

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة عمار ثليجي بالأغواط

UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT

كلية العلوم

FACULTE DES SCIENCES

قسم البيولوجيا

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière : Sciences Biologiques

Option : Biochimie Appliquée

THEME

**Composition chimique et activité antifongique de l'huile
essentielle de l'*Artemisia herba alba***

Présenté par :

- Bakchiche Aicha
- Khelifi Khaoula

Devant le jury composé de :

Mme BENAROUS Khedidja	MCA (Université Amar Télidji, Laghouat)	Présidente
Mme Boussoussa Hadjer	MAA (Université Amar Télidji, Laghouat)	Examinatrice
Mme Elhouiti Fatiha	MCB (Université Amar Télidji, Laghouat)	Rapporteur
M. OUINTEN Mohamed	Professeur (Université Amar Télidji, Laghouat)	Co-Rapporteur

Soutenu publiquement le : 14 / 10 / 2020

Résumé

L'Artemisia Herba-Alba, est une plante médicinale, appartient à la famille des *Astéracées* connus sous le nom « Chih » ou « Armoise blanche ».

Cette étude a pour but d'évaluer la composition chimique et l'activité antifongique de l'extrait d'huile essentielle d'*Artemisia Herba-Alba*, obtenu par hydro-distillation des parties aériennes de la plante, contre deux souches de *Fusarium* (*Fusarium graminearum*, *Fusarium culmorum*) par la méthode de contact directe selon différentes concentrations d'HE (0,25 ; 0,5; 1; 2; 4 µl/ml)

L'analyse chromatographique nous a permis d'identifier trente-deux composés (95,65%) dont les composés majoritaires sont le camphre 36,39%, Chrysanthène 14,04%, Limonène 13,06%, Camphène 8,308%, Thuyone 4,048%.

A travers cette étude, nous avons constaté que l'huile essentielle *A. herba alba* est un agent antifongique efficace à une dose de 1µl/ml.

Mots clés : *Artemisia Herba-Alba*, huile essentielle, activité antifongique, hydro-distillation

Abstract

Artemisia Herba-Alba is a medicinal plant, belongs to the Asteraceae family known as "chih"

This study evaluates the chemical composition and antifungal activity *Artemisia Herba-Alba* essential oil, carried out by hydro-distillation of the aerial part of the plant, against two varieties of *fusarium* (*Fusarium graminearum*, *Fusarium culmorum*) by the contact direct method. using different concentrations of EO (0.25, 0.5, 1, 2, 4 µl / ml)

Chromatographic analysis allowed us to identify thirty-two compounds (95.65%) of which the major compounds are camphor 36.39%, Chrysanthenone 14.04%, Limonene 13.06%, Camphene 8.308%, Thujone 4.048%.

Through this study, found that the essential oil of *A. herba alba* is an effective antifungal agent at a dose of 1µl / ml.

Keywords : *Artemisia Herba-Alba*, essential oil, antifungal activity, hydro-distillation.

ملخص

يعرف نبات الشيح الأبيض بأنه نبات طبي من العائلة النجمية. تهدف هذه الدراسة الى تقييم التركيب الكيميائي والنشاط المضاد للفطريات لمستخلص الزيت العطري لنبات الشيح، الذي تم استخلاصه بواسطة التقطير البخار من الاجزاء الهوائية للنبات، مقابل سلالتين فطريتين من نوع الفيوزاريوم. بواسطة الاتصال المباشر، وفقا لتراكيز مختلفة من الزيت العطري (0,25، 0,5، 1، 2، 4 ميكرو لتر / مل). ان التحليل الكروماتوغرافي سمح لنا بتحديد اثنين وثلاثين مركباً (95,65%) منها المركبات الرئيسية هي 14,04% كريسانثينون، 13,06% والليمونين، 36,39% كافور. ثوجون . 4,048%. لاحظنا من خلال هذه الدراسة أن الزيت العطري لنبات الشيح هو مضاد فعال ضد الفطريات بجرعة 1 ميكرو لتر/مليتر.

الكلمات المفتاحية: الشيح الابيض، الزيت العطري، النشاط المضاد للفطريات، التقطير البخار.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à mon cher époux Oussama pour son encouragement permanent, et son soutien moral.

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leurs amours, leur tendresse, leurs soutiens et leurs prières tout au long de mes études,

A toute ma famille pour leurs soutiens tout au long de mon parcours universitaire,

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infailible,

Merci d'être toujours là pour moi.

Bakchiche Aicha

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail aux deux être le plus chers au monde, mes parents
pour leur patience avec moi et leur encouragement.

À Mon frères, et ma sœur. À ma grande famille, mes amis et collègues.

Sans oublie tous les professeurs que ce soit de primaire, du moyen, du
secondaire, ou de l'enseignement supérieure.

À ceux qui ont contribué à l'élaboration de ce travail.

Khelifi Khaoula

Remerciements

Avant tout, nous remercions ALLAH de nous avoir donné la volonté afin d'arriver à la finalisation de ce modeste travail

Nous tenons à remercier également notre promotrice Mme. BOURENANE EL-HOUITI Fatiha qui nous a suivi et guidé tout au long de ce travail et pour sa confiance et ses encouragements.

Un très grand merci. Le professeur OUINTEN Mohamed pour ces précieux conseils et disponibilité.

Nous tenons également à exprimer notre gratitude aux membres de jury qui ont accepté de juger notre mémoire.

Nous remercions également tous le personnel de laboratoire de biologie et le laboratoire de recherche fondamental de l'université d'Amar Télidji, Mr Nadir Gourin pour avoir assuré la partie théorique de celle-ci.

Notre reconnaissance à tous les enseignants de master de biochimie appliqué, Laghouat.

Nous présentons nos remerciements, notre respect et notre gratitude À toutes nos amis, nos proches et nos collègues.

Table des matières

Liste des abréviations.....	I
Liste des tableaux	II
Liste des figures	III
<i>Introduction</i>	Error! Bookmark not defined.
Étude bibliographique.....	4
1. Les plantes aromatique et médicinales.....	5
1.1. Historique	5
1. 2. Définition des plantes médicinales et aromatiques.....	6
1.2.1. Les plantes médicinales	6
1.2.2. Les Plantes aromatiques.....	6
2. Généralité sur les huiles essentielles	6
2.1. Historique sur les huiles essentielles.....	6
2.2. Définition des huiles essentielles.....	6
2.3. Quelques Méthodes d'extraction des huiles essentielles	7
A. Hydrodistillation	7
B. L'entraînement à la vapeur d'eau.....	7
C. Hydrodifusion	8
D. Expression à froid	8
2.4. Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles.....	9
2.5. Composition chimique des huiles essentielles	9
2.5.1. Terpènes	9
2.5.2. Composés aromatiques.....	Error! Bookmark not defined.
2.5.3. Groupe des lipides issus de la dégradation d'acides gras et de terpènes	11
2.6. Activités biologiques des huiles essentielles	11
3. La fusariose.....	12

Matériels et méthodes.....	14
1. Le matériel végétal.....	15
1.1. Description botanique	15
1.2. Systématique de la plante étudiée.....	15
1.3. Origine et distribution de la plante étudiée	16
2. Le matériel fongique	16
2.1. Le genre <i>fusarium</i>	16
2.1.1. <i>Fusarium graminearum</i>	17
2.1.2. <i>Fusarium culmorum</i>	17
3. L'extraction des huiles essentielle	18
3.1. Le procédé d'extraction.....	18
4. L'analyse chromatographiques et l'identification des huiles essentielles	19
5. Etude de l'activité antifongique.....	19
5.1. Milieux de culture	20
5.2. Détermination de l'activité par la méthode de contact direct	20
5.3. Préparation des différentes concentrations.....	20
5.4. Evaluation de la croissance mycélienne	20
5.5. Pourcentage d'inhibition de la croissance de mycélium	20
6. L'analyse statistique.....	21
Résultats et discussion	22
1. La teneur en huile essentielle.....	23
2. La composition chimique de l'huile essentielle étudié	24
3. Les résultats de l'activité antifongique	27
3.1. La cinétique fongique	27
<i>Conclusion</i>	Error! Bookmark not defined.

Liste des abréviations

CMF : Concentration minimale fongicide

CMI : Concentration minimale inhibitrice

CPG : Chromatographie en phase gazeuse

DON : Déoxynivalénol

EAMO : Entraînement à l'air assistée par micro-ondes

ESMO : Extraction par solvant assistée par micro-ondes

FHB : Fusarium Head Blight

FID : Ionisation de flamme

HD : Hydrodistillation

HE : Huiles essentielle

Milieu PDA : Milieu Potatoes Dextrose Agar

mm: Millimètre

PAM : Plantes aromatique et médicinales

PI : Pourcentage d'inhibition

R% : Rendement

Liste des tableaux

Tableau 1 : Nomenclature des terpènes pour les isoprènes. (Seyed et al., 2018).....	10
Tableau 2 : la classification botanique de l'espèces étudiées (Khadar, Zitouni, 2017-2018)	15
Tableau 3 : Teneur et durée d'extraction de la partie aérienne d' <i>Artemisia herba alba</i> en huile essentielle.....	23
Tableau 4 : La composition chimique de l'huile essentielle analysée <i>Artemisia herba alba</i>	24

