



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie
Département des sciences de la nature et de la vie
Filière : Sciences biologiques

MÉMOIRE DE MASTER

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Référence

Présenté et soutenu par :

TOUANE Lamia

Le : dimanche 4 juillet 2021

Activité antibactérienne et antifongique des huiles essentielles de la plante médicinale *Artemisia herba alba* -Analyse d'articles-

Jury :

Mme. BOUDJEDJOU Lamia	MCB	Université de Biskra	Président
Mme. MEDDOUR Asma	MCB	Université de Biskra	Rapporteur
Mme. BOUKHAROUBA Khadidja	Pr	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire : 2020-2021

Remerciements

Tout d'abord, je remercie Dieu Tout-Puissant qui m'a guidé tout au long de mon cheminement académique, de m'avoir donné la force et la volonté, et surtout de m'avoir accordé une grande patience pour achever mon travail.

J'adresse mes sincères remerciements et ma gratitude à mon encadreur Mme MEDDOUR Asma, pour ses conseils et ses orientations avisés avec beaucoup d'intérêt. Je la remercie de m'avoir encouragée, de son bon traitement et de sa haute moralité, et tout particulièrement d'avoir accepté ma supervision.

Enfin, je remercie les membres du jury, d'avoir évalué ce mémoire.

Dédicace

Je dédie ce travail à :

Ma chère mère BENSALAH Djamila, qui m'a toujours comblée d'amour et de sécurité, qui m'a appris le secret du succès qui est de faire confiance à Allah et de croire au travail acharné toujours. Mama, qui était l'arrière-plan qu'elle a luttée dans sa vie pour me voir atteindre ce noble objectif.

Mon cher père TOUANE Abdelkrim, qui m'a offert une vie décente et une tranquillité d'esprit en sa présence, qui m'a appris à rester inébranlable et souriante à l'entêtement contre la vie, et qui m'a encouragé à croire en moi. Papa, qui m'a soutenu spirituellement du fond du son cœur.

Mes chers frères Walid, Abdelghani, Mouslim et Khaled, qui ont toujours fait de moi leur petite princesse.

Ma chère sœur Maroua, qui était le soutien, le guide et le bailleur, elle ne m'a laissé jamais dans le besoin de rien.

Ma chère amie T. Amina, qui m'a donné le bonheur dans ses plus belles qualités.

Enfin, je dédie mon travail à tous ceux qui aiment la science.

Sommaire

Remerciements

Dédicace

Liste des tableaux.....I

Liste des figures.....II

Liste des abréviations.....III

Introduction.....1

Partie I : Synthèse bibliographique

Chapitre 1. Généralités sur *Artemisia herba alba*

1.1. Nomenclature.....2

1.2. Classification.....2

1.3. Description botanique.....3

1.4. Distribution géographique.....3

1.5. Composition phytochimique.....4

1.6. Utilisation traditionnelle de la plante.....4

1.7. Activités biologiques.....5

Chapitre 2. Huiles essentielles

2.1. Définition.....6

2.2. Répartition et localisation.....7

2.3. Caractéristiques physico-chimiques.....7

2.3.1. Propriétés physiques.....7

2.3.2. Propriétés chimiques.....	7
2.4. Activités biologiques.....	8

Partie II : Etude expérimentale

Chapitre 3. Matériel et méthodes

3.1. Matériel biologique.....	10
3.1.1. Matériel végétal.....	10
3.1.1.1. Séchage.....	10
3.1.2. Micro-organismes.....	10
3.2. Méthodes.....	11
3.2.1. Extraction des huiles essentielles.....	11
3.2.2. Analyse par chromatographie en phase gazeuse.....	12
3.2.2.1. Analyse GC-FID.....	12
3.2.2.2. Analyse GC/MS.....	12
3.2.3. Identification des composants des huiles essentielles.....	13
3.2.4. Test antibactérien.....	13
3.2.5. Test antifongique.....	14
3.2.6. Analyses statistiques.....	14

Chapitre 4. Résultats et discussions

4.1. Identification des composants des huiles essentielles.....	15
4.2. Activité antibactérienne.....	16
4.3. Activité antifongique.....	21

Conclusion.....24

Références bibliographiques.....25

Annexe

Résumé

Liste des tableaux

Tableau 1. Classification botanique d' <i>Artemisia herba alba</i>	2
Tableau 2. Les constituants importants des huiles essentielles.....	8
Tableau 3. Source et conditions de croissance optimales des micro-organismes.....	11
Tableau 4. Compositions chimiques des huiles essentielles d' <i>Artemisia herba alba</i>	15
Tableau 5. Activité antibactérienne des huiles essentielles d' <i>Artemisia herba alba</i>	18

Liste des figures

Figure 1. <i>Artemisia herba alba</i>	3
Figure 2. Distribution géographique d' <i>Artemisia herba alba</i>	4
Figure 3. Monoterpènes irréguliers trouvés chez <i>Artemisia herba alba</i>	6
Figure 4. Structures et rôles des terpénoïdes les plus prometteurs.....	9
Figure 5. Activité antibactérienne des HEs d' <i>Artemisia herba alba</i> contre <i>Bacillus clausii</i> 2226 aux concentrations de 20, 15, 10 et 5 µL (de 1 à 4, respectivement)	17
Figure 6. Activité antifongique des huiles essentielles d' <i>Artemisia herba-alba</i> contre <i>Aspergillus niger</i> à la dose de 20 µL.....	22

Liste des abréviations

COVID-19 : Coronavirus diseases 2019.

GC-FID : Chromatographie en phase gazeuse couplée à un détecteur à ionisation de flamme.

GC/MS : Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse.

HEs : Huile essentielles.

IK : Indice de rétention Kovats.

TSA : Tryptone soy agar.

TSB : Tryptone soya broth.

Uma : Unité de masse atomique.

Introduction

Introduction

La résistance des bactéries aux antibiotiques est un problème mondial sérieux, qui a orienté la recherche scientifique pour l'identification de nouvelles molécules naturelles avec une large activité antibactérienne et antifongique (Bouyahya *et al.*, 2017), surtout avec l'augmentation de l'inefficacité des antibiotiques contre les maladies (Billerbeck, 2007).

Les plantes médicinales ont été utilisées pendant des siècles par les populations pour se soigner (Zerbo *et al.*, 2011), cela est dû à la capacité de leurs huiles essentielles à inhiber ou à arrêter la croissance bactérienne et fongique (Bouhdid *et al.*, 2012). Les huiles essentielles sont des substances odorantes, volatiles et de consistance huileuse (Lardry et Haberkorn, 2007).

