une maladie commune du feuillage de la pomme de terre, qui s'attaque aussi aux tomates, aux aubergines et à d'autres plantes apparentées. Bien qu'elle apparait plus tôt que le mildiou, elle cause souvent de plus grands dommages au feuillage en fin de saison lorsque la température lui est favorable (W.A. Hodgson et D.D.Pond ; et J Munro, 1975). Certains spécialistes aux Pays-Bas la considèrent même comme la deuxième maladie en importance après le mildiou (Daniel Ryckmans, 2006). L'Alternariose est une maladie très présente en Algérie; elle affecte toutes les productions de plein champ et sous tunnels plastiques (serre), les conséquences de la défoliation sont graves, elles contribuent au ralentissement et à la diminution de la production (**Ircmi, 2010**).

III. 1.2. Historique du genre *Alternaria* :

En 1816, Ness décrit pour la première fois un champignon présentant des spores produites en chaîne portant un bec filiforme qu'il appelle *Alternariatenuis*. Le genre a été successivement décrit par Groves et Skolko (1944), Neergaard (1945), Joly (1964) et Simmons (1967, 1986, 1992). Wiltshire en 1993, propose de regrouper dans le genre *Alternaria* toutes les espèces dont les spores présentent un bec, sans tenir compte de la formation ou non de chaînes (**Keonig, 1995**).

III. 1.3. Généralité sur l'*Alternaria* :

Les *Alternaria* sont des champignons fréquents dans notre environnement. Ils appartiennent aux moisissures atmosphériques. Ils peuvent être isolés de végétaux très divers. L'*alternaria* comprend près de 275 espèces (**Simmons, 2007**). Avec des modes de vie saprophytes et phytopathogènes qui peuvent affecter les cultures sur champ ou produits végétaux pendant la récolte et post-récolte (**Logrieco et al ; 2009**). En tant que parasites de faiblesse, les *Alternaria* sont capables de mener une existence saprophytique pendant des périodes plus ou moins longues. Certains, tel

qu'A. chartarum, A. consortale, A. tenuis, etc., ont un habitat le plus souvent saprophytique et se rencontrent couramment sur des débris organiques ou les végétaux morts. Quelques espèces comme A. solani, A. dauci et ses formes, A. linicola, A. zinniae, etc., vivent au contraire à l'état de parasites sur des plantes encore apparemment

vigoureuses (**Messiaen et al ; 1991**). Ce sont des champignons mésophiles, leurs activités prédominantes disparaissent lorsque la température s'élève (**Botton et al ; 1990**).

III. 1.4. Classification :

Selon le catalogue of life (25 mars 2016), la taxonomie de l'Alternariasp est la suivante : Règne.....*Fungi*

Embranchement..... *Ascomycota*

Classe.....*Dothideomycetes*

Ordre..... *Pleosporale*

Famille..... *Pleosporaceae*

Genre.....*Alternaria*

III. 1.5 Cycle de développement d'*Alternaria spp* :

Alternaria survit l'hiver sous forme de mycélium ou les spores dans les débris végétaux infectés laissés sur ou dans le sol, et sur les graines de plantes infectées, indique l'Illinois Extension, 2017. Dans des conditions favorables au printemps, les spores mûrissent rapidement dans les taches foliaires fongiques qui libèrent plus de spores transportées à d'autres plantes par le vent et les éclaboussures de pluie. Ce cycle se répète tout au long du printemps et l'été aussi longtemps que les conditions favorables persistent . Les conditions les plus favorables à l'alternariose sont des conditions de pluie ou la rosée lourde surviennent lorsque les températures sont comprises entre 65-73 degrés F (l'Illinois Extension 2 juin ; 2017). En 2003 Belanger M, indique que les plantes endommagées et carencées en azote sont plus

vulnérables à l'infection

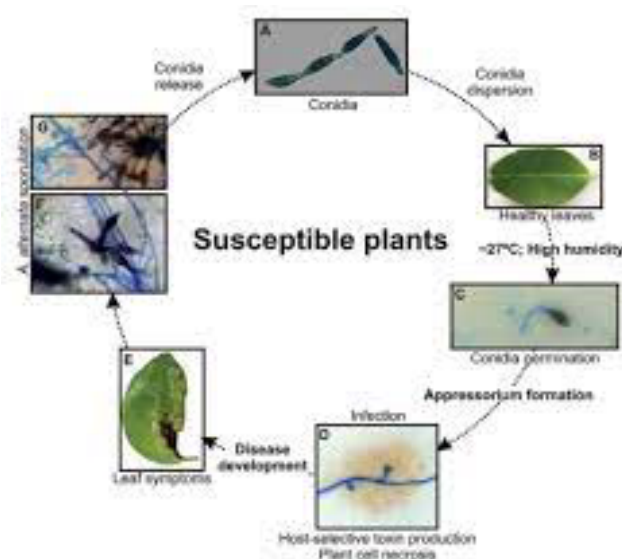


Figure 13 : Cycle de développement de l'*Alternaria spp.*
(Warton et Kierk, 2012)

III. 2. Les *Alternaria* pathogènes des solanacées

Alternaria solani est signalé depuis plusieurs décennies comme pathogène des *Solanacées* et a longtemps été décrit comme affectant la tomate, l'aubergine, la pomme de terre, ainsi que plusieurs membres de cette famille botanique (Blancard *et al.*, 2012). Depuis la première description par Ellis et Martin en 1882 (Sherf et MacNab, 1986), *A. solani*, précédemment connu sous le nom d'*A. porri* f.sp. *solani* (Neergaard, 1945) qui a fait l'objet de nombreuses études (Strandberg, 1992; Rotem, 1994). Un champignon ascomycète, *Pleospora solani*, a été revendiquée par Esquivel (1984) comme le stade téléomorphe d'*A. solani*, mais cela n'a pas été confirmé par d'autre.

En fait, la situation des *Alternaria sp.* sur ces plantes est beaucoup plus complexe. Ainsi, plusieurs espèces d'*Alternaria* seraient inféodées à plus d'une soixantaine de *Solanacées*. De plus, il apparaît que sur la tomate sévirait plutôt une autre espèce, morphologiquement assez comparable à *A. solani* dénommée <<*Alternaria tomatophila*>>. En effet, deux phénotypes existeraient au sein de cette espèce, différenciables par l'aspect de leur colonies en boîtes de Pétri: un phénotype claire,

plus agressif sur tomate, et un autre foncé (Frazer, 2002). IL est à notre qu'A. *subcylindrica* a été ponctuellement observé sur feuilles de tomate cerise tout comme *A. certica* (Simmons et Roberts, 2000). D'autres *Alternaria* s'attaquent aussi à la tomate comme *A.alternata* f. sp. *Lycopersici*, *A.alternata* et *A. tomatophila* (Jones, 1997) .En conclusion, les études présentées vont dans le sens de l'existence de plusieurs taxons responsables de la brulure foliaire chez les *Solanacées* comme *A. tomatophila*, *A. solani*, *A. alternata*, *A.arborescens* et *A. tenuissima*.

Alternaria tomatophila

Alernaria tomatophila tout comme *A. solani*, appartient aux espèces à grosse spores (section *porri*). Elle dispose d'un mycélium cloisonné se mélanisant progressivement avec l'âge, elle produite de courts conidiophores bruns sur lesquels ne se forme souvent qu'une seule conidie. (Simmons, 2000). Les conidies sont brunes, pluricellulaires et très allongées. Elles possèdent un long appendice hyalin (bec) (Figure 9), parfois bifurqué et plus long que le corps de la spore, qui mesure entre 120 et 300 µm de long.

Depuis de nombreuse année la taxonomie des espèces d'*Alternaria* associés aux maladies de la tomate et de la pomme de terre n'ont pas réussi à faire la distinction entre *A. solani* sur pomme de terre et *A. tomatophila* sur tomate. En particulier Rotem (1994) et d'autres auteurs anciens (Ellis, 1971) ont publié beaucoup de travaux sur la sporulation d'*A. solani* en culture. *A.tomatophila* est le pathogène le plus commun lié à la brûlure foliaire de la tomate. A l'inverse, entre le nombre des isolats d'*Alternaria* à grosses spores examinés sur lésions de tomates, aucune n'est identifiable comme l'agent lié à la brûlure foliaire des pommes de terre

Alternaria solani

Alternaria solani appartient au groupe d'espèces à grosses spores (section *porri*) au sein du genre *Alternaria*, caractérisé par les conidies solitaires (Figure 10), supportées individuellement ou rarement en chaine de deux sur des conidiophores

simples et séptés

(Neergaard, 1945; Ellis et Gibson, 1975), elles mesurent entre 150 et 200 μm de long (de la base à l'extrémité du bec) cette espèce est en général identifiable comme l'agent pathogène lié à la brûlure foliaire de pommes de terre (Simmons, 2007)

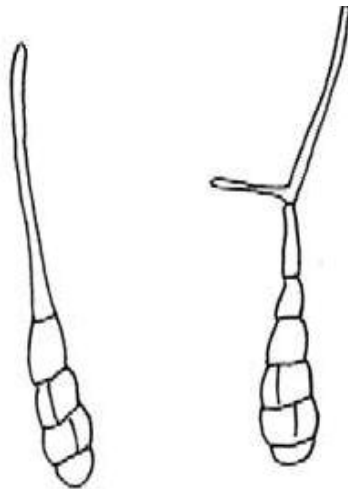
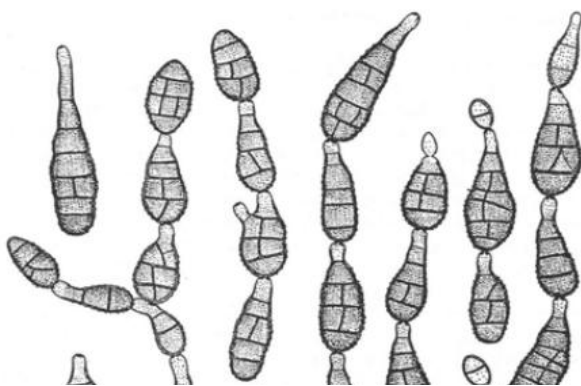


Figure 14 : Blastospores d'*Alternaria solani*(Simmons, 2007).