Liste des figures

Figure 1. Le papyrus d'Ebers (civil, 1930).....	5
Figure 2: Illustration schématique de la méthode de distillation à la vapeur (Aziz et al., 2018)	8
Figure 3: Photographie de la fusariose qui attaque les céréales (Blancard, 1997 in Bouzerouata, 2016-2017).....	13
Figure 4: <i>Artemisia herba alba</i> Asso (Chaabna,2014).....	15
Figure 5: Aire de répartition mondiale de l'Armoise blanche(HOUAMEL, 2017-2018) ..	16
Figure 6: <i>Fusarium graminearum</i> sur PDA (2020)	17
Figure7: <i>Fusarium culmorum</i> sur PDA (2020).....	Error! Bookmark not defined.
Figure 8: Montage d'hydro-distillation employé pour l'extraction des huiles essentielles (Djaber et al., 2019)	19
Figure 9. La cinétique de la croissance mycélienne de <i>fusarium graminearum</i> , en présence de différentes concentrations de l'extrait d' <i>Artemisia herba alba</i>	28
Figure 10: La cinétique de la croissance mycélienne de <i>fusarium culmorum</i> en présence de différentes concentrations de l'extrait d' <i>Artemisia herba alba</i>	28
Figure 11: Résultat d'Huile essentielle d' <i>Aetimesia herba alba</i> par la méthode de contact direct contre la souche : <i>Fusarium graminearum</i>	29
Figure 12: Résultat d'Huile essentielle d' <i>Aetimesia herba alba</i> par la méthode de contact direct contre la souche : <i>Fusarium culmorum</i>	30
Figure 13: Dispositif de la préparation de milieu de culture.....	42
Figure 14: profil chromatographique de l huile essentielle d' <i>A. herba alba</i>	43

Introduction

Actuellement, beaucoup d'espèces végétales ont fait l'objet de nombreuses recherches. Leurs métabolites secondaires ont été formulés en tant que pesticides botaniques pour la protection des végétaux (Duke 1985). Le genre *Artemisia* est parmi les plus importantes et les plus largement distribués genres de la famille *Asteraceae*, composé de 522 petites herbes et d'arbustes (Baykan, Reznicek *et al.*, 2010). L'Armoise blanche (*Artemisia herba alba*) « Chih » parmi les 11 espèces d'*Artemisia* spontanées enregistrées en Algérie. Elle représente une importante ressource fourragère (Aidoud, 1983 ; Bourbouze et Donadiou, 1987). Cette plante est l'une des espèces qui sont largement utilisées en médecine classique.

La recherche de nouveaux antifongiques s'est avérée nécessaire et s'est orientée vers les molécules bioactives extraites de plantes médicinales et aromatiques (Amri *et al.*, 2013).

Les fongicides chimiques ont certes permis l'amélioration des rendements en agriculture, cependant leur utilisation abusive a engendré à long terme l'apparition de phénomène de résistance, en plus de la pollution de l'environnement. De ce fait, beaucoup de ces fongicides deviennent inefficaces (Amri *et al.*, 2013).

Depuis que la chimie organique s'est développée pour fournir des médicaments synthétiques au milieu du XXe siècle, l'utilisation des huiles essentielles pour le traitement médical a diminué par rapport à leur utilisation dans les cosmétiques et les aliments. Cependant, la demande de médecines alternatives sûres et naturelles a augmenté (Shaaban *et al.*, 2012). Contrairement aux produits chimiques les huiles essentielles ne restent pas dans le corps ; ils ne laissent aucune toxine (Worwood, 1991).

En effet, plusieurs méthodes de lutte ont été utilisées tel que la méthode chimique, génétique, culturelle, ainsi que la méthode biologique, mais toutes ces méthodes sont restées vaines. Par contre une nouvelle discipline voit le jour qui fait partie des méthodes biologiques, cette méthode consiste à utiliser les huiles essentielles (Kolai *et al.*, 2012). Les extraits d'huiles essentielles ont des propriétés antivirales, antibactériennes et antifongiques connus depuis longtemps (Kuate *et al.*, 2002).

Notre travail a pour but d'évaluer et d'étudier l'activité antifongique de l'huile essentielle d'*Artemisia herba-alba* contre deux formes (*Fusarium graminearum* et *Fusarium culmorum*), et de faire une comparaison entre les résultats obtenus cette année et l'année d'extraction de cette huile.

La première partie de ce mémoire est consacrée aux rappels bibliographiques.

La partie pratique, la deuxième, révèle la démarche expérimentale. Elle est constituée de deux volets :

- ✓ Dans un premier temps, nous avons procédé à l'analyse CPG-DIF afin d'étudier la variabilité chimique et discuter la stabilité de notre extrait dans le temps ;
- ✓ Dans le second volet, nous avons évalué le pouvoir antifongique vis-à-vis de souches mycotoxinogènes du genre *Fusarium*, en utilisant la méthode de contact direct ;

La troisième partie de ce mémoire est consacrée à la présentation de l'ensemble des résultats obtenus et à la discussion qui en découlent.

Nous terminerons ce manuscrit par une conclusion et des perspectives de recherche.

Étude
bibliographique

1. Les plantes aromatique et médicinales

1.1. Historique

L'histoire des plantes aromatiques et médicinales « P.A.M. » est associée à l'évolution des civilisations, les égyptiens furent parmi les premiers hommes qui ont enregistré sur leurs papyrus (figure 1), datant de 1500 avant J.C leurs connaissances sur les vertus des plantes médicinales, ils faisaient appel à quelques 400 drogues dont la majorité était d'origine végétale. Les babyloniens eux, nous ont laissé des tablettes d'argiles cuites portant des listes de drogues soigneusement établies (Trachli et Besaid, 2013)



Figure 1. Le papyrus d'Ebers (civil, 1930)

Durant ces temps reculés il n'y avait pas seulement les habitants du bassin méditerranéen qui s'adonnaient aux plantes pour guérir mais aussi les chinois 2800 avant J.C. le Pen Ts'ao, livre de nombreuses recettes d'herbes médicinales, les indous (L'ayurveda) le livre sacré écrit par Brahma encore consulté de nos jours, accorde une place importante aux plantes, aux souffies (respiration) et aux énergies)). (Grosjean, 2015)

Les voyageurs ont joué un grand rôle dans le domaine du transfert des connaissances des plantes, même orientales ont été reprises par les grecs, romains, arabes et européens (Trachli et Besaid, 2013)

1. 2. Définition des plantes médicinales et aromatiques

1.2.1. Les plantes médicinales

Les plantes médicinales sont toutes espèces végétales qui ont une activité pharmacologique grâce à la présence d'un ou plusieurs substances actives qui peuvent être utilisées à des fins thérapeutiques, en cosmétologie, ainsi que dans la confection de boissons (Naghieb *et al.* 2005 in Magraoui et Zahaf, 2017)

1.2.2. Les Plantes aromatiques

Les Plantes aromatiques sont des plantes qui contiennent des molécules aromatiques volatiles ou odorantes dans un ou plusieurs organes producteurs que sont les feuilles, les fleurs, les fruits, les graines, les racines et les écorces.

Parmi les familles aromatiques les plus représentatives : les abietacées, les apiécées, les astéracées (Magraoui et Zahaf, 2017).

2. Généralité sur les huiles essentielles

2.1. Historique sur les huiles essentielles

Les plantes qui contiennent les huiles essentielles sont utilisées depuis l'antiquité grâce à leur propriété curative dans le traitement des maladies et dans la cérémonie religieuse. En Egypte (Anis, Fenouil, Coriandre, Thym, Encens et Myrrhe), en Grèce, Hippocrate (377-460 avant JC) mentionne dans son traité *Corpus Hippocraticum* environ 200 plantes et décrit leur efficacité (Can Baser et Buchbauer, 2015).

Avicenne (X^e siècle) qui a écrit plusieurs livres, le premier qui décrit les effets bénéfiques de rose (eau de rose). (Worwood, 1991)

Tout au long d'Europe dans les (XIV^e, XV^e, XVI^e siècles) l'étude scientifique des propriétés thérapeutiques des huiles essentielles a été établie par René- Maurice- Gattfosse (en 1920) ; c'est lui qui a inventé le terme « Aromathérapie ». (Worwood, 1991).

2.2. Définition des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des composés aromatiques, volatiles, et liquides provenant de source naturelle généralement les plantes.

- Le terme « essence » définit les parfums exhalés qui sont des sécrétions naturelles produites par différents organes végétaux.
- Le terme « huile » désigne la nature lipophile et visqueuse de ces substances tandis que le terme « essentiel » signifie leur préciosité leur parfum typique des plantes. (Li *et al.*, 2014).

2.3. Quelques Méthodes d'extraction des huiles essentielles

L'huile essentielle est présente à des faibles concentrations et nécessite des techniques d'extraction pour obtenir des rendements élevés. L'hydrodistillation, l'entraînement à la vapeur d'eau et l'expression à froid sont les méthodes les plus utilisées.

A. Hydrodistillation

L'hydrodistillation (HD) est une méthode d'extraction efficace et à haut rendement pour les herbes et les épices dans lesquelles les HEs sont difficiles à isoler.

Cette méthode consiste à immerger le matériel végétal dans un bain-marie ; le mélange est ensuite chauffé à point d'ébullition, les molécules odorantes contenues dans les cellules végétales sont entraînées mécaniquement avec la vapeur d'eau. Le refroidissement par condensation conduit à la séparation du mélange eau et HE par décantation. Le système « Clevenger » permet le recyclage de la phase aqueuse du distillat. La durée d'extraction est généralement comprise entre trois et six heures selon le matériel végétal (Seyed *et al.*, 2018).

B. L'entraînement à la vapeur d'eau

Également parmi les méthodes les mieux adaptées pour obtenir des huiles essentielles de haute qualité. Cette technique est adaptée pour extraire les composants sensibles à la chaleur. L'eau distillée est utilisée comme source de vapeur pour cette technique (Seyed *et al.*, 2018). La matière végétale fraîche ou séchée est placée dans la chambre de la plante d'un appareil en acier et la vapeur générée passe à travers la matière végétale, ramollissant ainsi les cellules et permettant à l'HE de s'échapper sous forme vaporisée. De minuscules gouttelettes HE se forment et se mélangent à la vapeur, Le mélange se condense pour former un liquide bicouche. Dans la majorité des cas, l'huile est moins dense (plus légère) que l'eau, formant la couche supérieure du distillat et peut être séparée facilement en utilisant la méthode appropriée (**Figure 2**). (Božović *et al.*, 2017).