Au vu de l'importance des huiles essentielles, nous avons mis en lumière l'une des plantes médicinales, qui est *Artemisia herba alba*, à l'objectif de démontrer la richesse de ses huiles essentielles en principes actifs et à évaluer leur activité antimicrobienne et antifongique, sur les bactéries et les champignons en analysant des études antérieures.

C'est dans cette optique que notre étude a été scindée en 2 parties :

- La première partie, partie théorique comporte deux chapitres :
 - Le premier chapitre comporte une description générale de la plante étudiée *Artemisia herba alba*.
 - Le deuxième chapitre comprend des informations sur les huiles essentielles.
- La deuxième partie est expérimentale, elle comporte :
 - Le troisième chapitre décrit la méthodologie adoptée.
 - Le quatrième chapitre consiste à une analyse des résultats obtenus et leur discussion.

Enfin, se termine par une conclusion générale.

Partie I

Synthèse bibliographique

Chapitre 1

Généralités sur

Artemisia herba alba

1. Généralités sur *Artemisia herba alba*

1.1. Nomenclature

- Nom scientifique : *Artemisia herba alba*.

- Nom vernaculaires : Chih (Arabe) (Belhattab *et al.*, 2014) ; White wormwood (Jung *et al.*, 2007 ; Yin *et al.*, 2008) cité par (Asdadi *et al.*, 2020) ou desert wormwood (Segal *et al.*, 1987) cité par (Mohamed *et al.*, 2019) (Anglais) ; Armoise blanche (Français) (Debuigne, 1984) cité par (Houmani *et al.*, 2004).

1.2. Classification

La classification qu'occupe *Artemisia herba alba* est la suivante (Tab. 1) :

Tableau 1. Classification botanique d'*Artemisia herba alba* (Gacem *et al.*, 2020).

Règne	<i>Plantae</i>
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Ordre	<i>Asterales</i>
Famille	<i>Asteraceae</i>
Genre	<i>Artemisia</i>
Espèce	<i>Artemisia herba</i>
Sous espèce	<i>Artemisia herba alba</i>

1.3. Description botanique

Artemisia herba alba (Fig. 1) est une plante herbacée (Ghanmi *et al.*, 2010) et vivace (Albouy *et al.*, 2011). Elle possède des racines ligneuses (San José, 2018), avec des ramifications au niveau des tiges (Zeguerrou *et al.*, 2010). Sa hauteur varie de 20 à 40 cm (Kadri *et al.*, 2011). Ses feuilles sont très petites et nombreuses (Mohamed *et al.*, 2010), la floraison commence en Septembre jusqu'à Décembre (Floc'h, 1983) cité par (Akrouf, 2004). L'armoise blanche a un goût amer (Gacem *et al.*, 2020).



Figure 1. *Artemisia herba alba* (Feinbrun-Dothan, 1978) cité par (Mohamed *et al.*, 2010).

1.4. Distribution géographique

L'armoise blanche est une plante spontanée, elle est répandue dans les régions arides et semi-arides de la Méditerranée (Messaoudene *et al.*, 2011). Elle est beaucoup plus répandue dans le sud-est et le sud de l'Espagne (Salido *et al.*, 2004). La (Fig. 2) présente la distribution géographique d'*Artemisia herba alba*.



Figure 2. Distribution géographique d'*Artemisia herba alba* (Dunn *et al.*, 1996 ; Salido *et al.*, 2004).

1.5. Composition phytochimique

L'armoise blanche est une source importante de divers métabolites secondaires bioactives. Elle est riche en acides chlorogéniques, dont l'acide 4,5-O-dicaféoylquinique, isofraxidine, 7-O- β -D-glucopyranoside, acide 4-O- β -D-glucopyranosylcaféique, rutine, schaftoside, isoschaftoside et vicénine-2 (Kim *et al.*, 2004) cité par (Mohamed *et al.*, 2010).

La partie aérienne d'*Artemisia herba alba* contient plusieurs métabolites de valeur importante parmi lesquelles : les monoterpènes : 1,8-cinéole, β -thuyone, α -thuyone, camphre (Akrouit *et al.*, 2009), les sesquiterpènes lactones (Laid *et al.*, 2008) et les flavonoïdes : O- et C glycosides (Saleh *et al.*, 1985 ; Saleh *et al.*, 1987), 5,4'-dihydroxy-6,7,3'-triméthoxyflavone (Segal *et al.*, 1973) cité par (Mohamed *et al.*, 2010).

1.6. Utilisation traditionnelle de la plante

Artemisia herba-alba est utilisé couramment comme infusion dans le thé, et en médecine traditionnelle pour traiter : les rhumes, la toux, les troubles intestinaux, le diabète, l'hypertension, les infections parasitaires et les morsures de scorpions et serpents (Salido *et al.*, 2004 ; Mohamed *et al.*, 2010 ; Aydin *et al.*, 2019).

➤ **Recette traditionnelle :** Chih est utilisé comme une teinture pour le spasme, convulsion et l'épilepsie : mélanger 30 g de plante entière + 5 g d'acore rhizome + 10 g d'écorce de citron + 3 g de cannelle + 1,5 L d'alcool à 60 °C. Exposer au soleil 3 jours en remuant souvent. Frictionner les parties atteintes, mélangée avec de la teinture d'arnica (Bounneval, 2006).

1.7. Activités biologiques

Plusieurs études scientifiques ont prouvé l'efficacité de l'armoise blanche en tant qu'agent anti-inflammatoires, antibactériens, antifongiques et antivirales (Kim *et al.*, 2002), et ses flavonoïdes ont une action neurologique (Salah et Jäger, 2005).

Chapitre 2

Huiles essentielles

2. Huiles essentielles

2.1. Définition

Les huiles essentielles ou les essences, sont des mélanges de métabolites secondaires volatils (Voir fig. 3) produites par le métabolisme des plantes, isolés par distillation hydro ou vapeur et par expression (Kalemba et Kunicka, 2003).

Les huiles essentielles sont inflammables et très volatiles, sa couleur varie du jaune pâle au vert ou incolores (Toninoli et Meglioli, 2013).