Alternaria alternat

Alternaria alternata est un champignon filamentueux cosmopolite ubiquiste (Figure 11). Communément isolé à partir de plantes, des sols, de nourriture corrompue ainsi que de l'air ambiant des habitations (Criquet *et al.*, 2008). *Alternaria* est un Pathogène de végétaux, se comporte surtout comme un parasite de faiblesse et se développe sur des plantes sénescents, sur des légumes, sur des débris organiques divers, sur le sol, sur des produits alimentaires, sur le papier etc. (Anonyme 4; 2006).



III. 3. Quelques les plantes hôtes :

III.3.1. Pomme de terre :

La pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) est originaire de la cordillère des Andes dans le Sud-Ouest de l'Amérique du Sud où son utilisation remonte à environ 8 000 ans (**Spooner et al., 2005**). Elle est introduite en Europe vers la fin du XVIe siècle à la suite de la découverte de l'Amérique par les conquistadors espagnols (Hawkes, 1994). Elle arrive en Afrique par les missions chrétiennes à la fin du XVII siècle, sous forme de petites plantations (**Rousselle et al, 1996**). On pensait autrefois que la pomme de terre était issue d'une plante sauvage unique, l'espèce *S. tuberosum*. Dès 1929, les botanistes russes Juzepczuk et Bukasov avait montré que cette origine était plus complexe et que l'on retrouvait, parmi les ancêtres des espèces de pomme de terre cultivées des plantes sauvages différentes (Rousselle et Spire, 1996). Elle est aujourd'hui cultivée dans plus de 150 pays sous pratiquement toutes les latitudes habitées (**Hawkes, 1994**).

III. 3.2. La tomate :

Originaire de l'Amérique du Sud, dans la région montagneuse des Andes (Equateur, Pérou, Chili), la tomate fut domestiquée au Mexique, avant d'être importée en Europe au XVIe siècle par les conquistadores (Peralta et al., 2006). Elle est l'ingrédient de cuisine le plus consommé dans le monde après la pomme de terre. C'est une plante herbacée vivace mais cultivée comme annuelle, aux tiges ramifiées

et port rampant. La tige est pubescente, épaisse aux entre-nœuds. Les feuilles sont composées (5 à 7 folioles), alternées et persistantes. Les fruits sont des baies formées de 2 à 3 loges, à graines très nombreuses, et dont la taille, la forme et la couleur varient avec les différentes variétés. Elle a une température optimale de croissance de l'ordre de 25°C et un thermo-périodisme journalier de 10°C, conditions qu'elle a retenues de son origine montagnarde (Naika et al., 2013). La classification de la tomate fut l'objet de nombreuses controverses pendant plusieurs décennies. En effet, se basant uniquement sur des critères morphologiques, taxonomistes et botanistes proposèrent différents noms: *Solanumly copersicum* L et *Lycopersiconly copersicum*. (L.) Karsten (Peralta et al., 2006).

III. 3.3. La carotte :

L'ancêtre sauvage de la carotte (*Daucus carota*) provient d'Afghanistan, qui reste le centre de la diversité de cette plante. La carotte sauvage est une parente de la carotte du jardin. Au début la carotte du jardin produit sa partie comestible la première année, fruits, fleurit, la deuxième année. Si on la laisse monter en graine, elle retourne rapidement à son prototype sauvage qui est théoriquement comestible, mais trop amer et fibreux pour être mangé. Au mésolithique final, elle est non différenciée du panais. On peut distinguer deux variétés de carotte : la carotte de l'Est et la carotte de l'Ouest. (Péron, 2006). La carotte de l'Est a été domestiquée au Xe siècle et même peut être plus tôt en Asie Centrale, probablement dans ce qui est l'Afghanistan présent. Les carottes de l'Est, qui sont encore présentes aujourd'hui, sont souvent violettes ou jaunes et ont parfois une racine branchée. La couleur violette est due à la présence d'anthocyanes. (Péron, 2006). La carotte de l'Ouest est apparue à la Renaissance, au XVIIe siècle, en Hollande, suite à des sélections naturelles, cette première carotte charnue, appelée la « Longue Orange ». Les variétés maraîchères sont cultivées comme des plantes annuelles, car ce qui intéresse le jardinier est la racine tubérisée et non la graine. La plupart des variétés présentent une couleur orange caractéristique. Il existe aussi des carottes fourragères blanches. Des variétés anciennes, actuellement en voie d'extinction, sont aussi de couleur rouge, violette ou jaune

III. 4. Alternaria pathogène de la pomme de terre :

III. 4.1. symptomatologique :

Le succès de l'infection est lié à la sénescence des feuilles et des plantes mais aussi aux conditions climatiques précises, comme une température entre 25c° à 30c° et une période de rosée (**Harrison et al ; 1965 ; Rotem, 1981**).

La maladie se reconnaît facilement par les cercles concentriques rapprochés qui se forment à l'intérieur des taches. Celles-ci se fondent parfois en grandes plages de tissus nécrosés et provoquent un enroulement des feuilles qui rappelle celui de la brûlure apicale. Le temps chaud et humide aggrave la maladie qui peut entraîner la mort, (**W.A. Hodgson et D.D. Pond ; et J Munro, 1975**).

La brûlure précoce peut affecter le feuillage, les tiges et dans des cas plus sévères, les fruits. C'est une maladie fongique qui affecte les cultures des Solanacées dans le monde entier (**Batista et al ; 2006**).

III. .4.1.1.Symptômes Sur feuille (Fig.15) :

Les premiers symptômes apparaissent sur les feuilles de la base, puis ils s'étendent au reste du feuillage. A la face supérieure des feuilles on observe des taches dispersées, très bien délimitées, brunes à brun-noir, de type nécrotique avec un contour anguleux, de quelques mm jusqu'à 2 cm de diamètre. Sur les plus grosses taches, on voit à l'œil nu des anneaux concentriques. Les plages desséchées peuvent se déchirer, tomber et se rejoignant de proche en proche, provoquer le dessèchement et la mort de la feuille toute entière (**Michel, 1991**).



Figure 16 : Symptômes sur feuille(**Michel, 1991**).

III. 4.1.2. Sur tige (Fig.16) :

Les tiges attaquées par l'Alternaria présentent des plages superficiellement colorées en brun, qui s'agrandissent avec le développement de la maladie, puis le dessèchement de la tige peut entraîner sa mort ou celle de toute la plante (Michel , 1991).



Figure17: Symptômes sur tige(Michel , 1991).

III. 4.1.3. Sur tubercule (Fig.17) :

En culture, les attaques sur tubercules sont très peu courantes. Elles résultent d'atteintes ayant eu lieu lors de la récolte ou de la mise en conservation, lorsque des spores d'Alternaria entrent en contact avec la chair des tubercules mal indurés et/ou blessés. Les symptômes sont des taches (jusqu'à quelques cm) en dépression, de couleur brun – violet ou noir métallisé. Sur les bords, la peau est quelque peu plissée ou soulevée. Le tissu atteint est dur et sec, mais séparé du tissu sain par une zone humide et jaunâtre (Daniel , 2006). En coupe on voit que les tissus sont brun-noirâtre sous les taches, plus ou moins pourris et très bien délimités par rapport aux tissus sains (Michel , 1991). La maladie peut se développer en cours de stockage, particulièrement si le séchage et la ventilation sont insuffisants (Venette et Harrison, 1987).



Figure 18: symptômes sur tubercule(Kerr, 2014)

III. 5. Alternaria pathogène des tomates :

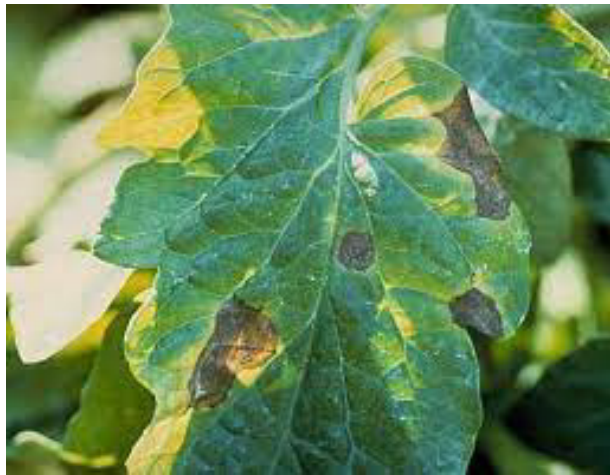
III. 5.1. Symptomatologie :

Les symptômes de la brûlure foliaire provoqués par les Alternaria pathogènes à grosses et à petites spores sont souvent très similaires, plusieurs de ces espèces peuvent être présentes sur le même hôte dans des conditions favorables à leur développement.

III. 5.1.1 Sur feuilles :

Les attaques débutent à partir des feuilles basses, âgées et déjà séniles. Il est rare de les voir s'installer directement sur un organe sain, leur implantation exige un affaiblissement physiologique ; une simple blessure sur un organe vigoureux est souvent suffisante pour permettre l'infection directe (Messiaen et al., 1991). Les premiers symptômes de la maladie dans les champs sont précoces et se traduisent par l'apparition de petites lésions ovales et circulaires noires de 1 mm de diamètre sur les tiges et les feuilles. Par la suite, elles s'étendent progressivement Ets

'auréolent d'un halo jaune souvent bien marqué. Atteignant plusieurs millimètres, elles révèlent souvent de discret anneaux concentriques d'un brun plus foncé (**Blancard et al., 2012**). Les lésions deviennent parfois irrégulières car elles se développent et fusionnent entre elles. Dans des conditions favorables, les infections graves peuvent éventuellement entraîner la mort des feuilles voir la plante. Les lésions sont d'abord superficielles et deviennent déprimées au fur et à mesure qu'elles se développent. Les feuilles atteintes jaunissent et au final toute la surface du limbe se dessèche. En plus des taches foliaires. Une chlorose suivie de la mort des feuilles est observée quand une lésion de la tige se trouve à l'aisselle de la feuille (**Lopes et al., 1994**).(**Fig. 18**).



III. 5.1.2. Sur tiges et collets :

Figure 19 : Symptômes de l'alternariose : taches sur foliole de tomate provoquée par *Alternaria tomatophila* et *A.alternata* (sensu lato).