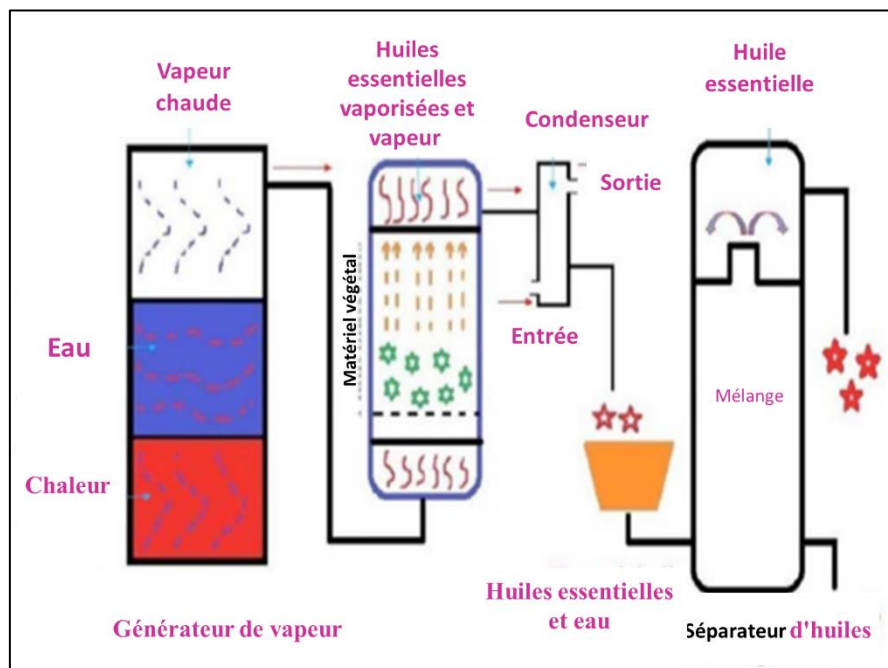


Figure 2. Illustration schématique de la méthode de distillation à la vapeur (Aziz *et al.*, 2018)

C. Hydrdifusion

Dans le cas de l'hydrodiffusion, le flux de vapeur n'est pas ascendant mais descendant. Comme pour l'entraînement à la vapeur d'eau, l'hydrodiffusion présente l'avantage 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. (Benouli, 2016).

D. Expression à froid

L'extraction par expression est un procédé très simple. Il est souvent utilisé pour extraire les huiles essentielles à partir de fruits très riches en ces substances (le citron, l'orange et la mandarine). Son principe consiste à rompre, mécaniquement, les poches à essences (Houiti, 2019).

Le principe de cette technique est basé sur la rupture ou la dilacération des parois des sacs oléifères contenues dans l'écorce des fruits et sur la pression du contenu de ces sacs sur les parois. (Benouli, 2016).

2.4. Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des mélanges : complexes, volatiles, liquides à des températures ambiantes. Elles sont incolores, avec un indice de réfraction élevé. Leur densité est inférieure à celle de l'eau. (Kuate *et al.*, 2008)

Elles sont hydrophobes mais elles sont liposolubles. Soluble dans l'alcool et les solvants organiques (Božović *et al.*, 2018).

2.5. Composition chimique des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des composées de molécules à squelette carboné, le nombre d'atomes de carbone étant compris entre 5 et 22 (le plus souvent 10 ou 15) (Desmares *et al.*, 2008). Elles sont des mélanges, des constituants qui appartiennent principalement mais pas exclusivement à 2 groupes :

2.5.1. Terpènes

Le groupe des constituants le plus important en qui concerne les huiles essentielles. La combinaison d'unités isoprènes (C_5H_8) (2-méthyl-1,3 butadiène) forme des terpènes.

Les différentes combinaisons proviennent des divers groupes des terpènes (selon le nombre des unités des isoprènes) (**Tableau 1**). (Seyed *et al.*, 2018).

Tableau 1 : Nomenclature des terpènes pour les isoprènes. (Seyed et al., 2018)

Atomes de Carbone	Unité Isoprène	Nomenclature
40	8	Tetraterpènes
30	6	Triterpènes
25	5	Sesterterpènes
20	4	Diterpènes
15	3	Sesquiterpènes
10	2	Monoterpènes

1) **Les monoterpènes** : sont les structures qui couvrent un large éventail de composants Monocycliques, bicycliques et acycliques et des groupes fonctionnels organiques tel que

- ❖ Hydrocarbures : Camphène, p-Cimene et Myrcene
- ❖ Alcool : Menthol, Linalool.
- ❖ Aldéhydes : Citronellal, Géraniale.
- ❖ Cétones : Camphre, Carvone and Pulegone
- ❖ Esters : Acetate de Citronellyle, Menthyle
- ❖ Phénols : Thymol, Carvacrol

2) **Les sesquiterpènes** :

- ❖ Hydrocarbures: β -Caryophyllene, Cadinenes, Farnesenes
- ❖ Alcool: Farnesol, Carotol, β -Santalol
- ❖ Cétones : Cis- β -Vetinone, Turmerones

2.5.2. Composés aromatiques

Généralement, les composés aromatiques se trouvent moins fréquemment que les terpènes. Sources végétales des composés aromatiques sont nombreuses : l'Anis, la Muscade, le Persil, le Fenouil, Sassafras et l'Estragon.

Les fonctions des Composés aromatiques :

- ❖ Alcool: Alcool Cinnamique
- ❖ Aldéhydes : Cinnamaldehyde

❖ **Phénols:** Chavicol, Eugénol

2.5.3. Groupe des lipides issus de la dégradation d'acides gras et de terpènes

Ces composés proviennent le plus souvent de la dégradation de molécules peu ou pas volatiles. Par exemple, l'oxydation des acides linoléique et linoléique conduit à des peroxydes instables qui, à leur tour, après dégradation, vont donner des alcools, des aldéhydes et des acides de masse moléculaire plus petite (Kaloustian, Hadji-Minaglou, 2012).

2.6. Activités biologiques des huiles essentielles

Les huiles essentielles et leurs composants ont les retrouvent dans divers produits comme: les cosmétiques, produits de nettoyage, assainisseurs d'air, l'agriculture, l'alimentation, usages médicaux, aromathérapie. Elles sont connues par leurs diverses activités médicales comme des Antioxydants (L'huile essentielle de soie de maïs égyptienne : thymol (20,5%) and carvacrol (58,1%) ; L'huile essentielle de *Thymus spathulifolius* : thymol (36,5%) and carvacrol (29,8%) ; L'huile essentielle de *Salvia cryptantha* et *Salvia multicaulis* : avait une activité antioxydant plus élevée que celles de l'acide ascorbique. (Shaaban *et al.*,2011).

Les huiles essentielles peuvent servir comme des agents Antibactériens, par exemple : L'huile essentielle d'Origan était efficace contre *P. aeruginosa* et *E. coli*. L'ordre décroissant d'activités antibactériennes des huiles essentielles : Origan > clou de girofle > Coriandre > Cannelle > Thym > Menthe > Romarin > Moutarde > Saugé ;

Les huiles essentielles possèdent aussi une activité Antivirale (Anti-HSV-1 : L'huile essentielle de Citronnelle, L'huile essentielle d'Eucalyptus, *Santolina insularis*, Arbre à thé Australien. Anti-HSV-2 : L'huile essentielle de *M. officinalis* L. Elle inhibe la réplication du HSV-2).

Les huiles essentielles sont utilisées comme des Anti-inflammatoires, L'huile essentielle d'Aloe Vera a un effet d'Inhibition de cyclo-oxygénase ; l'huile essentielle d'Aloe Vera (96%), l'huile essentielle de Thym (86%), l'huile essentielle de Bergamot (85%) Inhibent le-lipoxygénase.

L'huile essentielle de Citrus limon module l'apoptose par l'activation des caspases (interleukin1 β -converting enzyme-like) ce que lui donne une activité Anti-carcinogène (Shaaban *et al.*,2011).

Certaines huiles essentielles ont démontré une large gamme d'effets fongicides naturels. Les huiles essentielles de *Biota orientalis* exercent une action inhibitrice sur la croissance des champignons. La croissance a pu être réduite d'au moins 41% jusqu'à 76% (Amri *et al.*,2014). Les tests antifongiques effectuées avec les huiles essentielles d'*Ocimum basilicum* et *Cymbopogon schoenanthus* montrent qu'elles ont une activité significative vis-à-vis de micromycètes phytopathogènes. Les deux extraits d'*E. camaldulensis* et de *M. pulegium* ont totalement inhibé la croissance d'*A. alternata* et de *P. expansum* (Himiri *et al.*, 2011). L'huile essentielle de *T. ciliatus* a exercé une très forte activité antifongique contre les champignons de pourriture du bois. Elle a inhibé la croissance de *C. puteana*, *P. placenta* et *G. trabeum* à partir d'une très faible concentration (El Ajjouri *et al.*,2010). La Carvacrol et le Thymol se sont révélés efficaces contre les champignons d'origine alimentaire surtout : *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus*. Linalool, méthyl chavicol, et l'extrait de vanilline à partir du basilica doux et de la vanille ont présenté un effet inhibiteur sur la production d'aflatoxine (Shaaban *et al.*, 2011).

3. La fusariose

La fusariose de l'épi a été décrite pour la première fois par W. G. Smith en 1884 et nommée « gale du blé » (« wheat scab »), terme modifié en 1920 par Atanasoff en « maladie de Fusarium », « Fusarium blight », puis « fusariose » par Douin en 1926. Donc c'est une maladie destructive du blé (*Triticum aestivum*) qui peut dévaster une culture quelques semaines avant la récolte. Elle peut être associée à la fois à de fortes pertes de rendement (avortement et faible poids des grains), une réduction de leur qualité germinative ou encore une diminution de leur qualité par la présence de toxines dans les grains.

Outre que le blé, elle est également retrouvée sur de nombreuses autres plantes comme l'avoine, l'orge, Le riz, le maïs(**Figure 3**) le sorgho, l'Eucalyptus, et l'œillet ce qui en fait une maladie à très fort impact agroéconomique au niveau mondial puisque des champignons du genre *Fusarium* ont été retrouvés dans les sols de chaque continent excepté en Antarctique (Miedaner, 1997 in Dorothée, 2013).