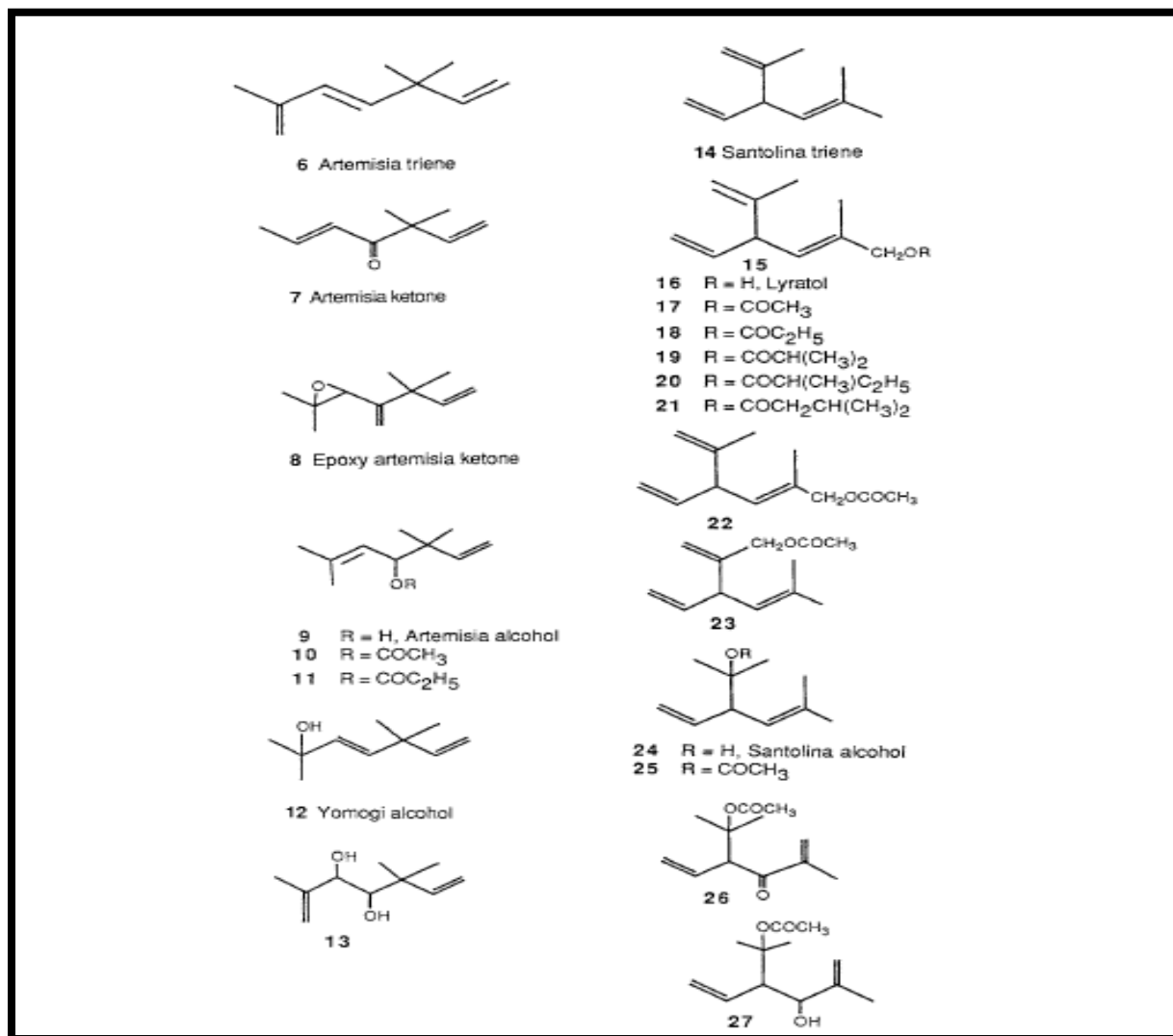


Figure 3. Monoterpènes irréguliers trouvés chez *Artemisia herba alba* (Näf-Müller *et al.*, 1981) cité par (Vernin *et al.*, 1995).

2.2. Répartition et localisation

Les huiles essentielles présentes que chez les végétaux supérieurs, elles sont stockées dans tous les organes végétaux : bois, racines, fruits, fleurs et graines (Bekhechi et Abdelouahid, 2014).

2.3. Caractéristiques physico-chimiques

2.3.1. Propriétés physiques

Selon Couic-Marinier (2018), les huiles essentielles sont :

- Sensibles à l'oxydation.
- Liquides à température ambiante.
- Densité est inférieure à celle de l'eau.
- Solubles dans l'alcool, l'éther et le chloroforme.

2.3.2. Propriétés chimiques

Les principaux constituants des huiles essentielles sont présentés dans le (Tab. 2).

Tableau 2. Les constituants importants des huiles essentielles.

Composant	Terpénoïdes		Composés aromatiques	Référence
	Monoterpènes	Sesquiterpènes		
Définition	Sont issus du couplage de deux unités « isopréniques », soit acycliques, monocycliques ou bicycliques.	Sont des constituants habituels des huiles essentielles.	Sont des dérivés du phénylpropane.	(Bruneton, 1999).
Effets	Antiseptiques, antivirales ...etc	Sédatifs, hypotenseurs ...etc	Calmants, anti-infectieux ...etc	(Toninolli et Meglioli, 2013).
Exemples	Myrcène, thymol ...etc	Carotol, patchoulol ...etc	Vanilline, augénol ...etc	(Bruneton, 1999).

2.4. Activités biologiques

Les activités biologiques des huiles essentielles fait l'objet de très nombreuses revues bibliographiques et plusieurs livres, dont lesquels on distingue :

- Action relaxante (Grosjean, 2013).
- Activités anti-inflammatoires, qui réduisent l'inflammation, tels que les muqueuses de la bouche ou de la gorge (Festy, 2014).
- Effets antiseptiques, qui renforcent le terrain immunitaire et de stimuler les défenses naturelles (Grosjean, 2013).
- Activités antibactériennes, qui neutralisent et inhibent la croissance des bactéries (Festy, 2014).

- o Activités antitoxiques, qui inactivent les produits de dégradation des cellules (Toninoli et Meglioli, 2013).

Les terpénoïdes ont un grand rôle dans l'activité biologique des huiles essentielles chez les plantes médicinales, ce qui est présenté dans la (Fig. 4).