Le pathogène peut aussi provoquer de graves lésions sur tiges qui peuvent atteindre jusqu'à 5 cm de longueur. Quand des conditions météorologiques sont favorables, les lésions se développent sur les tiges et les pétioles (**Grogan et al., 1975 ; Vloutoglou et Kalogerakis, 2000 ; Verma et Verma, 2010**). Le dépérissement des extrémités du collet est un autre symptôme associé à la maladie (Patterson, 1991), les lésions ne parvient pas ceinturer les tiges en particulier avec les variétés qui ont des tiges plus épaisses (Saliba, 2015). Ces lésions ou chancres progressent lentement sur la tige, une fois celle-ci est ceinturées la plante meurt. Des petites lésions brunes apparaissent ensuite entre les plus grandes lésions. Les tissus sous

les chancres présentent une pourriture sèche brune en particulier au niveau du xylème, celui-ci est décoloré d'une façon discontinue a brun et peut se développer dans les tissus adjacents au xylème primaire d'environ 4 à 7 mm au-dessus et en dessous des chancres (Grogan et al., 1975).



Figure 20 : Lésions provoquées par *Alternaria tomatophila* et *A. alternata* sur tige et collets.

III. 5.1.3. Sur fruits et tubercules :

Le pathogène induit l'apparition de chancres sur fruit, en creux à l'aisselle du calice à partir de lésions sur sépales (Messiaen et al., 1991). Une fois les fruits verts ou murs sont envahies, les tissus colonisés prennent progressivement une couleur noirâtre occasionnant de larges lésions circulaires concaves, parfois plissés en surface à la texture plutôt dure (Fig. 4). Un dense feutrage les recouvre à terme correspondant à la sporulation d'*Alternaria* (Blancard et al., 2012). Selon (Vloutoglou et Kalogerakis., 2000). l'alternariose de la pomme de terre est caractérisée par la présence de taches nécrotiques brunes sur les tubercules ou elles se développent sous forme de petites cavités noires. Sur fruit de tomate, une apparence d'anneaux concentriques à l'intérieur des lésions produites par *A.tomatophila* sont aussi observé. ont rapporté que les taches sont de forme ovale à une forme angulaire mesurant jusqu'à de 0,3 à 0,4 cm de diamètre et le plus souvent avec une zone de chlorose autour de la lésion (Singh et al., 1987). (Fig.20).



Figure 21 : Lésions sur fruits de tomates commercialisés provoquées par *Alternaria tomatophila* .

III. 6. *Alternaria* pathogène des carottes :

La carotte peut être confrontée à de nombreuses maladies, dont les brûlures foliaires. Les brûlures foliaires sont des maladies dues à différents agents pathogènes, mais aux symptômes similaires (taches nécrotiques coalescentes entourées ou non d'un halo chlorotique). La distinction sur le terrain n'est pas toujours possible. Cependant, en fonction de l'agent causal, on peut distinguer l'alternariose provoquée par le champignon *Alternaria dauci*, la cercosporiose (*Cercosporacarotae*) et la brûlure bactérienne (*Xanthomonashortorumpv. carotae*=*Xanthomonas pv. carotae*).

III. 6.1. Symptomalogie de la maladie :

Les symptômes provoqués par *Alternaria.sp* correspondent à des brûlures foliaires. Pendant la colonisation, les cellules adjacentes au mycélium perdent leur chlorophylle et deviennent nécrotiques. Ces symptômes apparaissent 8-10 jours après l'infection (**Strandberg, 1992**). Ce sont de petites lésions brun-verdâtre, qui s'agrandissent et forment des nécroses brun-noir entourées d'un halo chlorotique. En conditions favorables pour le développement du champignon, les lésions coalescent et engendrant une sénescence précoce du feuillage et la réduction du nombre de

feuilles vivantes par plante. Les lésions sont communément observées en bordure des folioles, mais peuvent apparaître sur toutes les parties de la feuille (limbe et pétiole) (Farrar et al., 2004). On considère généralement qu'A. dauci se développe sur les feuilles de la carotte les plus âgées, lorsque les plantes ont atteint le stade 7-8 feuilles. Le stade 2-3 feuilles serait également très sensible. Les tous premiers symptômes se présentent sous forme de très petites taches disséminées et peu visible. Au cours du temps, ces symptômes se développent et la carotte forme de nouvelles feuilles. En conséquence les 2e et 3e feuilles, qui ont été attaquées bien plus tôt, montrent les symptômes les plus visible sur les plantes ayant atteint le stade 7-8 feuilles (fig21)



Figure 22: symptômes d'A. dauci sur carotte, (a) symptômes sur feuille (génotype Presto) (Boedo et al., 2006), (b) dégâts observés au champ, les feuilles âgées sont entièrement détruites (Farrar et al., 2004).

III. 7. Les méthodes de lutte contre *Alternaria spp* :

L'alternariose est une maladie peu connue à ce jour, notamment en ce qui concerne ses conditions de conservation et de contamination. Elle réduit considérablement les rendements à la fois qualitatifs et quantitatifs.

Un programme de pulvérisations de fongicides, associé à un système de prévision (la prophylaxie et les mesures préventives), est généralement le moyen le plus efficace de lutte contre l'alternariose des solanacées.

III. 7.2. La lutte chimique :

Si malgré la mise en œuvre des mesures agronomiques et après un diagnostic d'identification, une attaque d'alternariose est confirmée sur une parcelle, il convient de choisir un fongicide contre le mildiou.

Toute la difficulté en l'absence de modélisation validée dans nos conditions, sera de savoir à quel moment il convient de déclencher une première application fongicide : trop tôt est souvent inutile car les tissus jeunes sont sensibles à la maladie ; trop tard ne permet plus d'assurer une efficacité suffisante sur des symptômes en place et d'enrayer correctement le démarrage de l'épidémie. La floraison est un stade où la vigilance doit commencer à s'imposer dans les cas à risque.

A ce jour, seules quelques spécialités fongicides sont homologuées pour cet usage exclusif :

✓ Il s'agit des spécialités à base de difénoconazole (Kix, Spinner). Elles sont recommandées en mélange avec un anti-mildiou si le risque mildiou le nécessite.

D'autres spécialités sont homologuées à la fois pour la lutte contre le mildiou et l'alternariose ce qui permet un programme de lutte unique pour les 2 maladies foliaires :

✓ Certaines spécialités à base de mancozèbe

✓ Les spécialités à base de zoxamide + mancozèbe (Adério, Gavel).

✓ Les spécialités à base de diméthomorphe + mancozèbe (Acrobat M DG, Lectra DF)

✓ Les spécialités à base pyraclostrobine + diméthomorphe.

✓ Les spécialités à base de mandipropamid + difénoconazole (Revus top)

✓ Les spécialités à base fluazinam + azoxystrobine (Vendetta).

L'efficacité de ces différentes spécialités peut être très variable compte tenu des nombreuses conditions, en particulier abiotiques, qui peuvent favoriser la maladie et contre lesquelles l'action des fongicides est nulle. (ARVALIS, 2017).

III. 7.1 .La lutte biologique :

La lutte contre ce pathogène par les moyens chimiques a donné quelquefois des résultats satisfaisants. Cependant, l'utilisation abusive de certains fongicides chimiques a abouti au développement de souches résistantes rendant ainsi la lutte encore plus difficile (Hmouni. A et al, 1996). Outre les différentes approches de lutte culturale et chimique, d'autres alternatives de gestion de ce pathogène ont été adoptées afin de limiter les dégâts causés par *Alternaria* (*A. solani*), entre autres la lutte biologique (Mónaco. C et al, 2009 ; Nasraoui. B, 2006). Cette lutte a pour principe d'utiliser des micro-organismes antagonistes actifs sur divers agents pathogènes dont *Gliocladium virens*, *G. catenulatum* (Card S.D, 2005) et *Penicillium* sp. (Senthilkumar G et al, 2011).

Le pouvoir antifongique de l'huile essentielle de *Mentha pulegium* a été étudié vis-à-vis d'*Alternaria alternata* par la technique de micro-atmosphère qui s'est révélée la plus active, en effet 10 µl de son extrait ont été suffisants pour inhiber totalement la croissance mycélienne du champignon ; alors qu'il a fallu 30 µl d'huile essentielle d'*Eucalyptus camaldulensis* pour obtenir le même effet sur le même champignon. (S. Hmiri et al, 2011).

Plusieurs agents de lutte ont été testés contre cette maladie cryptogamique. Sans pour autant être inefficaces, aucun de ces auxiliaires n'a réellement montré de performance sur terrain

Partie Expérimentale

MATERIELS ET METHODES

IV. Introduction

Cette étude menée sur l'huile essentielle *d'Artemisia herba alba* (armoise blanche) visé à valoriser cette plante médicinale et aromatique très répandue en Algérie.

Les principaux objectifs sont l'extraction et la récupération des huiles essentielles, la détermination de la qualité de ces huiles extraites et l'étude de leurs activités biologiques (antifongique). Ce travail comporte deux parties :

- la première partie : Extraction par hydrodistillation de l'huile essentielle d'A. herba alba récoltée de la région de Djelfa.
- La deuxième partie concernant l'activité antifongique de l'huile essentielle sur l'agent pathogène *Alternaria solani* de la pomme de terre.

IV. 1Lieu et période de travail :

La partie expérimentale a été réalisée au niveau du laboratoire de biologie végétale et le laboratoire de microbiologie de l'université Djilali Bounaama Khemis Miliana pendant trois mois (Avril, Mai, Juin 2022).

IV. 2 Matériel utilisé :

IV. 2.2 Matériel végétal :

L'étude a été réalisée sur la partie aérienne (feuilles et tiges) de l'armoise blanche. Après séchage dans un endroit sec et à l'abri des rayons solaires, les parties utilisées ont été coupées en petits morceaux et pesées (Figure 23).

(a)

(b)

(c)



Figure 23 : *Artemisia herba alba* ;a) plante fraîche ; b) plante séché ;c)

IV. 2.2.1 Identification botanique :

L'identification de l'espèce *Artemisia herba-alba* utilisée dans cette étude est réalisée au niveau du laboratoire de botanique de l'université Djilali Bounaama Khemis Miliana.

IV. 3 Extraction des huiles essentielles :

- Principe :

L'hydrodistillation (water distillation) est la méthode la plus simple et de ce fait, la plus anciennement utilisée (Mebarki, 2010).

Le principe consiste à porter à ébullition dans un ballon, un mélange d'eau et de plante dont on souhaite extraire l'huile essentielle. Les cellules végétales éclatent et libèrent les molécules odorantes, lesquelles sont alors entraînées par la vapeur d'eau créée. Elles passent par un réfrigérant à eau où elles sont condensées, puis sont récupérées dans un récipient (Bruneton., 1999).

• **Mode opératoire :**

L'extraction de l'huile essentielle a été effectuée par hydrodistillation classique sur un appareil de type Clevenger (**Miguel et al ; 1976**) (Figure II.1).