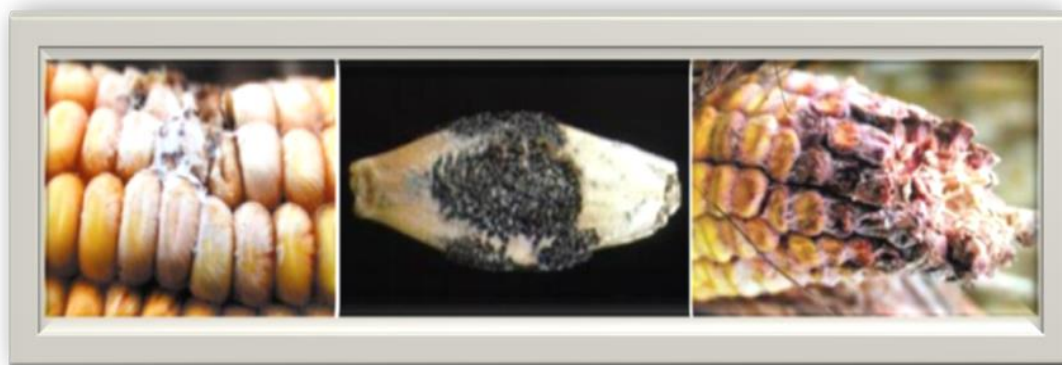


Figure 3. Photographie de la fusariose qui attaque les céréales (Blancard, 1997 in Bouzerouata, 2016-2017)

*Matériels et
méthodes*

1. Le matériel végétal

1.1. Description botanique

Artemisia Herba-Alba Asso est une plante herbacée à tiges ligneuses et ramifiées (**Figure 4**), de 30 à 60 cm de long d'après (El Rhaffari, 2008 *in* Chaabna, 2014), très feuillée. Les feuilles sont petites, blanches et laineuses et à aspect argenté. Les fleurs sont groupées en grappes, donnant des fruits en formes d'akènes (fruits sec indehisant) à capitules très petites et ovoïdes de 1,5 à 3 mm de diamètre d'après Bezza *et al.*, 2010 *in* (Magraoui et Zahaf 2017).



Figure 4. *Artemisia heba alba* Asso (Chaabna, 2014)

1.2. Systématique de la plante étudiée

Le Tableau 2 présente Selon Khadar et Zitouni, 2017, la plante *Artemisia heba alba* est classée dans:

Tableau 3: la classification botanique de l'espèces étudiées (Khadar et Zitouni, 2017)

Règne :	Plantae
Embranchement :	Phanérogames
Sous-embranchement :	Angiospermes
Classe :	Dicotylédones gamopétales
Sous-classe :	Gamopétale Epigynes Isotémons

Ordre :	Astérales
Famille :	Syntherées ou composées
Sous-famille :	Tubiliflores
Tribu :	Anthémidées
Genre :	Artemisia
Espèce :	<i>Artémisia herba alba</i> ossoou <i>Artemisia inculta</i> del.

1.3. Origine et distribution de la plante étudiée

L'*Artemisia Herba-Alba* c'est une plante steppique spontanée, existe dans les bioclimats allant du semi-aride jusqu'au saharien, 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 (désert du Negev, Palestine et désert du Sinaï, Egypte) (*Figure 5*) (Khadar et Zitouni, 2017; Eloukili, 2013; Magraoui et Zahaf, 2017; Laid, 2011).



Figure 5. Aire de répartition mondiale de l'Armoise blanche(HOUAMEL, 2017)

2. Le matériel fongique

2.1. Le genre *fusarium*

La première et véritable description du genre *Fusarium* a été réalisée par Link en 1809. Il doit son nom du latin *fusus* (fuseau) en rapport à la forme de ses macroconidies fusiformes et

cloisonnées. Il appartient à la division des Ascomycètes et à la famille des Nectriacées. (Dorothee, 2013). La plupart des membres du genre produisent un éventail de métabolites secondaires, qui varient considérablement dans sa forme chimique (Desjardins, 2006 *in* Brown et Proctor, 2013). La majorité de ces mycotoxine sont pathogènes pas seulement pour les plantes mais aussi pour les animaux domestique et pour l'homme ils peuvent même être cancérigènes (Brown et Proctor, 2013)

2.1.1. *Fusarium graminearum*

Fusarium graminearum (stade sexuel, *Gibberella zae*) est un champignon pathogène des plantes, responsable de la fusariose de l'épi (plus connue sous le nom de *Fusarium* Head Blight : FHB) sur céréales, notamment sur le blé et le maïs. En interaction avec la plante, le champignon produit des mycotoxines, parmi lesquelles le déoxynivalénol (DON), dont la finalité pour le champignon producteur est méconnue mais qui sont toxiques pour les humains et les animaux Ainsi la qualité des grains contribue fortement aux pertes de rendement observées et les résidus contaminés restent au champ. (Abid, 2012)

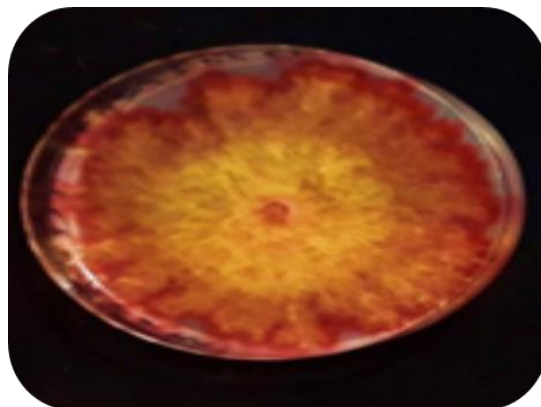


Figure 6. Photo représente le champignon *Fusarium graminearum* sur le milieu de culture PDA (2020)

2.1.2. *Fusarium culmorum*

Fusarium culmorum est l'un des agents les plus importants de la fusariose, il provoque différentes maladies transmises par les semences et par le sol des semis, y compris la pourriture brune de pied, la pourriture des racines. Ce pathogène est localisé dans le

pricarpe mais les conidies peuvent être portées à l'extérieur sur le tégument. L'infection peut avoir lieu à travers les stomates hypocotyle, d'où le champignon progresse à la racine. (Khezri *et al.*, 2011 in Aouissi, 2016)

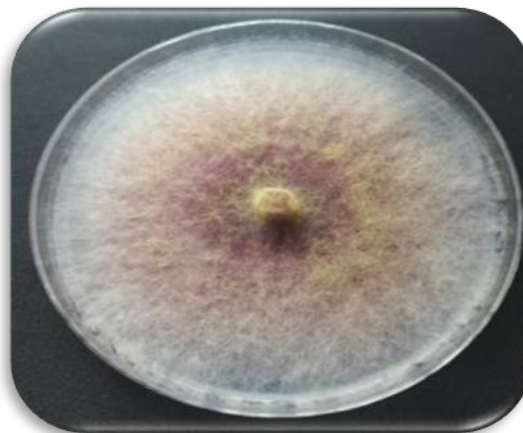


Figure 7. Photo représente le champignon *Fusarium culmorum* sur le milieu de culture PDA (2020)

3. L'extraction des huiles essentielles

3.1. Le procédé d'extraction

La partie aérienne de l'espèce *Artemisia herba alba* Asso (echih) a été collectée au mois de juin (2017) à Aflou, région de Laghouat (sud de l'Algérie). (Bey et Sonne, 2018).

L'extraction d'huile essentielle d'armoise a été effectuée l'année (2018) par les étudiantes Bey et Sonne (2018), Au laboratoire de Recherche des Sciences Fondamentales, l'université de Laghouat par la méthode d'Hydro-distillation à l'aide d'un appareil Clevenger (**Figure 8**).

L'huile essentielle récupérée était séchée par le sulfate d'anhydride et conservée dans un tube en verre au réfrigérateur à 4°C.



Figure 8. Montage d'hydro-distillation employé pour l'extraction des huiles essentielles (Djaber *et al.*, 2019)

4. L'analyse chromatographiques et l'identification des huiles essentielles

Afin de vérifier la stabilité de la composition chimique de cette huile d'*Artemisia herba alba*. Des analyses chromatographiques en phase gazeuse ont été effectués pour cette l'huile essentielle à l'aide d'un appareil de la chromatographie en phase gazeuse de type GC-5400 équipé d'un détecteur à ionisation de flamme (DIF) et une colonne capillaire en silice fondue de type DB-5 (30 m × 0,32 mm, épaisseur du film de 0,10 µm).

Le gaz vecteur utilisé est l'hydrogène avec un débit de 1 ml/min. La température de la colonne est programmée à raison d'une montée de 5 °C/min de 50°C à 250°C. La température de l'injecteur et celui du détecteur a été fixée à 250°C, et à 280°C respectivement.

Les solutions des HEs sont préparées, en dissolvant 10µl de chaque HE dans 1 ml du solvant organique pentane.

L'identification des composants de l'huiles essentielle d'armoise a été réalisé sur la base de la comparaison de leurs indices de rétention calculés par rapport et des travaux antérieurs de Bey et Sonne, 2018 et Djaber *et al.*, 2019.

5. Etude de l'activité antifongique

Pour étudier l'activité antifongique de l'huile essentielle d'*A. Herba alba*, nous avons choisi la méthode de contact direct. Cette méthode repose sur l'étude de l'effet de l'incorporation de différentes concentrations de l'huile essentielle dans le milieu de culture sur la croissance des

souches fongiques (Laghchimi *et al.*, 2014). Cette technique a été adoptée pour évaluer le taux d'inhibition des souches fongiques.