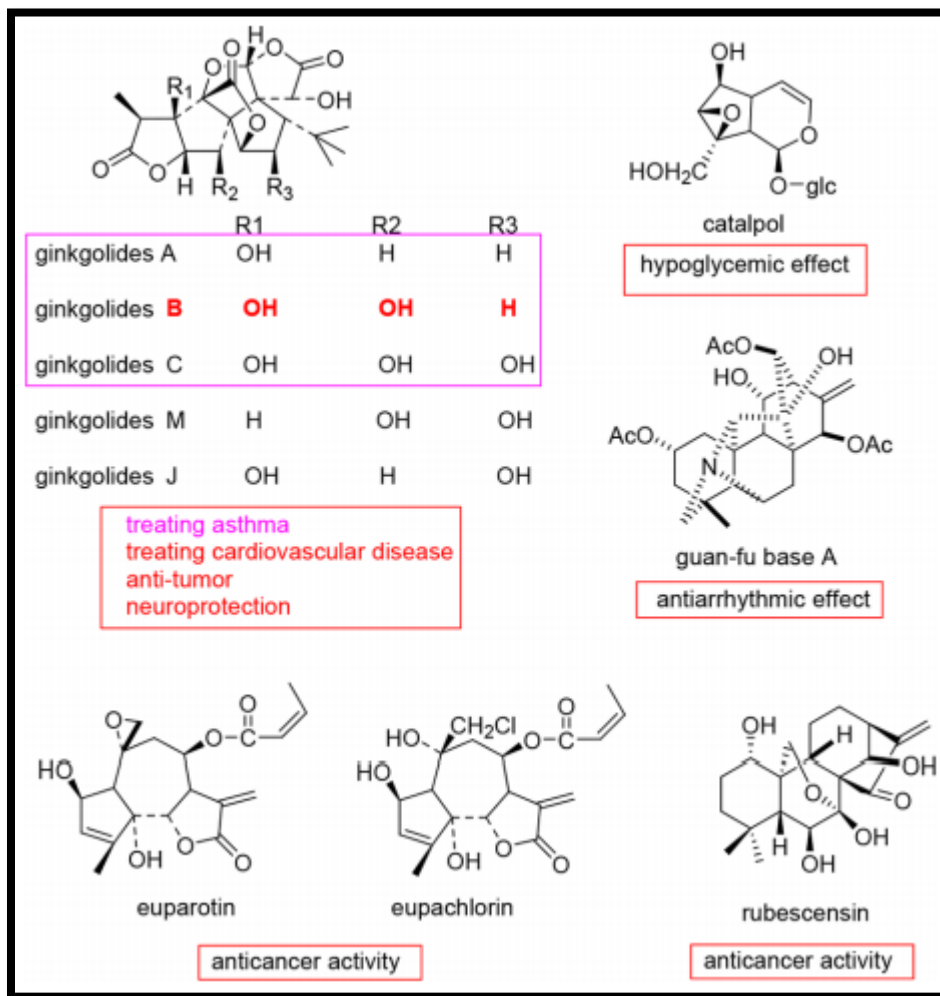


Figure 4. Structures et rôles des terpénoïdes les plus prometteurs (Yang *et al.*, 2020).

Partie II

Etude expérimentale

Chapitre 3

Matériel et méthodes

3. Matériel et méthodes

Au vu de la situation épidémiologique sanitaire cette année (covid 19), nous n'avions pas la capacité de réaliser la pratique et nous nous sommes appuyés sur l'analyse et la discussion (avec d'autres articles) de l'article scientifique intitulé : Chemical composition and antimicrobial activity of *Artemisia herba-alba* and *Origanum majorana* essential oils from Morocco où nous avons considéré cet article comme notre travail afin de discuter ses résultats avec des résultats d'autres articles.

Information sur l'article de référence :

- DOI : 10.3390/molecules24224021
- Les auteurs : Ghita Amor, Lucia Caputo, Antonietta La Stora, Vincenzo De Feo, Gianluigi Mauriello et Taoufiq Fechtali.
- Publier en ligne le 6 November 2019.
- Nombre de page : 12 pages.

3.1. Matériel biologique

3.1.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans le présent travail, comporte les parties aériennes d'*Artemisia herba alba*, collectées dans la région d'Azzemour, sud-ouest du Maroc, en juin 2018, en phase de floraison. La plante a été identifiée par Prof. V. De Feo, Département des sciences agricoles, Université de Naples Federico II.

3.1.1.1. Séchage

Les parties aériennes fraîchement collectées ont été séchées à l'ombre, à l'abri de la lumière et de l'humidité.

3.1.2. Micro-organismes

Les micro-organismes utilisés dans le présent travail, sont de la collection de département des sciences agricoles, université de Naples Federico II, et sont rapportés dans le (Tab. 3).

Tableau 3. Source et conditions de croissance optimales des micro-organismes.

Gram	Micro-organisme	Source	Conditions de croissance
Positive	<i>B. clausii</i> 2226	Supplément	TSB 24h à 30 °C
	<i>Br. thermosphacta</i> 7R1	Viande	TSB 24h à 20 °C
	<i>Br. thermosphacta</i> D274	Viande	TSB 24h à 20 °C
	<i>C. maltaromaticum</i> 9P	Viande	TSB 24h à 20 °C
	<i>C. maltaromaticum</i> D1203	Viande	TSB 24h à 25 °C
	<i>C. maltaromaticum</i> F1201	Viande	TSB 24h à 25 °C
	<i>C. maltaromaticum</i> H1201	Viande	TSB 24h à 25 °C
	<i>Ent. faecalis</i> 226	Lait	TSB 24h à 30 °C
	<i>Ent. faecalis</i> E21	Lait	TSB 24h à 30 °C
	<i>Staph. aureus</i>	Viande	TSB 24h à 37 °C
	<i>Staph. saprophyticus</i> 3S	Viande fermentée	TSB 24h à 37 °C
	<i>Staph. sp.</i> ES1	Viande fermentée	TSB 24h à 37 °C
	<i>Staph. sp.</i> GB1	Viande fermentée	TSB 24h à 37 °C
	<i>L. innocua</i> 1770	Lait	TSB 24h à 30 °C
	<i>E. coli</i> 32	Viande	TSB 24h à 37 °C
	<i>Str. salivarius</i>	Lait	TSB 24h à 30 °C
Négative	<i>H. alvei</i> 53M	Viande	TSB 24h à 30 °C
	<i>Pseud. fragi</i> 6P2	Viande	TSB 24h à 20 °C
	<i>S. typhimurium</i>	Viande de poulet	TSB 24h à 30 °C
	<i>Serr.proteamaculans</i> 20P	Viande	TSB 24h à 25 °C

B.: *Bacillus*; *Br.*: *Brochothrix*; *C.*: *Carnobacterium*; *Ent.*: *Enterococcus*; *Staph.*: *Staphylococcus*; *L.*: *Listeria*; *E.*: *Escherichia*; *H.*: *Hafnia*; *P.*: *Pseudomonas*; *S.*: *Salmonella*; *Serr.*: *Serratia*; *Str.*: *Streptococcus*.

3.2. Méthodes

3.2.1. Extraction des huiles essentielles

L'extraction des huiles essentielles à partir d'un kilogramme de la partie aérienne de l'armoise blanche, se fait selon les étapes suivantes :

1) Hydrodistillation pendant 3 h,

➤ **Principe d'hydrodistillation :** Dans un ballon on a mis le matériel végétal et de l'eau distillée puis on a les chauffées pendant 3 heures. Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide, et les huiles essentielles se séparent par simple décantation (Ferhat *et al.*, 2016).

2) Solubilisation des huiles séparées et décantées dans du n-hexane,

3) Filtration sur du sulfate de sodium anhydre,

4) Stockage sous N₂ à +4 ° C dans l'obscurité.