Les extractions ont été réalisées par ébullition de 50 g de matériel végétal dans un ballon de 1L contenant 600 ml d'eau distillée pendant 1h30.

Les vapeurs formées montent le long de la colonne en entraînant avec elles les huiles essentielles. Ces vapeurs sont condensées dans un réfrigérant, le condensât (eau + huile essentielle) est récupéré dans une ampoule à décanter.

L'HE obtenue par une simple décantation est séparée minutieusement de la partie aqueuse. Les huiles essentielles obtenues fluides, de couleur jaune pâle et dégagent une forte odeur, fraîche et agréable sont conservées dans un eppendorf stérile à basse température (-4°C) et à l'abri de la lumière pour éviter toute dégradation ; figures (24 et 25).

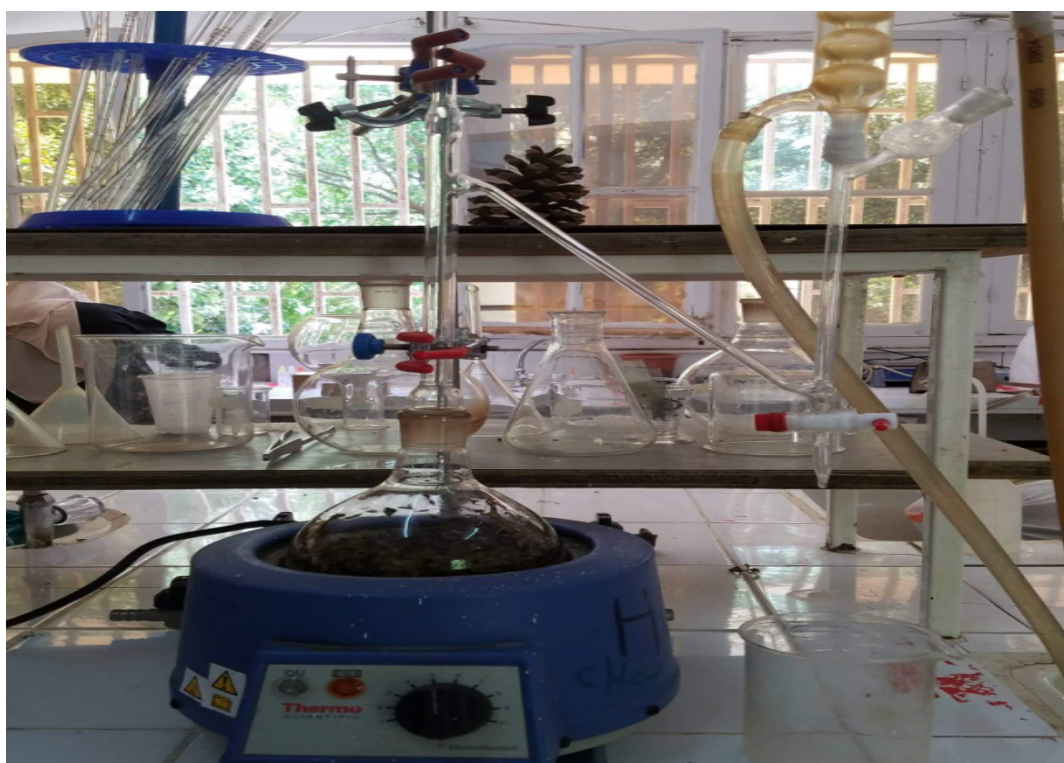


Figure 24 : : Montage d'extraction par Hydrodistillation.



Figure25: 50g de tiges et feuilles d'*A. herba alba Asso.*

IV. 4 Détermination des rendements en huiles essentielles :

Selon la norme **AFNOR (1986)**, le rendement en huile essentielle (RHE), est défini comme étant le rapport entre la masse d'huile essentielle obtenue après extraction (MHE) et la matière végétale utilisée (MS), (**Benbouali, 2006**). Il est donné par la formule suivante:

$$\text{RHE (\%)} = \text{MHE} / \text{MS} \cdot 100$$

RHE : Rendement de l'huile essentielle de *l'Artemisa herba alba Asso.*%.

MHE: Masse de l'huile essentielle obtenue en gramme.

MS : Masse en gramme de la matière végétale sèche



Figure 26: poids eppendorf est vide



Figure 27 : poids eppendorf rempli par l'huile essentielle

$$\text{RHE (\%)} = 0.63 / 50.100$$

$$\text{RHE (\%)} = 1.26\%$$

IV. 5. Caractérisation des huiles essentielles

IV.5.1 Caractérisation organoleptique

Chaque huile essentielle est caractérisée par ces caractères organoleptique tels que: l'odeur, l'aspect physique et la couleur (Bentchicou, 1999 ; Hameurlaine, 2009).

- **L'aspect physique** : l'aspect d'une huile dépend des produits qui la constituent, elle peut apparaître sous forme liquide ou bien semi solide.

- **L'odeur** : elle appartient aux sens chimiques les plus sensibles.
- **La couleur** : la coloration d'une huile essentielle dépend des produits qui la constituent, donc la couleur change d'une huile essentielle à une autre; elle peut être déterminée à l'œil nu.

IV.5.2 Détermination des propriétés physico-chimiques

Aujourd'hui, les propriétés physico-chimiques des HE (densité, indice de réfraction, indice d'acide, indice d'ester) sont exigées pour leur évaluation commerciale (El Abed et Kambouche, 2003)

IV.5.2.1 Les propriétés physiques

❖ L'indice de réfraction (NF T 75 112,1977)

L'indice de réfraction est le rapport de la vitesse d'un rayon lumineux (la raie D du sodium 589 nm) dans le vide et sa vitesse dans le milieu. Autrement dit, c'est la mesure de la réfringence d'un corps donné par rapport à la raie D de sodium.

➤ Mode opératoire :

Régler le réfractomètre en mesurant l'indice de réfraction de l'eau distillée qui doit être de 1,333 à 20°C. Ouvrir le prisme secondaire et déposer 2 à 3 gouttes de l'échantillon liquide sur la partie centrale du prisme principal. Fermer ensuite doucement le prisme secondaire.

L'échantillon s'étale entre le prisme principal et le prisme secondaire en un film mince. Attendre que la température soit stable à 20°C et effectuer la mesure.

L'indice de réfraction (IR), à la température de référence t est donnée par l'équation suivante :

$$I_{20} = I_t + 0.00045 (t - 20^\circ\text{C})$$

I₂₀: indice à 20°C.

I_t : indice à la température de chambre.

t : température de mesure.

❖ **Le pH :**

Le pH est exprimé par une valeur numérique. Il indique si une solution est acide ou basique, et représente aussi la concentration en ions hydrogène d'une solution aqueuse (**Mèlet et Benchabane, 1997**). Le pH est déterminé à l'aide d'un papier pH.

IV.5.2.2 Propriétés chimiques

❖ **L'indice d'acide (NF T 75 103,1982)**

L'indice d'acide est le nombre qui exprime en milligramme la quantité d'hydroxyde de potassium nécessaire à la neutralisation des acides libres présents dans un 1g de substance.

IV. 6 L'isolement de l'agent pathogène :

Prélèvement des échantillons:

Les échantillons ont été prélevés durant le mois d'Avril. On a utilisé la méthode de diagonal elle prend un ensemble bien limité extrait d'une façon aléatoire à partir d'une parcelle étudiée de 1ha a pour but de quantifier la maladie et pour l'estimation des dégâts.

Plusieurs prélèvements sur la plante de pomme de terre (feuilles) sont effectués au niveau de chaque exploitation de la daïra de l'ATTAF.

Les échantillons ont été placés dans des sacs en papier et transportés directement au laboratoire dans des conditions isothermes de 4°C.

Plusieurs auteurs utilisent divers milieux pour un isolement spécifique

(RAPPILLY, 1968). Mais pour un recensement global, le milieu le plus utilisé est le PDA (TUIT ,1974). Ce milieu favorise le développement d'un grand nombre de champignons, il permet d'obtenir une bonne croissance et une bonne fructification de ces espèces (HANNELIN et ULLOA, 1979). Ce milieu est utilisé pour l'isolement et la conservation des isolats fongiques.

IV. 6.1 Préparation de milieu de culture

Un seul milieu de culture est préparé, afin d'isoler les champignons de la pomme de terre

Milieu Potato dextrose Agar (PDA)

Le milieu de culture utilise est préparé selon la méthode suivante:

- PDA de conserve gélosé125g
- Agar agar.....15g
- Eau distillée stérile..... 1000 ml

Les 125g de PDA sont bouillis dans 600 ml d'eau distillée mètre dans un plaque chauffant pendant 20 à 30min.

Le produit obtenu est filtré à travers une mousseline avant l'addition de 15g l'agar et de l'eau distillée jusqu'à 1000 ml après faire agitation pendant 30 à 45min la solution bouillis dans des flacons stérile et conserver a de température de 4°.

IV. 6.1.1 L'isolement :

Les échantillons des feuilles de pomme de terre sont lavés avec l'eau puis la partie sombre est coupée en petits fragments. Ces derniers sont trempés dans l'éthanol (95°) pendant 30 seconds, rincés trois fois dans l'eau distillée stérile puis séchés sur papier filtre.

Après le séchage, 2 à 4 fragments espacés sont déposés dans des boites Pétri puis incubé à 25°C pendant cinq à sept jours.

A partir des isolements primaires, des explants fongiques ont été prélevés de la zone périphérique des colonies fongiques et repiqués aseptiquement sur un milieu

PDA en boîtes de Pétri. Les cultures sont de nouveau incubées à 25 °C comme précédemment. Des repiquages successifs se poursuivent jusqu'à l'obtention d'une culture pure des isolats. Cette technique a été réalisée dans un milieu bien stérile.

IV. 6.1.2 Identification de l'agent pathogène :

L'identification du pathogène est basée sur les caractères morphologiques décrits par Thurston et Shultz (1981). Les observations portent en particulier sur les caractères cultureux, indispensables à la détermination des espèces. L'aspect du mycélium aérien (dense, poudreux, floconneux...). La couleur des colonies, la sporulation, le revers de la culture, la diffusion ou non d'un pigment dans la gélose....etc.

Une deuxième lecture effectuée 3 à 4 jours après la première, permet de confirmer les caractères notés. (**Mourida, 2014**).