5.1. Milieux de culture

Le milieu PDA (Potato, Dextrose, Agar) a été utilisé pour la culture des champignons. Les milieux ont été stérilisés à l'autoclave à 120°C pendant 20 minutes. (Voir Annexe)

5.2. Détermination de l'activité par la méthode de contact direct

Une mise en émulsion a été réalisée grâce à une dispersion homogène de l'huile pure dans une suspension stérile d'agar à 0,2% (m/v) afin d'obtenir le maximum de contact entre l'huile et le micro-organisme à tester (entre le germe et l'huile essentielle) (Boumhamdi *et al.*, 2018).

5.3. Préparation des différentes concentrations

13,5 mL de milieu de culture PDA plus 1,5 mL de la suspension d'agar stérile à 0,2 % seule, sont préparés comme des témoins. Six concentrations ont été préparés dans des tubes à essais contenant chacun 13,5 mL de milieu solide PDA stérilisés, nous ajoutons 1,5 mL de chacune des dilutions, avant de les répartir dans des boîtes de pétri, les agite convenablement à l'aide du vortex, à raison de 15 mL de mélange par boîte et obtenir les concentrations finales de 0.25, 0.5, 1, 2,4 et 10 µl/ml. Un implant de champignon, est placé au centre géométrique de la boîte de Pétri sur le milieu solidifié. Les boîtes de Pétri ont été scellées avec du film adhésif et mises en incubation à l'obscurité, pendant 6 jours, à 25 ± 2 °C. L'essai a été répété trois fois pour chaque concentration.

5.4. Evaluation de la croissance mycélienne

Le taux d'inhibition de la croissance radiale mycélienne a été mesuré quotidiennement pendant 7 jours comparativement au témoin (Soro *et al.*, 2016). Le diamètre de croissance mycélienne est mesuré toutes les 24 heures à la même heure à l'aide d'un pied à coulisse (Mohammedi *et al.*, 2010).

5.5. Pourcentage d'inhibition de la croissance de mycélium

L'évaluation de l'inhibition a été faite le 7^{ème} jour en mesurant le diamètre de la croissance mycélienne. Le calcul des pourcentages d'inhibition pour les différentes

concentrations d'extraits d'huiles essentielles était possible en appliquant la formule suivante (Dongmo *et al.*, 2002 ; Bougandoura et Bendimerad, 2012)

$$PI = [(Dt - De) / De] * 100$$

Où :

PI : le pourcentage d'inhibition de la croissance de mycélium.

Dt : le diamètre de la culture de champignons dans un milieu sans l'huile (témoin).

De : le diamètre de la culture du même champignon dans un milieu en présence de l'huile.

Les résultats ont été exprimés en mesurant les zones de diamètre d'inhibition en mm

6. L'analyse statistique


L'analyse statistique (tableaux, courbes et histogrammes) des données ont été réalisées à l'aide de logiciel de l'Excel-Stat 2016 pour mieux exprimer les résultats.

*Résultats et
discussion*

1. La teneur en huile essentielle

Les teneurs en huile essentielle exprimées en pourcentage ont été calculées à partir du poids de l'huile essentielle par rapport à la biomasse de la plante *Artemisia herba alba* utilisée dans l'hydrodistillation (**Tableau 3**).

Tableau 4: Teneur et durée d'extraction de la partie aérienne d'*Artemisia herba alba* en huile essentielle (Djaber *et al.*, 2019)

Teneur	Dure d'extraction	Région	Couleur d huiles
1.02%	3 h	Laghouat	

Le tableau ci-dessus montre que la teneur de la partie aérienne d'*Artemisia herba alba* en huiles essentielles est de (1,02%).

(Bey et Sonne, 2018) ; (Dob et Benabdelkader, 2006) ont enregistrés le même taux pour des HE extraites de la même espèce récoltées dans les régions d'Aflou et de Msila en Algérie.

Cette teneur est relativement inférieure à celle trouvée en Jordanie (1,3%) (Hudaiba et Aburjai, 2006 *in* Zaim *et al.*, 2012).

Ce rendement en HE de l'espèce *Artemisia herba-alba* varie en fonction de la période de récolte dans la région du Guerçif au Maroc ; il est entre 0,56% et 1,23% (Ghanmi *et al.*, 2010). En Espagne, il varie selon les provenances, de 0,41% à 2,30% (Salido *et al.*, 2004 *in* Zaim *et al.*, 2012) ; et aussi varie selon la durée de séchage il augmente avec l'augmentation de cette dernière et atteint son maximum après 15j de séchage au mois d'avril (0,66%) pour Djelfa et (1,0%) pour Tébessa au 32ème jour de séchage (Magraoui, 2017).

2. La composition chimique de l'huile essentielle étudiée

La composition chimique de l'huile essentielle *Artemisia herba alba* a été déterminé à l'aide d'une chromatographie en phase gazeuse a un détecteur à ionisation de flamme (DIF).

Les indices de rétention dans le tableau (**Tableau 5**) sont calculés par rapport à une série homologue de n-alcanes et sont comparés avec les travaux antérieurs de Bey et Sonne, 2018 et Djaber *et al.*, 2019.

Cette méthode analytique a permis d'identifier trente-deux constituants chimiques au total pour l'huile d'armoise blanche collectée de la région de Laghouat.

Tableau 6: La composition chimique de l'huile essentielle analysée *Artemisia herba alba*

N°	Constituants	IRL	Aires des pics
1	Tricyclène	922	0,5804
2	α -Pinène	927	0,08674
3	Camphène	946	8,308
4	α -Fenchene	952,10	0,4826
5	β - Pinène	969	0,3955
6	Yomogi alcohol	998	1,427
7	α -Phellandrène	1006	0,1511
8	α -Terpinène	1013	0,09508
9	m-Cymène	1022	1,172
10	p-Cymène	1025	0,148
11	Limonène	1028	13,06
12	γ -terpinène	1054	0,1821
13	Cis- Sabinène hydrate	1067	0,1233
14	Cis-Linalool oxide	1072	0,1334
15	Trans-Linalool oxide	1081	0 ,1009
16	Terpinolène	1087	0,3169

17	Thuyone	1104	4,048
18	β-Thujone	1114	3,445
19	Chrysanthenone	1122	14,04
20	Camphre	1144	36,39
21	Iso-bornéol	1155	1,374
22	Menthofurane	1162	2,754
23	Néo-Menthol	1168	0,398
24	Terpinen-4-ol	1173	0,613
25	Myrtenol	1190	0,2755
26	Verbenone	1208	0,8884
27	Carvone	1242	0,1205
28	Pipéritone	1252	0,1792
29	Thymol	1282	0,4385
30	2-Hydroxypipéritone	1308	0,3068
31	Oxyde de Caryophyllène	1563	0,6867
32	Spathulenol	1575	0,139
	Total identifiés		95,65
	Monoterpènes oxygénés		78,68
	Hydrocarbures monoterpénique		16,51
	Sesquiterpènes oxygénés		0,82

Les composés majoritaires de cet extrait d'huile essentielle sont le Camphre 36,39%, le Chrysanthenone 14,04%, le Limonène 13,06%, le Camphène 8,308%, le Thuyone 4,048% (tableau 3).

La composition chimique de notre huile après trois années de stockage sont similaires et presque identique de celle obtenus par nos collègues (Bey et Sonne, 2018; Djaber *et al.*, 2019). Qui sont trouvé 94,25% composés identifiés avec le camphre Chrysanthenone, le

Limonène, le Camphène comme composé majoritaire, sachant que l'analyse chromatographique était faite dans les mêmes conditions opératoires.

Nous pouvons dire alors que notre extrait d'huile essentielle d'*A herba alba* est stable durant ces trois années de stockage

Une étude de l'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* Asso collectée de cinq régions Bordj Bou Arréridj, Djelfa, M'sila, Boussaâda, Batna, réalisée par (Dahmani, 2004) a montré la dominance de 1,8-Cinéol, l' α -Thujone, le Chrysanthène, le Camphre, le Bornéol, le cis-Chrysanthényle acétate, la cis Jasmone et le γ - Muûrolène.

Dans une autre étude faite par (Bezza *et al.*, 2010) sur la composition de l'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* Asso collectée dans la région de sud d'Algérie (Biskra) a révélé que les constituants principaux sont : l'Acétate de cis-Chrysanthényle (25,12%), de l' α -Thujone (7,85%), de Verbénone (7,19%), de l'Acétate de Myrtényle (7,39%) de Chrysanthène (4,98 %), de l'Eucalyptol (2,36%), et de Biskral (2E,3Z-2-éthyliden-6-méthyl-3,5- heptadiène, à 8,58%) spécifique de l'huile analysée de cette région. Ce dernier composé n'a jamais été cité pour une HE d'armoise blanche ou pour une plante du genre *Artemisia*.

Un travail similaire a été réalisé par (zaim *et al.*, 2012) sur l'HE d'*Artemisia* de la région d'Ouarzazate (Sud du Maroc), a montré la prédominance des deux monoterpènes oxygénés : le Chrysanthène (28,10%) et le Camphre (26,67%). Certains monoterpènes sont présents avec des pourcentages relativement importants comme l' α -Thujone (9,26%), l' α -Pinène (6,07%) et le β -Thujone (5,60%). D'autres constituants sont mineurs : Tricyclène (0,14%), cis- β -Dihydroterpinéol (0,15%) et Camphène (0,16%).

L'huile essentielle de la même espèce originaire de Matmata (Tunisie) est dominée par l' α -Thujone (43,85 %), le trans-Acétate de Sabinyle (17,46 %), le β -Thujone (10,10 %) accompagné du 1,8-Cinéole (3,30 %), du Chrysanthène (2,32 %) et de l'Acétate de Chrysanthényle (3,93 %) (Akrouit *et al.*, 2004 in Touil et Benbriha, 2012).

Le Camphre se trouve dans les armoises des quatre pays : Maroc, Égypte, Algérie et Espagne. Les chemotypes à Davanone, au 1,8-Cinéole, au Chrysanthène, au cis-Chrysanthénol et au cis-Chrysanthényle acétate sont présents dans d'autres zones méditerranéennes (Salido *et al.*, 2004 ; Hurfabielle *et al.*, 1981 in zaim *et al.*, 2012).