3.2.2. Analyse par chromatographie en phase gazeuse

➤ **Principe des techniques chromatographiques :** La chromatographie se base sur la séparation des constituants d'un mélange qui est vaporisé et transporté à travers la phase stationnaire, à l'aide d'un gaz vecteur qui constitue la phase mobile (Jacques et Francis, 2012).

3.2.2.1. Analyse GC-FID

Cette analyse se fait par la réalisation d'une chromatographie en phase gazeuse analytique en utilisant l'appareil de chromatographe en phase gazeuse Perkin-Elmer Sigma-115 (Perkin Elmer, Waltham, MA, USA) équipé d'un FID et d'un processeur de traitement de données. La séparation se fait par l'utilisation de deux types de colonne : une colonne capillaire en silice fondue HP-5 MS à température 40°C, avec 5 min de maintien initial, puis à 250 pendant 2 min et enfin 290°C pendant 20 min, et une autre colonne capillaire en silice fondue HP Innowax polyéthylène glycol.

Dans les deux cas, le mode d'injection est continu (1 µL de la dilution 1 :1000 de solution de n-hexane obtenue) et :

- La température de l'injection est 250 °C.
- La température de la détection est 290 °C.
- Le gaz vecteur est l'hélium (1,0 ml / min).

3.2.2.2. Analyse GC/MS

L'analyse se fait en utilisant l'appareil Agilent 6850 Ser (Agilent, Roma, Italy). Équipé d'une colonne capillaire en silice fondue DB-5, couplée d'un détecteur sélectif de masse Agilent MSD 5973, où :

- Le voltage d'énergie d'ionisation 70 eV.
- Le voltage d'énergie du multiplicateur d'électrons 2000 V.
- Plage de balayage des spectres de masse, de 40 à 500 uma (5 balayages/s).
- Les conditions de détection sont les mêmes que la technique précédente.

3.2.3. Identification des composants des huiles essentielles

La comparaison des indices de rétention permet l'identification des constituants des huiles essentielles, soit :

- Avec ceux de la littérature (Adams, 2007 ; Jennings, 2012) et les spectres de masse sur les deux colonnes (Johnston, 1989).
- Avec ceux de composés authentiques au moyen des bibliothèques NIST 02 et Wiley 275 (Johnston, 1989).

3.2.4. Test antibactérien

L'activité antibactérienne des huiles essentielles est évaluée *in vitro*, par la technique de diffusion sur gélose, en utilisant 20 micro-organismes rapportés déjà dans le tableau 3. L'expérience est répétée trois fois et les étapes impliquées sont :

- 1) Cultivation des souches bactériennes dans un bouillon de soja tryptone TSB pendant 24 h.
- 2) Distribuer de 0,1 ml des suspensions microbiennes sur des boites d'agar nutritif.
- 3) Mettre des divers volumes des huiles essentielles d'*Artemisia herba alba* sur les boites inoculées : 20, 15, 10 et 5 μ L.
- 4) Après 10 min, l'incubation des boites à des conditions de croissance optimales de culture de chaque souche.
- 5) Pour les résultats d'activité antimicrobienne, on a mesuré le diamètre de la zone d'inhibition.
 - Témoin négatif : l'éthanol.
 - Témoins positifs : la tétracycline et la gentamycine.

3.2.5. Test antifongique

L'activité antifongique des huiles essentielles évalue *in vitro*, par la méthode de diffusion des puits d'agar sur les plaques. Dans le présent travail, l'espèce à tester est *Aspergillus niger* qu'était isolé à partir d'un échantillon de beurre avarié. L'expérience est répétée trois fois, et les étapes impliquées sont :

- 1) Former des spores, par la cultivation de champignon dans des boites de gélose TSA à 28 °C.
- 2) Distribuer de 1 ml d'une suspension de spores dans une solution de Ringer au 1/4 sur des boites d'agar nutritif.
- 3) Faire un trou à l'aide du liège stérile et introduire 20 µL de chaque huile essentielle dans le puit.
- 4) Incubation à 28 °C pendant 4 à 5 jours.
- 5) Pour les résultats d'activité antifongique, on mesure le diamètre de la zone d'inhibition.
 - Témoin négatif : l'éthanol.

3.2.6. Analyses statistiques

Les analyses des données se fait avec logiciel GraphPad Prism 6.0, suivies d'une comparaison des moyennes à l'aide de test de comparaisons multiples de Dunnett, au niveau de signification de $p < 0,05$.

Chapitre 4

Résultats et discussions

4. Résultats et discussions

Dans ce qui suit, nous avons discuté les résultats obtenus par : Ghita Amor, Lucia Caputo, Antonietta La Stora, Vincenzo De Feo, Gianluigi Mauriello et Taoufiq Fechtali, publiés sous-titre : Chemical composition and antimicrobial activity of *Artemisia herba-alba* and *Origanum majorana* essential oils from Morocco.

4.1. Identification des composants des huiles essentielles

Les huiles essentielles extrait de la partie aérienne de la plante médicinale *Artemisia herba alba* par l'hydrodistillation donnent une couleur jaune pâle. Le (Tab. 4) présent les compositions chimiques des huiles essentielles d'*Artemisia herba alba*.

Tableau 4. Compositions chimiques des huiles essentielles d'*Artemisia herba alba*.

Composé	%	IK ^a	IK ^b	Identification ^c
trans-Arbusculone	4.5	1048		1, 2
cis-Thujone	25.5	1079	1102	1, 2, 3
trans-Thujone	17.7	1111	1114	1, 2, 3
Camphre	4.9	1150	1146	1, 2, 3
nor-Davanone	7.8	1200	1231	1, 2
cis-Chrysanthenylacetate	4.7	1231	1265	1, 2
Undec-10-en-1-al	1.3	1261	1296	1, 2
Cyclosativene	T	1342	1368	1, 2
cis, threo-Davanafuran	5.8	1386	1415	1, 2
Vanillyl Alcohol	11.5	1424	1447	1, 2
n-Dodecanol	3.1	1445	1470	1, 2
Isobornyl n-butyrate	4.9	1466	1491	1, 2
<E>-Jasmolactone	3.4	1483	1491	1, 2
Artedouglasia Oxide C	2.5	1496	1523	1, 2

Suite de tableau 4. Compositions chimiques des huiles essentielles d'*Artemisia herba alba*.

Composé	%	IK ^a	IK ^b	Identification ^c
Totale	97.6			
Monoterpène oxygéné	56.4			
Sesquiterpènes oxygénés	2.5			
Autres composés	38.7			

^a Indice de rétention Kovats sur colonne HP-5 MS ; ^b Indice de rétention Kovats sur colonne HP Innovax ; ^c Identification : 1= Indice de rétention Kovats, 2= spectre de masse, 3= co-injection avec composé pur ; T= traces, moins de 0,05 %.