A partir des cultures, nous avons réalisé des montages entre lame et lamelle pour des observations microscopiques aux grossissements successifs (10x10) puis (40x10). Ces observations concernent le mycélium et les caractéristiques d'éventuelles fructifications. Les caractères ainsi observés, et photographiés sont comparés à ceux décrits dans la clé de détermination. (**BARNETT, 1972**).

Evaluation qualitative : Aromatogramme

L'évaluation qualitative de l'activité antifongique de l'HE est réalisée par la méthode de diffusion sur disque, en raison de sa simplicité et son efficacité pour tester la sensibilité ou la résistance des champignons.

Le principe de la méthode repose sur le pouvoir migratoire du composé testé en milieu solide (PDA) dans une boîte de pétri, après un certain temps de contact entre le produit et le microorganisme cible.

L'activité antifongique sur la cible est appréciée par la mesure de la zone d'inhibition.

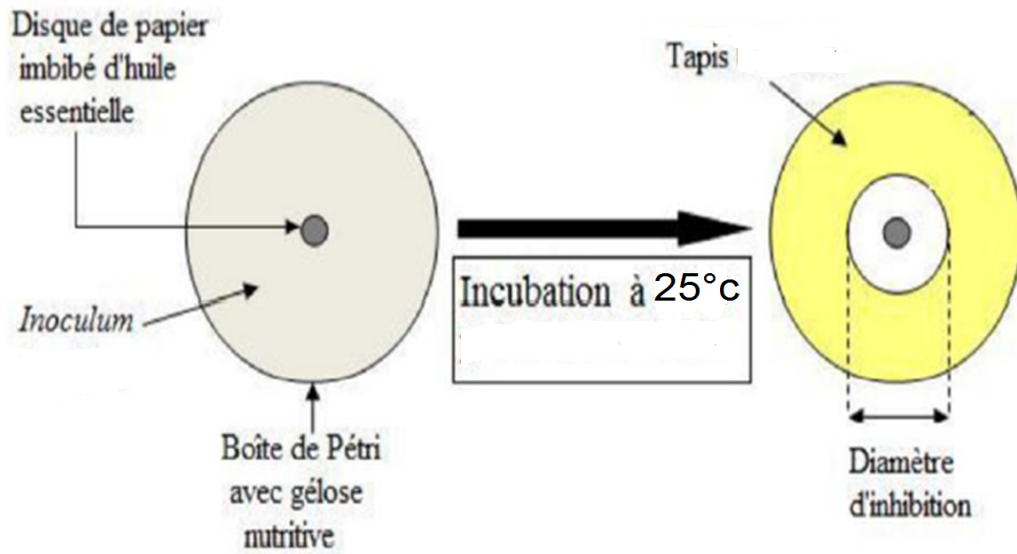


Figure 28 : principe de la méthode diffusion sur disque

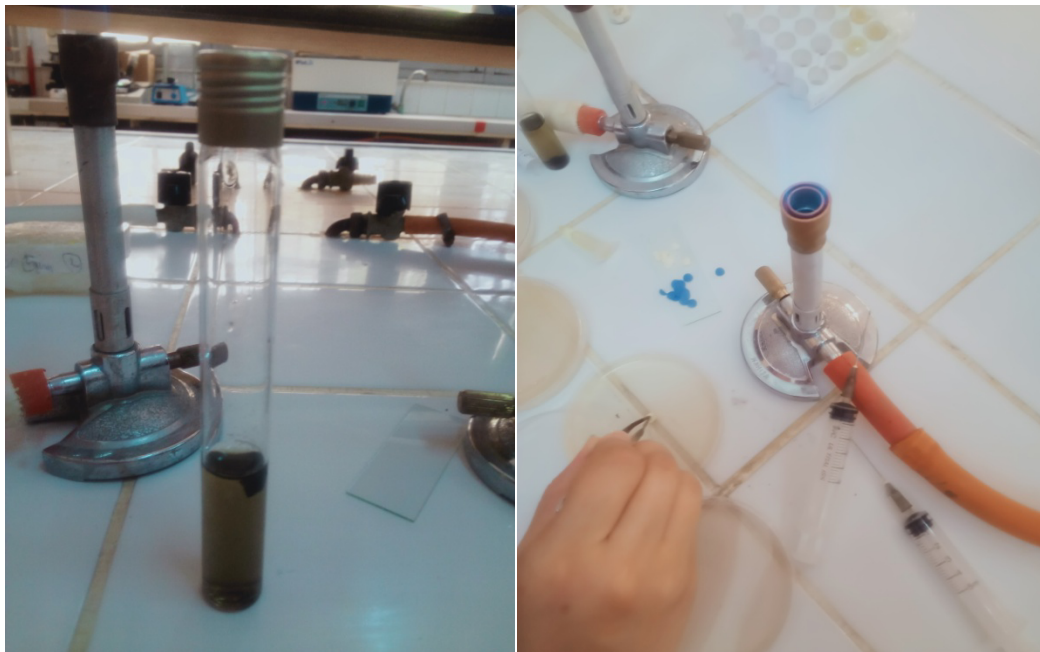


Figure 29: GN Contient *L.A.solani*

Inoculation de L.A.solani

Préparation des dilutions de l'HE

Une série de dilutions de l'huile essentielle de l'armoise blanche dans le DMSO

(diméthylsulfoxyde) a été réalisée en débutant par une dilution à 1/2 jusqu'à la dilution de 1/64, dans des tubes en verre stériles :

- Le premier contient 500 µl d'huile essentielle et 500 µl de DMSO.

- 500 µl de la première dilution sont transférées dans le deuxième tube (1/4) auquel on rajoute 500 µl de DMSO, puis agiter.

- des dilutions à 1/8, 1/16, 1/32, 1/64 sont préparés de la même manière selon le schéma de la

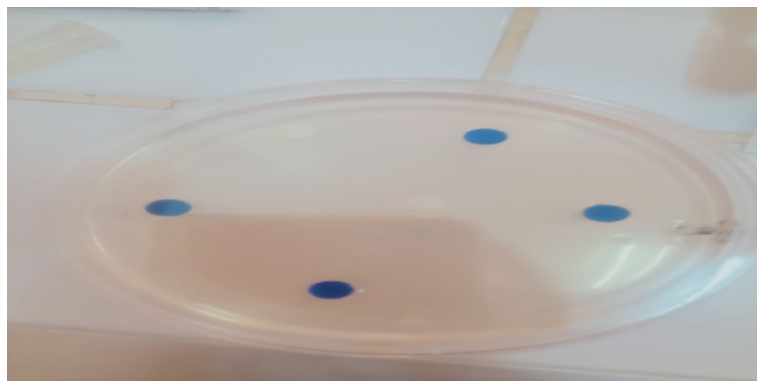
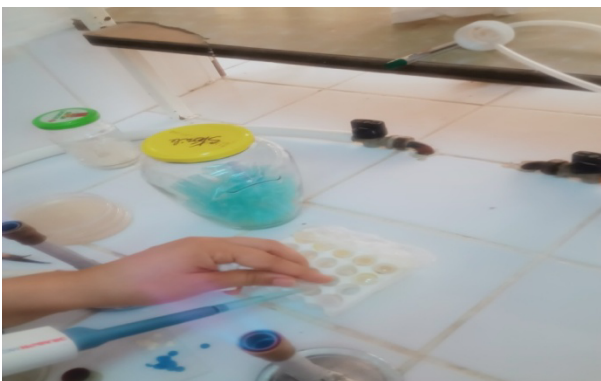


Figure 30 : Préparation des dilutions de l'huile essentielle.

Expression des résultats

L'absence de la croissance de champignon se traduit par un halo autour des disques, dont le diamètre a été mesuré à l'aide d'un pied à coulisse (y compris le diamètre du disque de 6 mm).

Une échelle d'estimation de l'activité antifongique d'une huile essentielle en se basant sur les diamètres des zones d'inhibition (D) permet de distinguer 5 classes

d'HE [63].

- Très fortement inhibitrice : $D \geq 30$ mm
- Fortement inhibitrice : $21 \text{ mm} \leq D \leq 29$ mm
- Modérément inhibitrice : $16 \text{ mm} \leq D \leq 20$ mm
- Légèrement inhibitrice : $11 \text{ mm} \leq D \leq 16$ mm
- Non inhibitrice : $D \leq 10$ mm

Chapite 05

Résultats et discussion

Résultats et discussion

Dans cette partie, on doit mettre la lumière sur l'extraction des huiles essentielles d'*A. Herba alba*, leurs caractérisations organoleptiques, ainsi que leurs activités antifongique ont fait l'objet de discussion

V. 1. La Matière végétale " *Artemisia herba alba* Asso

V 1.1. Etude analytique de l'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* Asso

V .1.1.1Caractéristiques organoleptiques :

Cette caractérisation de l'HE de l'armoise blanche a portée sur quatre volets :

- ✓ L'aspect : liquide mobile, limpide ;
- ✓ La couleur : jaune pale;
- ✓ L'odeur : forte
- ✓ Le goût : Amer.



Figure 31 : HE de l'*Artemisia herba alba* Asso.

V. 1.1.2. Propriété physico-chimiques de l'HE :

Résultat :

IV.2: Propriété physico-chimique d'huile essentielle de l'armoise blanche.

La densité relative :

$$d = (m_2 - m_0) / (m_1 - m_0) \quad d = 0.932$$

$$m_0 = 23.7365 \text{ g} \quad m_1 = 32.75113 \text{ g} \quad m_2 = 32.1384 \text{ g}$$

La densité de l'HE de l'armoise blanche testée est égale à :

0.932

m_0 : masse en gramme de la fiole de 10 ml vide ;

m_1 : masse en gramme de la fiole remplie d'eau purifiée ;

m_2 : masse en gramme de la fiole remplie d'HE de l'armoise blanche.

Indice de réfraction

L'indice de réfraction mesuré est égal à:

1.475

L'indice d'acide :

L'indice d'acide de l'HE de l'armoise blanche analysé est égal à :

1,56

PH :

Le PH de l'HE de l'armoise blanche testée est égal à

5,57 (Acide)

V. 2. Rendement d'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* :

Le rendement de l'HE de l'armoise blanche analysé est égal à

$$R = \frac{9.6\text{g}}{783.2\text{g}} \times 100 = 1.226\%$$

V. 3. Evaluation de l'activité antifongique de l'HE de *Artemisia herba alba* Asso.

Les symptômes sur les feuilles :

Nous avons observé sur les feuilles des taches marron, isolées de taille variable, situées plutôt sur les feuilles du bas de la plante. Les résultats de l'isolement des feuilles des plantes malades ont montré que l'isolat fongique le plus répandu est *Alternaria solani*.