Il semble que l'espèce *A. herba-alba* soit caractérisée par une variabilité intra-spécifique importante dans le profil chimique de ses huiles essentielles. Ceci pourrait attribuer à l'origine géographique, génétique, saisonnière ou même écologique (sol, humidité, etc.), ou selon la phase de développement de la plante (Zaim *et al.*, 2012).

3. Les résultats de l'activité antifongique

3.1. La cinétique fongique

Les courbes ci-dessous (**Figure 9** et **10**) illustrent les diamètres de la croissance mycélienne en (mm) des souches fongiques (*Fusarium graminearum* et *Fusarium culmorum*) en fonction du temps (jours) et en présence des différentes concentrations d'huile essentielle d'*Artemisia herba alba*.

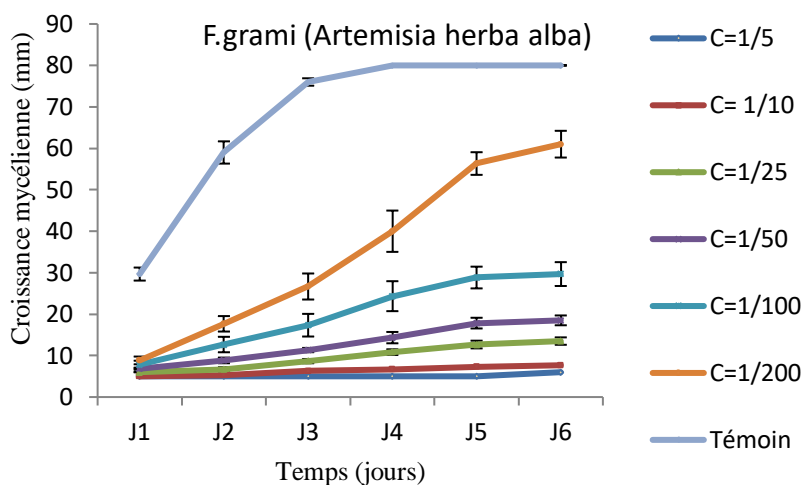


Figure 9. La cinétique de la croissance mycélienne de *Fusarium graminearum*, en présence de différentes concentrations de l'extrait d'*Artemisia herba alba*

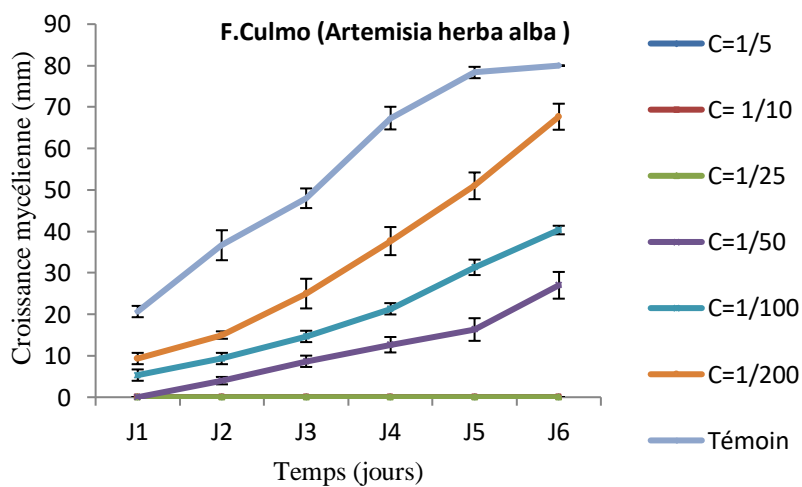


Figure 10. La cinétique de la croissance mycélienne de *Fusarium culmorum* en présence de différentes concentrations de l'extrait d'*Artemisia herba alba*

La croissance mycélienne des deux souches (*Fusarium graminearum* et *Fusarium culmorum*) en présence des différentes concentrations d'huile essentielle d'*Artemisia herba alba*, démarre après le deuxième jour pour les concentrations de 0,25 µl/ml et 0,5 µl/ml, et après le troisième jour pour la concentration de 1 µl/ml, au-delà de cette concentration aucune croissance n'a été observé.

Les deux souches sont sensibles à l'huile essentielle d'*Artemisia herba alba*, l'inhibition de la croissance est remarquable à partir de la concentration de 1 µl/ml jusqu'à 2 µl/ml. Et une inhibition totale à la concentration 4 µl/ml pour les deux souches (**Figure 11 et 12**).

Les deux souches (*Fusarium graminearum* et *Fusarium culmorum*) ont présenté des sensibilités un peu différentes vis-à-vis des différentes concentrations d'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* ou la forme *Fusarium culmorum* a montré une sensibilité un peu plus élevée que celle de la forme *Fusarium graminearum*. C'est-à-dire que la souche *Fusarium graminearum* est plus résistante par rapport à la souche *Fusarium culmorum*.

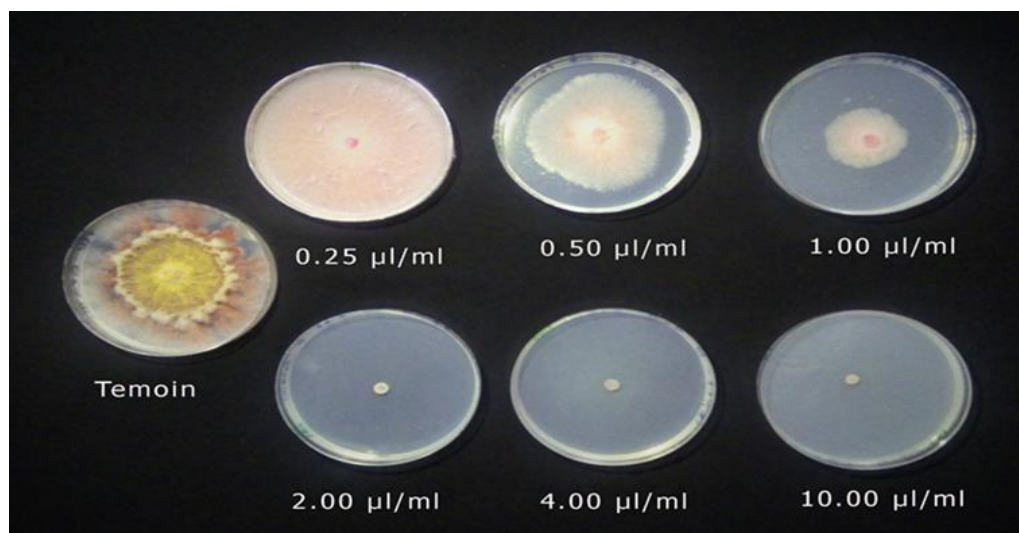


Figure 11. Résultat d'Huile essentielle d'*Aetimesia herba alba* par la méthode de contact direct contre la souche : *Fusarium graminearum*

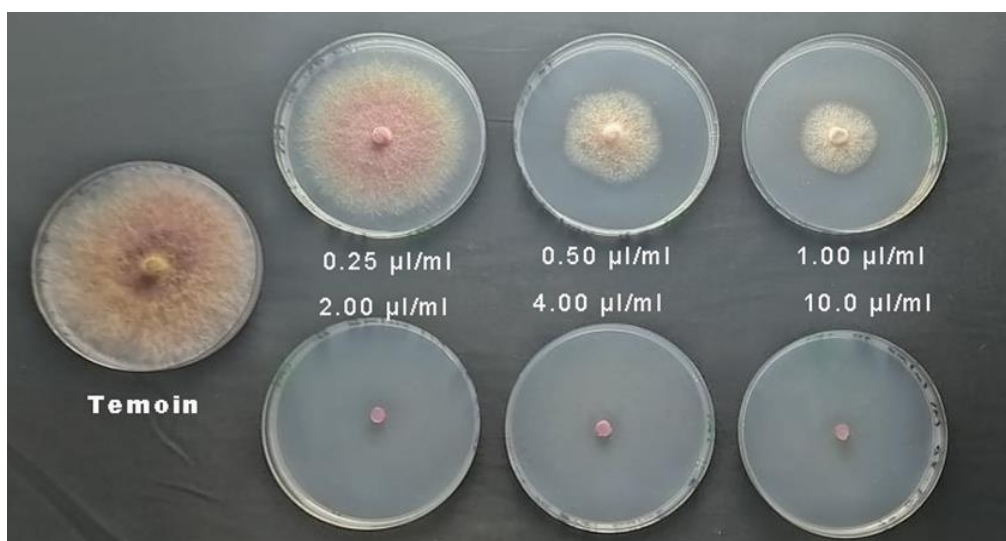


Figure 12. Résultat d'Huile essentielle d'*Artemisia herba alba* par la méthode de contact direct contre la souche : *Fusarium culmorum*

En comparant notre résultat avec les résultats des années passées (Bey et Sonne, 2018. ; Djaber *et al.*, 2019) nous avons trouvé que les résultats sont les mêmes. C'est-à-dire que l'activité anti-fongique d'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* n'a pas changé avec le temps, elle est très stable (une période de trois ans n'est pas suffisante pour altérer la composition d'huile d'*Artemisia herba alba*).

Une étude sur l'activité antifongique de l'armoise blanche sur différents *Fusarium* ou Le matériel végétal se compose des parties aériennes d'*Artemisia herba-alba* de la région de Ghardaïa; la récolte d'*Artemisia herba-alba* a été réalisée au mois de décembre 2014 dans la région de Mansora wilaya de Ghardaia a démontré Des réductions significatives de la croissance du mycélium ont été observées à 0,025 et 0,05% des concentrations d'*Artemisia herba-alba* pour *Fusarium sporotrichioides* , inhibition à partir de 0,025% pour *Fusarium graminearum* et 0,025% d'huile essentielle extraite d'*Artemisia herba-alba*, a un effet inhibiteur significatif sur la croissance de *Fusarium langsethiae*. (Mehani *et al.*, 2016).