Dans ce (Tab. 4), 14 composants chimiques ont été identifiés des huiles essentielles (HEs) de l'armoise blanche, à un total de 97.6%. Les monoterpènes oxygénés sont les plus présents dans l'HE d'*Artemisia herba alba* (57.9%), par contre les sesquiterpènes oxygénés sont les moins présents (2.5%).

Les composants chimiques principales des HEs de cette plante médicinale trouvés dans le présent travail sont les suivants : cis-thujone (25.5%), trans-thujone (17.7%), vanillyl alcohol (11.5%), et nor-davanone (7.8%). Tandis qu'une étude en 2018 indique que les composants de base de l'HE de Chih sont le camphre (32.3%) et chrysanthénon (25.6%) (Benyoucef *et al.*, 2018), par contre le camphre dans le présent travail a un faible pourcentage (4.9%), aussi une autre étude en 2018 montre que le premier et le principal composant chimique est α -thujone (29.3 %) (Mathlouthi *et al.*, 2018). Une nouvelle étude en 2021 qui concorde avec les résultats des deux étude en 2018, a montré que le camphre et α -thujone sont parmi les composants chimiques majeurs en plus de β -thujone (Amkiss *et al.*, 2021).

4.2. Activité antibactérienne

L'*Artemisia herba alba* a un effet d'inhibition efficace sur la croissance des souches bactériennes testés, surtout à la dose de 20 μ L qui a inhibé 15 souches. L'HE de l'armoise blanche a une activité antibactérienne très forte sur *Bacillus clausii* 2226 (24.0 ± 1.0 mm) que les antibiotiques : gentamicine et tétracycline qui ont une activité faible. La (Fig. 5) présente l'activité antibactérienne des HEs d'*Artemisia herba alba* contre *Bacillus clausii* 2226.

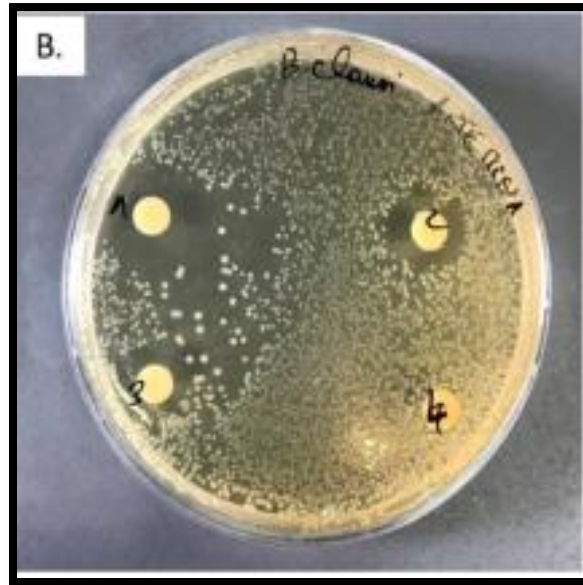


Figure 5. Activité antibactérienne des HEs d'*Artemisia herba alba* contre *Bacillus clausii* 2226 aux concentrations de 20, 15, 10 et 5 μL (de 1 à 4, respectivement).

Tableau 5. Activité antibactérienne des huiles essentielles d'*Artemisia herba alba*.

Souche	Contrôle		Huile essentielle			
	Gentamicine	Tétracycline	5 μ L	10 μ L	15 μ L	20 μ L
<i>B. clausii</i> 2226	11.0 \pm 1.0	16.3 \pm 1.5	10.3 \pm 0.6	14.7 \pm 0.6	19.7 \pm 1.5 ^{a,D}	24.0 \pm 1.0 ^{a,A}
<i>Br. thermosphacta</i> 7R1	18.3 \pm 1.5	19.3 \pm 1.2	na	6.0 \pm 0.0	6.0 \pm 0.1	12.3 \pm 0.6
<i>Br. thermosphacta</i> D274	6.0 \pm 0.0	8.7 \pm 1.2	6.0 \pm 0.0	11.7 \pm 0.6 ^{a,C}	14.7 \pm 0.6 ^{a,A}	17.7 \pm 0.6 ^{a,A}
<i>C. maltaromaticum</i> 9P	6.0 \pm 0.0	24.3 \pm 1.2	6.0 \pm 0.0	9.0 \pm 1.0 ^b	11.7 \pm 0.6 ^a	12.3 \pm 0.6 ^a
<i>C. maltaromaticum</i> D1203	6.0 \pm 0.0	22.3 \pm 0.6	na	na	na	na
<i>C. maltaromaticum</i> F1201	6.0 \pm 0.0	23.3 \pm 1.5	na	na	na	na
<i>C. maltaromaticum</i> H1201	10.0 \pm 0.0	na	na	na	na	6.0 \pm 0.0 ^A
<i>E. coli</i> 32	14.7 \pm 0.6	18.7 \pm 1.2	na	na	6.0 \pm 0.0	6.0 \pm 0.0
<i>Ent. faecalis</i> 226	6.0 \pm 0.0	9.0 \pm 1.0	na	na	na	na
<i>Ent. faecalis</i> E21	6.0 \pm 0.0	14.7 \pm 0.6	na	na	na	na

Suite de tableau 5. Activité antibactérienne des huiles essentielles d'*Artemisia herba alba*.

Souche	Contrôle		Huile essentielle			
	Gentamicine	Tétracycline	5 µL	10 µL	15 µL	20 µL
<i>H. alvei</i> 53M	11.7 ± 1.5	9.7 ± 0.6	Na	na	na	na
<i>L. innocua</i> 1770	25.3 ± 0.6	20.3 ± 1.5	Na	na	na	6.0 ± 0.0
<i>P. fragi</i> 6P2	14.7 ± 0.6	17.0 ± 1.0	Na	6.0 ± 0.0	9.3 ± 0.6	13.3 ± 2.1
<i>Staph. Aureus</i>	6.0 ± 0.0	15.3 ± 0.6	Na	na	na	6.0 ± 0.0
<i>S. typhimurium</i>	9.7 ± 0.6	12.7 ± 1.2	Na	6.0 ± 0.0	14.0 ± 1.7 ^b	17.7 ± 0.6 ^{a,B}
<i>Serr. proteamaculans</i> 20P	12.3 ± 0.6	24.3 ± 1.2	na	6.0 ± 0.0	7.7 ± 0.6	10.3 ± 0.6
<i>Str. Salivarius</i>	6.0 ± 0.0	18.7 ± 1.2	Na	6.0 ± 0.0	14.0 ± 1.0 ^a	18.3 ± 1.5 ^a
<i>Staph. saprophyticus</i> 3S	24.0 ± 1.0	29.0 ± 3.6	Na	na	6.0 ± 0.0	6.0 ± 0.0
<i>Staph. sp.</i> ES1	19.3 ± 1.2	29.3 ± 1.2	Na	6.0 ± 0.0	8.3 ± 0.6	10.3 ± 0.6
<i>Staph.sp.</i> GB1	21.3 ± 1.2	27.7 ± 2.5	6 ± 0.0	11.3 ± 1.2	14.7 ± 0.6	17 ± 1.0