Figure 32: Symptômes sur les feuilles

V. 4. Caractéristiques macroscopiques et microscopiques de *Alternaria solani*.

V. 4.1. Caractères macroscopiques :

Couleur : vert foncé olivâtre

Aspects : cotonneux

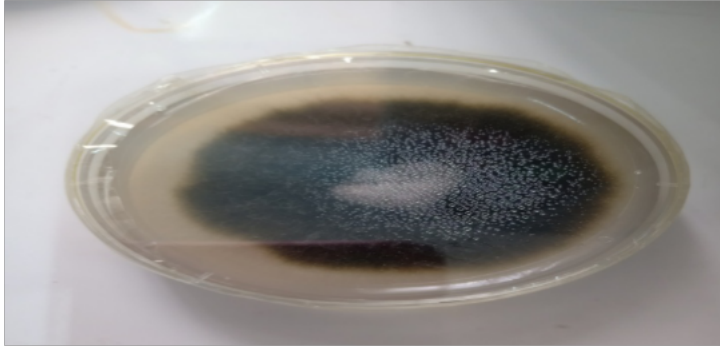


Figure 33: Forme macroscopique de *Alternaria solani* isolé sur milieu PDA .

V. 4.2. Caractères microscopiques :

Conidies : solitaires ou groupées ovoïdes, cylindriques ou piriformes ; arrondies à la base ; lise, verruqueuses atténuées à leur sommet, elles sont muriformes.

Mycélium : sombre, ramifié, cloisonnée (Fig.37). (BARNETT et HUNTER, 1972).

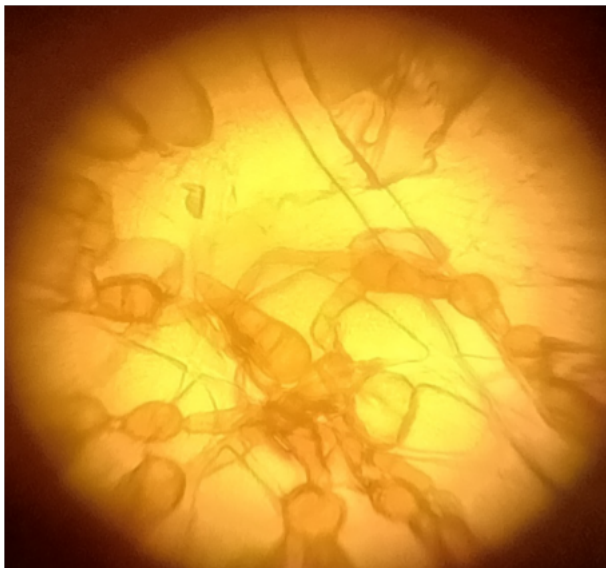


Figure 34:Vue microscopique de *Alternaria solani*.

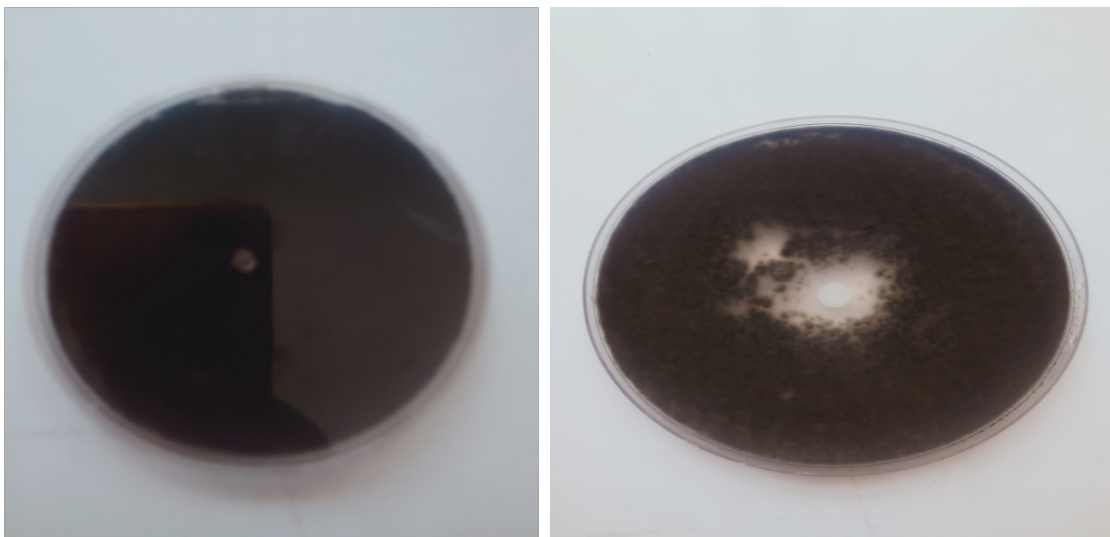
v. 5. Aromatogramme

La sensibilité des champignons se traduit par un halo autour du disque

imprégné du composé testé. Le diamètre du halo est mesuré à l'aide d'un pied à coulisse.

V. 6. Huile essentielle pure

A partir des résultats obtenus, l'activité antifongique de l'huile essentielle d'armoise blanche montre un potentiel antifongique remarquable sur *Altenaria solani* par un diamètre de la zone d'inhibition de 20.8 mm.



Témoin

HE de l'armoise blanche

Figure 35 : activité antifongique de l'huile essentielle pure de *l'armoise blanche* sur *l'Altenaria solani*.

v. 8. Résultats de l'aromatogramme pour les différentes dilutions de l'huile essentielle CMI :

L'Altenaria solani manifeste par une diminution du diamètre d'inhibition parallèle à la décroissance des concentrations de l'huile essentielle.

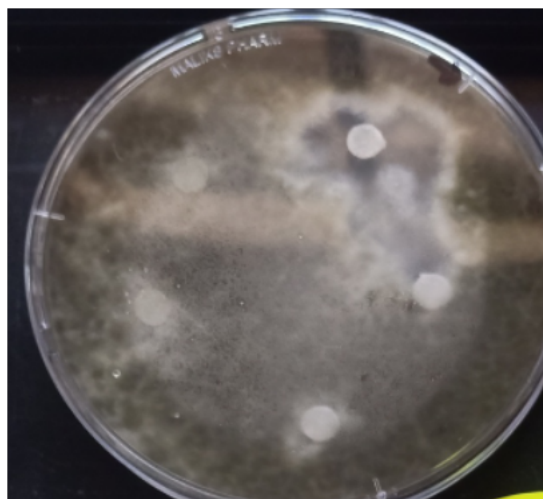
Tableau: l'activité antifongique d'*Artemisia herba alba* sur *Altenaria solani*.

Dilution v/v	1/2	1/4	1/8	1/16	1/24
<i>Altenaria solani</i>	-	-	-	+	+

(-): inhibition, (+): croissance.

Le seuil de la CMI est entre 1/4 v/v et 1/8 v/v.

La concentration de 1/4 v/v a été suffisante pour arrêter la croissance de l' *Altenaria*



solani,

VI. Discussion :

Le rendement moyen en huile essentielle a été calculé en fonction de la matière végétale sèche de la partie aérienne de la plante. Le rendement en huile essentielle d'*Artemisia herba alba* a fourni un taux de 1.226 %.

La durée d'extraction est le temps nécessaire à la récupération de la totalité de l'huile contenue dans la matière végétale. Le rendement en huile essentielle atteint un maximum de 1.226 %. Des rendements comparables sont obtenus chez les échantillons d'armoise blanche de différentes régions en Algérie (de 0.2% à 0.95%) (Bezza et al., 2010 ; Belhattab et al., 2012).

Les mêmes variations du rendement d'huile essentielle d'armoise blanche ont été notées en Espagne (0,41% à 2,30%) (Salido et al., 2004). Il semble donc que le rendement d'extraction d'huile essentielle de l'armoise blanche est variable suivant l'origine géographique de la plante.

Les caractéristiques organoleptiques de l'HE *d'Artemisia herba alba* sont identiques seulement la couleur qui est légèrement différente. Ils ont un aspect liquide et une odeur forte. les caractéristiques organoleptiques concordent avec **AFNOR** . Ces caractéristiques sont influencées par les conditions climatiques et édaphiques de la zone de récolte, ainsi que par l'état de la plante (**Bouzidi n, 2016**).

Le pH obtenu indique que notre huile extraite est acide. La densité relative à 20 ° C de notre huile essentielle est de **0.932**.

Cette propriété physique est utilisée dans la classification des huiles essentielles, ces données sont insuffisantes pour la classification des huiles. Ce paramètre est lié à la composition chimique de cette huile qui est affectée par un grand nombre de facteurs tels que le phénotype, le moment de récolte, le type de terrain, la conservation, le procédé et les conditions d'extraction .**Tenscher E,et al(2005)**.

Selon **AFNOR (2000)**, les huiles essentielles sont habituellement liquides à température ambiante et volatiles, plus ou moins colorées et leurs densité est généralement inférieure à celle de l'eau. Chaque huile essentielle est caractérisée par des propriétés organoleptiques tels que : l'odeur, l'aspect physique et la couleur.

L'indice de réfraction mesuré est de l'ordre de: **1.475**. Cet indice dépend de la composition chimique qui augmente en fonction des longueurs des chaînes d'acides, de leurs degrés d'insaturation et de la température, il varie essentiellement avec la teneur en monoterpènes et en dérivés oxygénés. Une forte teneur en monoterpènes donnera un indice élevé **Goudjil M ,(2016)**.

Un faible indice de réfraction de l'HE indique sa faible réfraction de la lumière ce qui pourrait favoriser son utilisation dans les produits cosmétiques. Les résultats indiquent que les paramètres physico-chimiques des échantillons analysés se retrouvent dans les fourchettes des références établies par les normes.

Un indice d'acide inférieur à 2 est une preuve de bonne conservation de l'essence (faible quantité d'acides libres) pour caractériser les huiles essentielles.

Les symptômes les plus fréquents sont des taches brunes noirâtres, avec des cercles concentriques noirs, bien souvent limitées par les nervures de la feuille. La taille des taches peut varier de quelques millimètres à 2 cm. Ces symptômes se développent généralement en foyers et peuvent s'étendre à l'ensemble de la parcelle .en tous les cas la maladie de l'Alternariose qui a une faible capacité de sporulation.