Selon Benouaer, (2016), L'extrait aqueux d'*Artemisia herba alba* collecté de la wilaya d'Illizi avait une activité antifongique vis-à-vis des champignons *Fusarium solani* et *Alternaria arborescens*. Les diamètres, la vitesse de la croissance de mycélium et l'indice

antifongique diminuent avec l'augmentation de la concentration d'extrait aqueux jusqu'à l'inhibition totale pour *Alternaria arborescens* à la concentration (30% d'extrait aqueuse), la même huile s'est avérée un agent antifongique efficace contre *Fusarium Oxysporum* f. sp *radicis lycopersici* à une dose de 200µl/ml. (Kolai, 2012).

Trente-sept extraits provenant de 31 PAM marocaines couramment utilisées en médecine traditionnelle ont été évalués par (Mansouri, 2013) pour leur activité antifongique vis-à-vis de *Candida albicans* 5. L'huile essentielle *Artemisia herba alba* a présenté un taux d'inhibition très élevé de 89,46 %.

En comparant l'activité et l'efficacité de notre extrait d'*A. herbe alba* avec d'autres travaux réalisés dans les mêmes conditions. Les extraits testés tel que *Citrus aurantium* (Hechachna, Rahmani et Touihar, 2020), *Mentha piperita* (Lagraa et Sahnoune, 2020) et *Thymus vulgaris* (vis à vis des souches du genre *Fusarium* révèlent une inhibition totale à 10 µl/ml, 2 µl/ml et 0,5 µl/ml respectivement. Alors que l'HE analysée inhibe totalement à une concentration de 0,4 d'où l'efficacité de notre extrait.

Les résultats de notre étude et ceux d'autres travaux de recherches (Mehani et al., 2016, Benouaer, 2016, Kolai, 2012, Mansouri, 2013, Hechachna, Rahmani, Touihar, Lagraa et Sahnoune, 2020), nous donne plus des informations sur l'activité antifongique de l'huile essentielle de *A. Herba alba*. Cette dernière, n'est pas l'huile la plus efficace contre les souches fongiques mais elle est classée parmi les Vingt-sept HE qui ont un taux d'inhibition supérieur à 80 % (Mansouri, 2013).

Conclusion

Jour à jour les plantes attirent plus d'attention des chercheurs et scientifiques notamment les plantes médicinales utilisés dans la phytothérapie, agricultures, cosmétologies ..., pour simple raison d'avoir les bénéfices de biomolécules et éviter tout type de risque ou effet secondaire lie à l'utilisation de molécule de synthèse.

Dans ce travail nous avons étudié et évalué l'activité antifongique de l'huile essentielle de la partie aérienne d'*Artemisia herba alba* sur des champignons agent de la fusariose.

La composition chimique de l'extrait d'huiles essentielles a été déterminé par une chromatographie gazeuse, l'identification des composants a été faite par la comparaison de l'indice de rétention linéaire calculé à l'aide d'une série homologue de n-alcanes avec ceux de la bibliographie

L'analyse chromatographique de l'huile essentielle d'*A. herba-alba* a permis d'identifier 32 constituants (présentant 95,65% de l'huile), avec différentes teneurs qui s'étalent de 0,12% à 36,39% dont le camphre est le composé prédominant, le Chrysanthenone 14,04%, le Limonène 13,06%, le Camphène 8,308%, le Thuyone 4,048%. Les Monoterpènes oxygénés 78,68%, les Hydrocarbures monoterpénique 16,51%, les Sesquiterpènes oxygénés 0,82 %.

L'étude *in vitro* de l'activité antifongique par la méthode de contact direct en milieu solide a montré que l'huile essentielle d'*A. Herba alba* possède un pouvoir antifongique très important avec une efficacité impressionnante contre les deux souches *Fusarium graminearum* et *Fusarium culmorum*. Les résultats obtenus suggèrent qu'en raison de sa forte activité antifongique, l'HE d'*A. Herba alba* pourrait être une source alternative intéressante aux thérapies habituelles contre les champignons.

A travers cette étude, nous avons constaté que l'huile essentielle *A. herba alba* est un agent antifongique efficace à une dose de 1µl/ml. L'activité inhibitrice croit avec l'augmentation de la concentration en extrait naturel.

Selon les résultats d'analyse chromatographique et le test du pouvoir antifongique plus la comparaison avec les résultats des années passées, en peut confirment la stabilité de notre huile essentielle d'*Artemisia herba alba* dans les trois dernières années.

Nous pensons à l'avenir de continuer sur ce domaine de recherche en augmentant le nombre de souche de *Fusarium* testées et passant de l'*in vitro* à l'*in vivo* pour des résultats plus fiables.

Ce composé naturel pourrait donc constituer une base pour la synthèse de molécules en meilleure harmonie avec l'environnement et dont l'usage serait bénéfique pour la lutte contre les champignons phytopathogènes.

Références
bibliographiques

Références bibliographiques

Abdi. K, Moulai. H, 2018. Evaluation du pouvoir antifongique et études de la composition chimique de quatre huiles essentielles de plantes locales. Mémoire de master. Université Amar Thlidji Laghouat. P 8

Abid. M, 2012, Ecological role of mycotoxins produced by *Fusarium graminearum* : consequences of the presence of deoxynivalenol (DON) in crop residues on the soil microflora and soil fauna, Thèse de doctorat, Diss. Dijon,

Ameur. M, Belmechri. H, Ouinten. A, composition chimique et activité antifongique de l'huile essentielle de *l'armoise rouge*, p 23

Amitouche, D., & Chemloul, L. (2012). *Contribution à l'évaluation de l'huile essentielle et des extraits d'Artemisia herba-alba algérienne* (Doctoral dissertation, UMMTO).44 p

Amri, I., Hamrouni, L., Hanana, M., Gargouri, S., & Jamoussi, B. (2014). Propriétés antifongiques des huiles essentielles de *Biota orientalis* L. *Phytothérapie*, 12(3), 170-174.

Aziz, Z. A., Ahmad, A., Setapar, S. H. M., Karakucuk, A., Azim, M. M., Lokhat, D., ... & Ashraf, G. M. (2018). Essential oils: extraction techniques, pharmaceutical and therapeutic potential-a review. *Current drug metabolism*, 19(13), 1100-1110.

Beddou. F, 2015, étude photochimique et activité biologique de deux plantes médicinales sahariennes *Rumex vesicaris* L et *anvillea Radiata* COSS & DUR, thèse de doctorat, université Abou Bekr Belkaid Telemcen , 5 p

Bey. D, Sonne. Y, 2018, Composition chimique, activités antioxydante et antifongique des huiles essentielles de deux espèces végétales du genre *Artemisia* : *herba alba* et *A. campestris*. Mémoire de master. Université Amar Téliidji –Laghouat, 36 p.

Bezza. L, Mannarino. A, Fattarsi. K, Mikail. C, Abou. L, Hadji-Minaglou. F, Kaloustian. J, (2010), Composition chimique de l'huile essentielle d'*Artemisia herba-alba* provenant de la région de Biskra (Algérie). *Phytothérapie*, 8(5), 277-281.

Bougandoura, N., & Bendimerad, N. (2012). Effet Antifongique Des Extraits Aqueux et methanolique de *Satureja calamintha* ssp.(*Nepeta*) briq. *Revue des Bio Ressources*, 2(1), 1-7. P 3

- Bousbia, N. (2011).** Extraction des huiles essentielles riches en anti-oxydants à partir de produits naturels et de co-produits agroalimentaires (Doctoral dissertation). P 69
- Bouzerouata, A.**, 2016-2017, Application de *Bacillus spp.* Mésophile dans la lutte biologique, thèse de master, Université Abou-Bakr Belkaid – Tlemcen, p 7
- Božović, M., Navarra, A., Garzoli, S., Pepi, F., & Ragno, R. (2017).** Essential oils extraction: A 24-hour steam distillation systematic methodology. *Natural product research*, 31(20), 2387-2396. P-3
- Chaabna, N. 2014,** Activité anticoccidienne des extraits d'*Artemisia herba alba*, thèse de Magister, Université Ferhat Abbas Sétif 1, p 33
- Chaabna, N. 2014,** Activité anticoccidienne des extraits d'*Artemisia herba alba*, thèse de Magister, Université Ferhat Abbas Sétif 1, p 33
- Ciril. p. bryan, 1930,** the Papyrus Ebers, university college london, garden city press LTD 1P
- Dahmani, N. 2016,** Extraction et analyse d'huiles essentielles d'Armoise Algérienne (*ARTEMISIA herba alba*), mémoire de magister, L'université des sciences et de la technologie Houari-Boumediène, 29-30 p
- Daren. W, Brown. D. W, Robert. H., Proctor. R, 2013,** Fusarium Genomic, molecular and cellular biology, Caister Academic Press, 978-1-908230-75-1, p 1
- Dob.T, Benabelkader. T, 2006,** Chemical Composition of the Essential Oil of *Artemisia herba-alba* Asso Grown in Algeria, *Journal of Essential Oil Research* 18 (6), 685-690
- Dorothee. S, 2013,** Développement épidémique de la fusariose des épis de blé et Conséquences des interactions entre espèce du complexe fusarien, thèse de doctorat, Université Paris-Sud 11, p 6
- El Ajjouri, M., Ghanmi, M., Satrani, B., Amarti, F., Rahouti, M., Aafi, A., ... & Farah, A. (2010).** Composition chimique et activité antifongique des huiles essentielles de *Thymus algeriensis* Boiss. & Reut. et *Thymus ciliatus* (Desf.) Benth. contre les champignons de pourriture du bois. *Acta botanica gallica*, 157(2), 285-294. p 290
- Eloukili, M. 2013,** Valeur nutritive de l'armoise blanche (*Artemisia herba alba*) comparée à l'unité fourragère de l'orge, these de master, Université Abou-Bakr Belkaid – Tlemcen, p 3
- Erel, Ş. B., Reznicek, G., Şenol, S. G., YAVAŞOĞLU, N. Ü. K., Konyalioglu, S., & Zeybek, A. U. (2012).** Antimicrobial and antioxidant properties of *Artemisia L.* species from western Anatolia. *Turkish Journal of Biology*, 36(1), 75-84. P 76

Fenardji. F, KLUR. M, FOURLON.C, FERRANDO.R, White artemisia (*Artemisia herba-alba L*), *Revue d'elevage et de medecine veterinaire des pays tropicaux* 27.2 (1974): 203.