Les données représentent le diamètre d'inhibition (en mm). Les résultats sont la moyenne de trois répétitions ± standard de déviation (SD) de la zone d'inhibition. na = non active. Test de Dunnett vs. Gentamicine (^{a,b,c,d}) ou Tétracycline (^{A,B,C,D}): ^{a,A} p < 0.0001; ^{b,B} p < 0.001; ^{c,C} p < 0.01; ^{d,D} p < 0.05. B.: *Bacillus*; Br.: *Brochothrix*; C.: *Carnobacterium*; Ent.: *Enterococcus*; Staph.: *Staphylococcus*; L.: *Listeria*; E.: *Escherichia*; H.: *Hafnia*; P.: *Pseudomonas*; S.: *Salmonella*; Serr.: *Serratia*; Str.: *Streptococcus*.

Dans cette étude deux antibiotiques ont été utilisés comme des contrôles positifs : la gentamicine qui est un antibiotique de la famille des aminosides, il est utilisé pour le traitement des infections à bacilles Gram négatifs, Gram positifs et à *Staphylococcus* (Kubab *et al.*, 2014), et les tétracyclines qui sont des antibiotiques isolés pour la plupart de souches de *Streptomyces* (Van Bambeke et Pharm, 2007), pour la comparaison des résultats de l'activité antimicrobienne des HEs d'*Artemisia herba alba* à différentes concentrations sur les 20 souches présenté dans le tableau 5.

Dans ce (Tab. 5), il existe 15 souches bactériennes sensibles aux HEs d'*Artemisia herba alba*. L'HE testée a démontré une bonne activité antibactérienne et était plus efficace que les deux antibiotiques : gentamicine et tétracycline exactement à la dose de 20 μ L.

Cette HE a une activité très puissante sur la souche microbienne *Bacillus clausii* 2226 (24.0 ± 1.0 mm) à la dose de 20 μ L plus que celles de la gentamicine (11.0 ± 1.0 mm) et de la tétracycline (16.3 ± 1.5 mm) qui ont de très faibles effets. Ces HEs ont aussi une forte activité contre *Brochothrix thermosphacta* D274 (11.7 ± 0.6 mm) ; (14.7 ± 0.6 mm) ; (17.7 ± 0.6 mm) aux doses (10 μ L ; 15 μ L ; 20 μ L) respectivement.

Salmonella typhimurium a été aussi sensible à ces HEs (17.7 ± 0.6 mm) à la dose de 20 μ L et ce n'est pas seulement l'armoise blanche qu'a un effet d'inhibition contre *Salmonella typhimurium* aussi la plante *Artemisia argyi* selon Li *et al.* (2021).

Artemisia herba alba possède une bonne activité à la dose de 20 μ L contre *Streptococcus salivarius* (18.3 ± 1.5 mm) très proche à l'effet de l'antibiotique tétracycline (18.7 ± 1.2 mm).

De nombreuses études ont été menées sur l'efficacité antibactérienne de ces HEs, dans une étude en 2015, les HEs de Chih a montré une bonne activité contre *Escherichia coli* (Al-Shuneigat *et al.*, 2015), ceci est confirmé par l'étude menée en 2016 qui indique que l'inhibition de la croissance de *Escherichia coli* se fait à une concentration légèrement inférieure de ces HEs (Rafiq *et al.*, 2016), par contre dans le présent travail *A. herba alba* a une activité non puissante contre *Escherichia coli* 32, par rapport à la gentamicine (14.7 ± 0.6 mm) et la tétracycline (18.7 ± 1.2 mm) qui ont une puissante activité.

Dans le présent travail, Chih a présenté une activité modérée sur quelques souches bactériennes testées, parmi lesquels : *Pseudomonas fragi* 6P2 (13.3 ± 2.1 mm), *Carnobacterium maltaromaticum* 9P (12.3 ± 0.6 mm), *Serratia proteamaculans* 20P (10.3 ± 0.6 mm) à la dose de 20 μ L, et malgré l'efficacité de cette HE, elle n'a montré aucun effet sur 5 souches bactériennes qui sont les souches les plus résistantes : *Hafnia alvei* 53M, *Carnobacterium maltaromaticum* F1201, *Carnobacterium maltaromaticum* D1203, *Enterococcus faecalis* 226 et *Enterococcus faecalis* ES1, par rapport à la tétracycline qui a présenté un effet acceptable sur ces 3 souches résistantes : *Carnobacterium maltaromaticum* F1201 (23.3 ± 1.5 mm), *Carnobacterium maltaromaticum* D1203 (22.3 ± 0.6 mm), et *Enterococcus faecalis* ES1 (14.7 ± 0.6 mm). Tandis qu'une étude qui a été menée en 2020 a montré que *Pseudomonas aeruginosa* était la seule souche la plus résistante à l'armoise blanche (Moussii *et al.*, 2020), bien que cette bactérie n'a pas été étudiées dans le présent travail.

La présence d'une teneur importante de monoterpènes oxygénés (thujones et camphre) dans l'HE peut être responsable de sa haute activité contre les bactéries (Dorman et Deans, 2000 ; Oussalah *et al.*, 2007). Cette activité antibactérienne des HEs pourrait être expliquée par l'interaction moléculaire de ces composants avec la paroi des bactéries ce qui provoque de profondes lésions (Senatore *et al.*, 2004).

4.3. Activité antifongique

L'*Artemisia herba alba* possède une puissante activité contre la souche fongique *Aspergillus niger* isolé du beurre gâté. La présence d'un halo entoure la souche d'*Aspergillus niger*, indique qu'il y a une activité antifongique par l'HE qui s'appelle la zone d'inhibition (23.6 ± 1.5 mm) à la dose de 20 μ L. La (Fig. 6) présente la sensibilité d'*Aspergillus niger* à cette HE.