En effet, la qualité et la quantité des substances nutritive émises par les feuilles, les tiges et les racines varient suivant l'environnement et influencent souvent de la germination des spores et la colonisation des tissus par les champignons (**Rapilly, 1968**).

L'étude de l'aspect macroscopique et microscopique d'*Alternaria sp* Après 3 jours on observe un mycélium blanc et dense plus ou moins cotonneux sur le milieu de culture P.D.A; après 5 à 6 jours l'isolat présente une pigmentation vert olivâtre noire, qui devient de couleur noir foncé sur les côtés de la boîte et un aspect poudreux au centre après 8 jours de culture.

Sous le microscope optique, ce champignon présente des hyphes septés de couleur brunes. Les conidiophores sont en bâtonnets marron. Elles sont simples, lisses, parfois ramifiées, courts ou allongés. Ils portent de grandes conidies qui sont parfois ovoïdes et parfois elliptiques avec à leur extrémité un bec conique à cylindrique, brun et court. Ces spores asexuées sont pluricellulaires : elles sont divisées par des cloisons (ou septas) transversales et/ou longitudinal (on dit qu'elles sont obclavées).

L'huile essentielle de *Artemisia herba alba* a exercé une importante activité inhibitrice vis-à-vis *Alternaria solani*.

Ainsi, *Alternaria solani*. s'est montré plus sensible, il a été inhibé à partir de la concentration minimale de 1/4.

La concentration de 1/4 v/v a été suffisante pour arrêter la croissance de l'*Alternaria solani*.

Conclusion générale :

De nos jours, les huiles essentielles sont des substances très sollicitées dans divers domaines.

La thérapeutique médicale étant le domaine dans lequel elles sont le plus prometteuses avec leur activité antimicrobienne, qui peut être mise à profit face aux résistances bactériennes qui ne cessent d'augmenter.

Le présent travail a été consacré à l'étude de l'activité antifongique de l'huile essentielle d'une espèce d'armoise ; *l'Artemisia herb alba Asso*, précédée par une extraction de l'huile essentielle et une étude physicochimique.

L'huile essentielle de la poudre de l'armoise a été obtenue par hydrodistillation avec un rendement de 1.226%. La détermination des caractères organoleptiques et physicochimiques (densité, indice de réfraction, et indice d'acide, indice d'ester) a donné des bons résultats.

L'évaluation de l'activité antifongique de l'huile essentielle de *l'Artemisia herb alba Asso*, a été réalisée *in vitro* sur une souche fongique *Altenaria solani*.

La détermination de *l'Altenaria solani*. est basée sur l'isolement et l'identification au niveau de laboratoire.

Nous avons obtenus les résultats suivants :

L'espèce de *Alternaria sp* dans la plus part des boites de pétri utiliser

→ Les espèces de genre *penicillium sp*

Les résultats de l'aromatogramme ont démontré que notre HE présente un important pouvoir inhibiteur contre *Alternaria solani.*, et que son pouvoir varie en fonction des concentrations.

Les performances antifongiques mises en évidence méritent d'être étudié avec plus de détails afin d'envisager des perspectives d'application de cette essence comme agent antifongique.

Références

Bibliographiques

Les références bibliographiques :

- **Abdul KH ., Mustafa S., Mohammad R., Bin Ariff A., Shaari Y., Abdul Manap Y., DahalanF. A., 2014-** Optimization of milk-based medium for efficient cultivation of Bifidobacterium pseudocatenulatum G4 using face-centered central composite-response surface methodology. BioMed Research International, pp.787- 989.
- **Aidouda., 1989:** Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques pâturés de hautes plaines Algéro-Oranaises (Algérie): Fonctionnement et évaluation des ressources végétales. Thèse. Doct. U.S.T.H.B. Alger. 240p.
- **Akrout A. (2001).** Etude des HE de quelque plantes pastorals de la region de Matmata (Tunisie) Institut des régions arides 4119 Mednine, Tunisi.
- **Atef M. et K. Nassar. 2009.** Use of Somatic Embryogenesis in Potato (Solanumtuberosum L.) cv. Russet Burbank Improvement. These de doctorat. Department of Plant Science, McGill University, Montreal, Quebec, Canada
- **Barnett. HL, Barry .B, Hunter.1972.** Illustrated genera of imperfect fungi. 209P
- **Bendahou M., 1991.** Contribution à l'étude de la variabilité flavonique chez Artemisiaherba alba Asso. Mémoire de magister, faculté Abou BekrBelkaid, Tlemcen, 73p
- **Benjilali B., Richard et liddle P.**Congrès International du soc. Ital. Phyto. **1984** ,131-156.
- **Bendjilali B., Richard H.** Rivista Italiana. Eppos. 1980, 62, 69-74
- **Benouali DJ, (2015).** *Extraction et identification des huiles essentielles, Universite des sciences et de la technologie d'oran.*
- **Botton, B. Breton, A. Fevre, M. Gauthier, S. Guy, PH., Larpent, JP.Reymond, P. Sanglier, JJ. Vayssier, Y, et Veau,P. 1990.** Moisissures utiles et nuisibles importance industrielle. Paris Milan Barcelone Mexico. Deuxième édition. PP .93, 191, 139
- **Boutayeb A.** Etude bibliographique sur les huiles **AyadNadéra., 2007.** Etude écophytochimique et apport nutritionnel de l'armoise blanche (Artemisia herba-alba

Asso) du sud oranais, dans l'alimentation du cheptel. Thèse de doctorat. Faculté de Sidi Bel Abbès.

- **Boudjelala., 2013-** Extraction, identification et détermination des activités biologiques de quelques extraits actifs de plantes spontanées (Ajugaiva, Artemisia herba alba et Marrubiumvulgare)de la région de M'Sila, Algérie.thèse doctorat : Biochimie Appliquée.Annaba : Université Badji Mokhtar,61p.
- **Boutayeb A.** Etude bibliographique sur les huiles essentielles et végétales. Thèse de licence.Université Ibn Tofail.2013.
- **Boudjelal ; 2012 ;** Extraction, identification et détermination des activités biologiques de quelques extraits actifs de plantes spontanées (Ajugaiva, Artemisia herba alba et Marrubiumvulgare) de la région de M'Sila, Algérie ; thèse de doctorat ; Université Badji Mokhtar Annaba.
- **Bouzidi N, 2016.** Etude des activités biologiques de l'huile essentielle de l'armoise blanche « Artemisia herba alba Asso » Université Mustapha Stambouli de MASCARA.
- **Bouznad, Z. Ait ouada, M, Kedad, A. Mokablia, A. Siafa, A. et Yahyaoui, S.2008.** principaux ravageurs et maladies de la pomme de terre : Agents responsables dégâts. Condition de développement et méthodes de lutte. Journée d'études sur la filière pomme de terre
- **Boumlik M,1995.** Systématique des spermaphytes. Edition Office des Publications Universitaires. Ben AKnoun (Alger). 80P.
- **Bruneton J, 1999.** Pharmacognosie- phytochimie- plantes médicinales. 3ème édition. Tec et Doc. Paris
- **Brian m I .The isolation of aromatic materials from plant products. R.J. Reynolds Tobacco Company, Winston- Salem(USA), 1995;** p.57-148
- **BoutayebAbdelilah.** Etude bibliographique sur les huiles essentielles et végétales. Thèse de licence.Université Ibn Tofail.2013.
- **Brisset J L.** Chimie analytique en solution : Principes et applications.Lavoisier. 2ème

édition. 2011

- **Bruneton J.** Pharmacognosie: phytochimie, plantes médicinales, Tec. Et Doc.Lavoisier. 2^{ème} édition. Paris, France, 1993
- **Bruneton J, 1999.** Pharmacognosie- phytochimie- plantes médicinales. 3^{ème} édition. Tec et Doc. Paris *caractéristiques spectrales (UV, IR, SM) de ses constituants. Bull. Soc. Pharm.*
Composition chimique et bio activité de l'huile essentielle des rameaux de Tetraclinis articulata. Bull. Soc. Pharm. Bordeaux, 146, pp. 75-84 .
- **Bruneton J.** Pharmacognosie - Phytochimie, plantes médicinales. 4^{ème} éd. Revue et augmentée. Tec et Doc. Editions médicales internationales. Paris. 1288, 2009.
- **Bruneton J.** Pharmacognosie : Phytochimie, plantes médicinales. Tec et doc. Lavoisier. 3^{ème} édition. Paris, 1999.
- **Bourkhis B., Ouhssine M., Hnach M., Bourkhiss M., Satrani B. & Farah A., (2007).**
Composition chimique et bio activité de l'huile essentielle des rameaux de Tetraclinis articulata. Bull. Soc. Pharm. Bordeaux, 146, pp. 75-84 .
 - Boutekjenet C. Contribution à l'étude chimique d'artémisia herba alba. Projet de fin d'étude en génie chimique. Ecole nationale polytechnique. Alger, 1987
- **Chehat, F.** 2008. La filière pomme de terre Algérienne une situation précaire ; PP : 1- 13, *in* journée d'étude sur la filière pomme de terre : situation actuelle et perspective, 18 juin 2008. INRA el-HARRACH, Alger.
- **Davis P., 2006.** Aromathérapie de A à Z. Le guide le plus complet jamais publié sur le sujet. Ed VIGOT. ISBN: 978-7114-1814-5.
- **Djebaili S. 1984.** Steppe Algérienne. Phytosociologie et écologie. Ed. Office des Publications Universitaires, 1. Place centrale de Ben Aknoun (Alger). 159 P.
- **Duraffourd C., Lapraz J-C., Chemli R. (1997).** *La plante médicinale de la tradition à la science. 1^{er} congrès Intercontinental. Tunis. Ed. Granche. Paris.*
- **Dépôt : novembre 1996 .derivatives from Artemisia campestris Subsp Glutinosa. Phytochemistry. 23 (8): 1819-**

E

- **El amri J, k. E. (2014).** Etude de l'activiteantibacterienne des huiles essentielles de *Teucriumcapitatum* L et l'extrait de *silenevulgaris* sur differents souches testees. *journal of appiliatedbioscience* 82:74871-7492.
- **Elhaib A.** Valorisation de terpènes naturels issus de plantes marocaines par transformation catalytique [thèse] Toulouse : Université de Toulouse. 2011.
- **EL HAIB,A (2011),***valorisation de terpenes naturels issus de plantes marocaines par transformations catalytiques.these du doctorat, Université de Toulouse,.*
- **Ellis, MB. 1971.**Dematiaceoushyphomycetes. Kew. 608pp.
- **Ellis, MB., Gibson, IAS.1975.***Alternaria solanino.* 45 set 48. *Common welthMycologyca* I institut, kew, Surrey, UK.
- **Friedman. J, yaniz. Z, dagni. A, pale witch. D, 1986.** A preliminary classification of the healing potential and medicinal plants, based on a rational analysis of an ethnopharmacological field survey among Bedouins in the negev desert, Israel. *J. Ethnopharmacol.* Jun; 16 (2-3): 275-87.
- **Garcia-Ruiz A., Bartolomé B., Martinez-Rodriguez A.J., Pueyo E., Martin-Alvarez P.J., and Moreno-Arribas M.V. (2008).**Potential of phenolic compounds for controlling lactic acid bacteria growth in wine. *Food Control.* 19: 835–841
- **Gharabi z. Sand rl ., 2008-***Artemisia herba alba asso.* A guide to Medicinal Plants in North Africa :49-49.
- **HCDS. 2010.** Les potentialités agro-pastorales de la steppe Algérienne. Analyse et interprétation des résultats de l'étude. Rapport d'étude. Haut commissariat au développement de la steppe (HCDS). Djelfa.