Ghanmi, M., Satrani, B., Aafi, A., Isamili, M. R., Houti, H., El Monfalouti, H., ... & Chaouch, A. (2010). Effet de la date de récolte sur le rendement, la composition chimique et la bioactivité des huiles essentielles de l'armoise blanche (*Artemisia herba-alba*) de la région de Guerçif (Maroc oriental). *Phytothérapie*, 8(5), 295-301

Grosjean.N, 2015, les huiles essentielles Se soigner par l'aromathérapie, Eyrolles, Edition 2, 18 p

Hashemi, S. M. B., Khaneghah, A. M., & de Souza Sant'Ana, A. (Eds.). (2017). Essential oils in food processing: chemistry, safety and applications. John Wiley & Sons. P 124-125.

Hmiri, S., Rahouti, M., Habib, Z., Satrani, B., Ghanmi, M., & El Ajjouri, M. (2011). Évaluation du potentiel antifongique des huiles essentielles de *Mentha pulegium* et d'*Eucalyptus Camaldulensis* dans la lutte biologique contre les champignons responsables de la détérioration des pommes en conservation. *Bulletin de la société royale des sciences de liège*. p.824 – 836.

Houamel. H, 2017-2018, Les steppes d'armoise blanche (*Artemisia herba-alba*

Hüsünü Can Başer, K., & Buchbauer, G. (2015). Handbook of essential oils: science, technology, and applications. Handbook of essential oils: science, technology, and applications., (Ed. 2). p 5-6

Kaloustian, J., & Hadji-Minaglou, F. (2012). La connaissance des huiles essentielles: qualilogie et aromathérapie; Entre science et tradition pour une application médicale raisonnée. Springer. P 16.

Khadar. F, Zitouni. F, 2017-2018, Variation du comportement physiologique et

Khedoum. N, 2018, Etude du pouvoir antibactérien d'*Artemisia herba alba* « CHIH », mémoire de master, Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, 39-40 p

KOLAI, N., SIAIAH, F., & BOUDIA, A. (2012). Effet inhibiteur in vitro de l'huile essentielle d'*artimesia herba alba* sur deux souches de *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*. *Algerian Journal of Arid Environment "AJAE"*, 2(1), 6-6. P 72.

Lortholary, O., Obenga, G., Biswas, P., Caillot, D., Chachaty, E., Bienvenu, A. L., ... & Grenouillet, F. (2010). International retrospective analysis of 73 cases of invasive fusariosis treated with voriconazole. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 54(10), 4446-4450. P 4446.

Lortholary, O., Obenga, G., Biswas, P., Caillot, D., Chachaty, E., Bienvenu, A. L., ... & Grenouillet, F. (2010). International retrospective analysis of 73 cases of invasive fusariosis treated with voriconazole. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 54(10), 4446-4450. P 1772.

Li, Y., Fabiano-Tixier, A. S., & Chemat, F. (2014). Essential oils as reagents in green chemistry (Vol. 1, pp. 71-78). Cham, Switzerland: Springer International Publishing

Magraoui, S, Zahaf . D, 2018, Etude de l'extraction et l'activité biologique des huiles essentielles d'*Artemisia* « Chih » en Algérie, mémoire de master, université Djilali Bounaama Khmis Melyana, P 3, 37-39

..

Messai, L, 2011, Etude photochimique des plantes médicinales de l'est de l'Algérie (*Artemisia Herba Alba*), thèse de doctorat. Université Mentouri. Constantine, p26

Orsot, B. A. M. B., Soro, S., Kone, D., & Zirihi, G. N. (2016). Étude ethnobotanique et évaluation in vitro de l'activité antifongique des extraits de l'écorce de *Zanthoxylum gillettii* (de Wild Waterman) sur deux souches phytopathogènes de *Sclerotium rolfsii*. *Journal of Applied Biosciences*, 98, 9309-9322. . P 9312.

Shaaban, H. A., El-Ghorab, A. H., & Shibamoto, T. (2012). Bioactivity of essential oils and their volatile aroma components. *Journal of Essential Oil Research*, 24(2), 203-212. P 203-206

Tardivon. j, Chadouli . C, 2012, Les plantes aromatiques et médicinales Un exemple de développement humain au Maroc la coopérative féminine de Ben Karrich – Tétouan, p 5

Touil, S, Benrebiha. F. Z, 2012 , Composition Chimique et activité antimicrobienne Des Huiles essentielles d'*Artemisia Herba Alba* Asso Et *Artemisia Campestris L* de La régions aride de Djelfa,

Trachli. Y, Bensaid. A, 2013, les plantes aromatiques et médicinales de la région de mokrisset (NO du Maroc), mémoire de licence, Université Abdelmalek Essaâdi, p 10-11

Wagner. H, Hörhammer. L, 1970, Pharmacognosy And Phytochemistry, Springer-Verlag , 79-149122, 94 p

Weber. H. (2014). Les parfums : Histoire, composition et allergies. Thèse de doctorat Université de NANTES UFR sciences pharmaceutique et biologique. P 32.

Worwood. V. A. 1991. The complete book of essential oil and aromatherpy, Revised and Expanded: Over 600 Natural, Nontoxic, and Fragrant Recipes to Create Health, Beauty, and Safe Home and Work Environments. New World Library. P 8 et 9.

Wright. C, 2002, Artemisia, *The School of Pharmacy*, University of Bradford , volume 18, p 1

Zaim, A., El Ghadraoui, L., & Farah, A. (2012). Effets des huiles essentielles d'Artemisia herba-alba sur la survie des criquets adultes d'Euchorthippus albolineatus (Lucas, 1849). Bulletin de l'institut scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie, 34(2), 127-133

Les sites web :

https://www.agrireseau.net/rap/documents/95443/grandes-cultures-bulletin-d_information-n%C2%B0-6-8-juin-2017

Annexes

Annexes

Annexes 1

COMPOSITION DES MILIEUX DE CULTURE UTILISE :

1. Potatoes dextrose Agar (PDA : pour les champignons)

Infusion de pomme de terre.....200 ml

Glucose.....15 g

Agar-agar.....20 g

Eau distillée.....1L

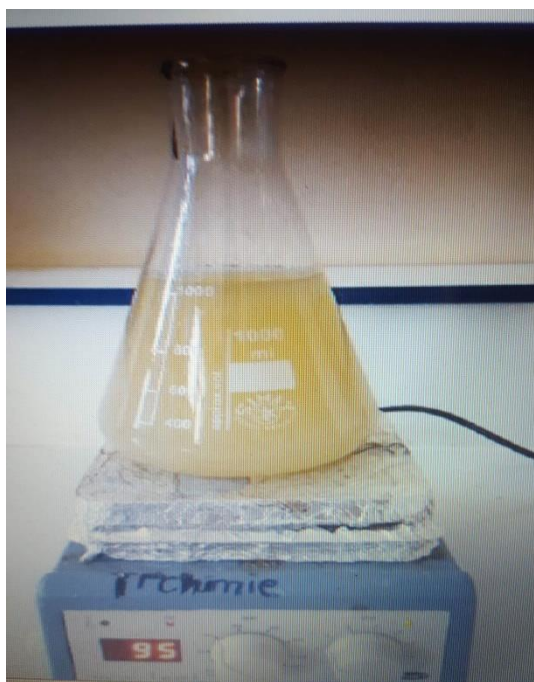


Figure 13. Dispositif de la préparation de milieu de culture

2. Solution d'Agar 0,2%

Agar-agar.....2 g

Eau distillée.....1 L

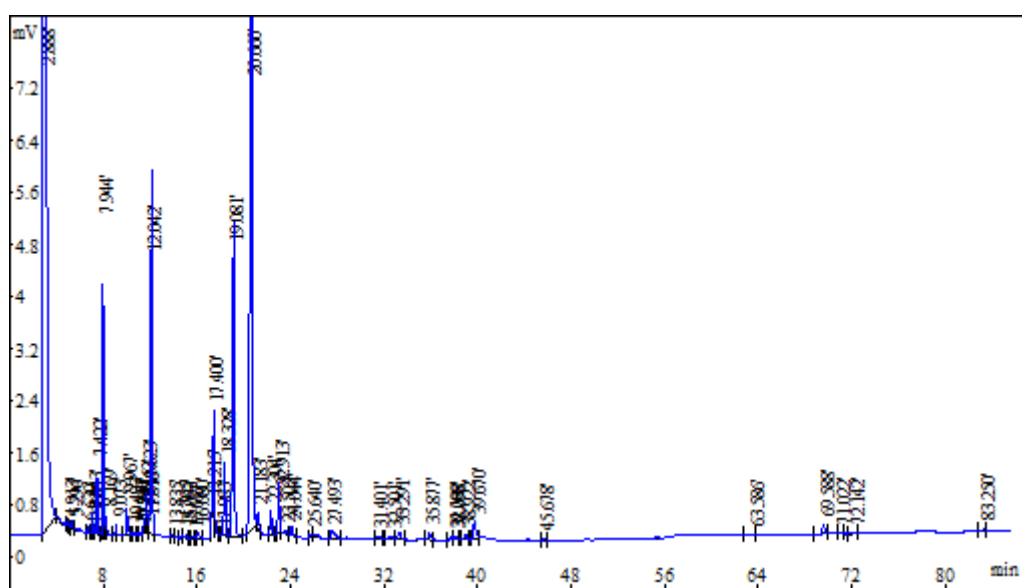


Figure 14. profil chromatographique de l'huile essentielle d'*A. herba alba*