- **Haweke, J.G.**,1994.Potatogenetics. International, Wallingford, Origins of cultivated potatoes and species relationships. (Eds. Bradshaw, J.E and Mackay, G.R). CAB.
- **Hernandez-ochal.r.,(2005)**. Substitution de solvants et de matières actives de synthèse par une combine « solvant/actif » d'origine végétale. Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse.
- **Hemwimon, S., Pavasant, P., Shotiprux, A, Microwave(2007)** .*assisted extraction of antioxidative anthraquinones from roots of Morinda Citrifolia. Separation and Purification Technology*
- **Huang G., Jiang J., et Dai D. (2008)**.Antioxidative and antibacterial activity of the methanol extract of Artemisia anomala S. Moore. African Journal of Biotechnol.7 (9): 1335-1338.
- **Iserni P, 1990** : Encyclopédie des plantes médicinales; édition Larousse. Paris, p : 35 .110.
- **ISO,(1997)**. Norme ISO 9235 :*Matières premières d'origine naturelle - Vocabulaire.* Jacob M., Pellecuer J. & Tomei R., 1979. Centre régional d'étude et de développement des plantes à usage pharmaceutique. Rivista Italiana E.P.P.O.S. 11.
- **Jürgen R., Paul .S., Ulrike S., et Reinhard S. (2009)**. Essential Oils of Aromatic Plants with Antibacterial, Antifungal, Antiviral, and Cytotoxic Properties– an Overview: Forsch Komplementmed.16: 79–90.
- **Joa O.M., Vasconcelos., Artur M.S.S and Jose A.S.C. (1998)**. Chromones and flavones from Artemisia campestris Subsp Maritima. Phytochemistry. 49 (5): 1421-1424.
- **Kerr J. 2014**. Plants de pomme de terre, Guide de la CEE-ONU sur les maladies, parasites et défauts des plants de pomme de terre. New York et Genève. 112P.
- **Kempf S. Zeitouni. (2009)**. Coût biologique de la résistance aux antibiotiques: analyse et conséquences Pathologie Biologie : article in press.

- **Lahrech ,KH .2010** ; extraction et analyse des huiles essentielles de Menthapulegium L. et de Saccocalyxatureioide. Tests d'activités antibactérienne et antifongique ; mémoire de magister ; Université d' Oran Es-Sénia.
- **Khebir S, 2011** : Etude chimique et biologique des huiles essentielles de trois Artemisia. Mémoire pour l'obtention du diplôme magister. Batna
- **Kebaili L., Adadi F et Derradji W., 2009** : Contribution a l'étude de l'effet d'une fertilisation foliaire de type potassique sur le développement et la croissance de la culture de pomme de terre (*solanumtuberosum* L.) dans la région nord de Sétif –Cas de Beni-fouda. Mém. Ing. Agro., Univ. M'sila. Algérie., 63 p.
- **Lamarti A., Badoc A. & Carde J.P., (1993).** *Etude chromatographique de l'huile essentielle de la plantule de fenouil amer (Foeniculumvulgare Mill.) ; caractéristiques spectrales (UV, IR, SM) de ses constituants. Bull. Soc. Pharm. Bordeaux.*

Le Floch, E., "Biologie et écologie des principaux taxons in Essai de synthèse sur la végétation et la phyto-écologie tunisienne" : I Eléments de botanique et de phyto-écologie, (1989), 193 p.

- **Lahrech ,KH .2010** ; extraction et analyse des huiles essentielles de Menthapulegium L. et de Saccocalyxatureioide. Tests d'activités antibactérienne et antifongique ; mémoire de magister ; Université d' Oran Es-Sénia.
- **Messai L.** Etude phytochimique d'une plante medicinale de l'Est algérien (*Artemisia herba alba*). Thèse de Doctorat. Université de Constantine, 2011
- **Lucchesi ME, (2005).** *Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles. these docteur universite de la reunion*
- **Miguel J.D., Richard H.M., Agric J. Food.Chem.1976,** 24,833.
- **Mucciarelli M et 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.*

- **Megateli S ; 2009** ; Extraction des huiles essentielles par le procédé de chauffage par induction électromagnétique (Cas du : *Rutachalepensis* L et *Cuminumcyminum* L);Mémoire de Magister ; Université Yahia Fares – Médéa
- **Mompon b.** Quel avenir commercial pour les produits obtenus par les nouvelles technologies d'extraction : CO₂, Micro-ondes, ultrasons, nouveaux solvants. 4^{ème} rencontre internationale de Nyons. 1994 ; p. 149-166.
- **Moreno-Arribas M.V. (2008).** Potential of phenolic compounds for controlling lactic acid bacteria growth in wine. *Food Control*. 19: 835–841
- **Michel, M, 1991.** Maladies et ravageurs de la pomme de terre. Edition TH. Mann. Gelsenkirchen-buer ISBN3-7862-0090-4. Verlagth-mann-nordring 10 D 4650gelsenkirchen-buer. Page : 21-22-23.
- **Nabli M. A., 1989.** Essai de synthèse sur la végétation et la phyto-écologie tunisiennes, tome I. Ed. MAB. (Faculté des sciences de Tunis) ; 186- 188p
- **Neergaard, P., 1945.** Danish species of *Alternaria* and *Stemphylium*: taxonomy, parasitism, economic significance. Oxford University Press, London. 2- à- 287. Ness, VonEsenbeck, GG. (1817). *System der PilzeUridSchwamme*, Wurzburg. p234
- **Nedjraouid., 1981** : evolutionsdes éléments bio gènes et valeurs nutritives dans les principaux faciès végétation des hautes plaines steppiques de la wilaya de saïda.thèse 3^{ème} cycle, ustab, alger, 156p
- **NzeyumwamiKaberaJustin.**Caractérisation des huiles essentielles de trois plantes aromatiques : *HyptisSpicigera*, *PlucheaOvalis* et *LaggeraAurita*. DEA. Université de Lome- Togo, 2004.
- **Ozenda P., 1985.** La flore du Sahara. Tome II. Ed CNRS, pp 44.
- **Ouyahya, A. 1995.** Systématique du Genre *Artemisia* au Maroc. In D.J.N. Hind, C. Jeffrey and G.V. Pope (Editors). *Advances, in CompositaeSystematics*, pp. 293-354. Royal Botanic Gardens, Kew.

- **Pourrat., 1974.** Propriétés écophysiologiques associées à l'adaptation d'Artemisia herba-alba plante d'intérêt pastoral au milieu désertique. Thèse de 3ème cycle. Université de Paris. Prates H.T., Santos J.P., Waquil J.M., Fabris J.D., Oliverta A.B., Foster J.E., 1998. Insecticidal Activity of Monoterpen against Rhyzoperthadominica(F)and Triboliumcastaneum (Herbst). Journal of storedproductsResearch, 34 (4) : 243-249.
- **Pottier G., 1981.** Artemisia herba-alba. Flore de la Tunisie: angiospermes dicotylédones– gamopétales, (1981) p 1012.
- **Paris M &Hurabielle., 1981.** Abrégé de matière médicale. Pharmacognosie. Tome 1. Masson. Paris. France
- **Pirrung M C., morehead AT.,1997-**The Total Synthesis of Natural Products.Ed.Davidegoldsmith.Copyright,Canada
- **Pascual J.T., Gonzalez M.S., Muriel M.R and Bellid I.S. (1984).***Phenolic derivativesfromArtemisiacampestrisSubspGlutinosa. Phytochemistry. 23 (8): 1819-1821.*

Q

- **Quenzel P., Santa S.** Nouvelles flores d'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II. Ed. CNRS Paris, 1963 ;1170p.

R

- **Rapilly F, 1968.** Les techniques de mycologie en pathologie végétale. Ed. INRA (France). p96.
- **Rousselle p ., Robert J.C., Crosnier,Ed., 1996,** la pomme de terre, INRA édition/imprimé en France-Jouve, 18, rue Saint-Denis, 75001paris N0 235704N – dépôt : novembre 1996.

- **Samate Abdoul D, (2001).***Composition chimique d'huiles essentielles extraites de plantes aromatique de la zone soudanienne du burkinafaso: valorisation,thèse de doctorauniv de ouagadougou, burkinafaso*
- **Soltner, D.1979.**les grandes productions végétales. Phytotechnie spéciale. 10ème Ed. 427P.
- **Simmons,EG., 2007.**Alternaria. An Identification Manual. : CBS Biodiversity Series No. 6. CBS Fungal Biodiversity Centre, Utrecht, the Netherlands 775.
- **Twaij HA ., al-badr A.,1988-** Hypoglycaemic activity of Artemisia herba-alba.J Ethnopharmacol.vol. 24 (2-3):123–126
- **Tantaoui-Elaraki, A.; Ferhout, F.; Errifi, A., J. Essent. OilRes., 1993, 5, 535-545**
- **Valnet J., 2005.** L'aromathérapie. Ed. Maloine S.A.ISBN : 2-253-03564-5.
- **Wurtz ch-A ., 1874.** Dictionnaire de chimie pure et appliquée. Paris, Hachette, t.I, p. 1269-1270.
- **WICHTL M., ANTON R 1999-**Plantes thérapeutiques –Technique et Documentation,