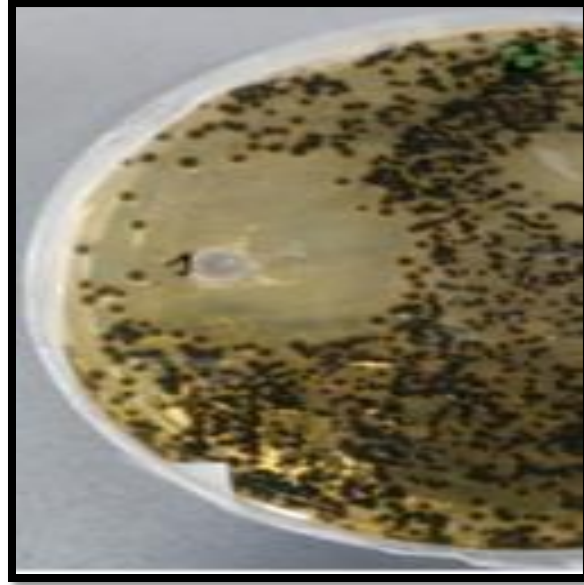


Figure 6. Activité antifongique des huiles essentielles d'*Artemisia herba-alba* contre *Aspergillus niger* à la dose de 20 μ L.

Une étude en 2015, a indiqué que la majorité des souches de dermatophytes ont été plus sensible à cette HE, par rapport aux souches d'*Aspergillus* (Abu-Darwish *et al.*, 2015), tandis que des études menées en 2019 ont montré que l'application de poudres extraites d'armoise blanche ont été efficace pour inhiber la croissance d'autre espèce du genre *Aspergillus* : *Aspergillus ochraceus* (Al-Baldawy *et al.*, 2019).

Cette HE peut inhiber la croissance d'autres champignons, ceci a été confirmé par une étude qui a montré qu'une concentration de 0,025% d'HE extraite d'*Artemisia herba alba*, a un effet inhibiteur significatif sur la croissance mycélienne de *Fusarium langsethiae* (Mehani *et al.*, 2018).

Des études faites sur quelques espèces du genre *Artemisia* ont indiqué que toute les plantes : *Artemisia judaica*, *Artemisia monosperma*, et *Artemisia herba albaa* ont eu une puissante activité antifongique contre la levure *Candida albicans* (Amin *et al.*, 2019), et une nouvelle étude en 2021 qui concorde avec ces derniers résultats, qui montrait que les extraits d'*Artemisia annua* ont produit une puissante activité inhibitrice contre les souches de *Candida* (Rolta *et al.*, 2021).

L'HE d'*Artemisia herba alba* est une source d'agents antibactériens naturels (Bertella *et al.*, 2018) avec une application potentielle dans les domaines de l'industrie cosmétique, de la

fabrication d'aliments et de la médecine (Aati *et al.*, 2020), d'autre coté les extraits d'herbes *Artemisia L.* peuvent être utilisés pour créer des médicaments antifongiques (Hrytsyk *et al.*, 2021).

Conclusion

Conclusion

Plusieurs études et recherches ont été concentrées sur les HEs extraites des plantes médicinales. Aussi, les résultats obtenus par ces études publiés confirment qu'elles sont douées de plusieurs propriétés biologiques.

Le présent travail a été mené dans le cadre de la valorisation des substances naturelles extraits par la plante médicinale *Artemisia herba alba*, à l'objectif d'étudier ses compositions chimiques ainsi que l'évaluation de son activité antibactérienne et antifongique.

Les résultats d'étude sur l'identification des composés chimiques de ces huiles par les techniques chromatographiques : analyse GC/FID et analyse GC/MS, ont montré que les principaux composants sont les suivants : cis-thujone (25.5%), trans-thujone (17.7%), vanillyl alcohol (11.5%), et nor-davanone (7.8%).

L'activité antibactérienne des HEs de l'armoise blanche a été évaluée vis-à-vis de 20 souches bactériennes, avec différentes concentrations de l'HE. Les résultats de ces études ont montré clairement que les HEs de la plante sont capables d'inhiber la croissance bactérienne efficacement à la dose de 20 µL ; où Chih s'est révélé très efficace vis-à-vis les souches bactériennes suivantes : *Bacillus clausii* 2226, *Salmonella typhimurium*. Malgré l'efficacité de ces HEs, elle n'a montré aucun effet sur 5 souches bactériennes qui sont les souches les plus résistantes : *Hafnia alvei* 53M, *Carnobacterium maltaromaticum* F1201, *Carnobacterium maltaromaticum* D1203, *Enterococcus faecalis* 226 et *Enterococcus faecalis* ES1.

Concernant l'activité antifongique, les HEs d'*Artemisia herba alba* possèdent une puissante activité contre la souche fongique *Aspergillus niger* isolé du beurre gâté, avec une zone d'inhibition (23.6 ± 1.5 mm) à la dose de 20 µL.

Enfin, nous espérons de faire de plus d'analyses et de tests pratiques pour contribuer à l'étude des plantes médicinales. En effet, il est souhaitable noter leur importance dans les industries pharmaceutique et alimentaire.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

Amor G., Caputo L., La Storia A., De Feo V., Mauriello G., Fechtali, T. 2019. Chemical composition and antimicrobial activity of *Artemisia herba-alba* and *Origanum majorana* essential oils from Morocco. *Molecules*, 24(22), 4021.

Asdadi A., Hamdouch A., Gharby S., Hassani L. M. I. 2020. Chemical characterization of essential oil of *Artemisia herba-alba* asso and his possible potential against covid-19. *Journal of Analytical Sciences and Applied Biotechnology*, 2(2), 2-2.

Albouy V., Bock C., Bournérias M., Cadron D., Dominik M., Rivoler C. 2011. *Plantes sauvages : guide tout reconnaître dans la nature. Reader's Digest*, France, 415 p.

Akrouit A. 2004. Étude des huiles essentielles de quelques plantes pastorales de la région de Matmata (Tunisie). *Cahiers Options Méditerranéennes*, 62, 289-292.

Akrouit A., El Jani H., Amouri S., Neffati M. 2009. Screening of antiradical and antibacterial activities of essential oils of *Artemisia campestris* L., *Artemisia herba alba* Asso, and *Thymus capitatus* Hoff. et Link. growing wild in the Southern of Tunisia. *Recent Research in Science and Technology*, 2(1).

Aydın T., Yurtvermez B., Şentürk M., Kazaz C., Çakır A. 2019. Inhibitory effects of metabolites isolated from *Artemisia dracuncululus* L. against the human carbonic anhydrase I (hCA I) and II (hCA II). *Records of Natural Products*, 13(3), 225.

Adams R. P. 2007. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry. (Vol. 456), Carol Stream, IL: Allured publishing corporation, USA, 804 p.

Amkiss S., Dalouh A., Idaomar M. 2021. Chemical composition, genotoxicity and antigenotoxicity study of *Artemisia herba-alba* using the eye and wing SMART assay of *Drosophila melanogaster*. *Arabian Journal of Chemistry*, 14(3), 102976.

Al-Shuneigat J., Al-Sarayreh S., Al-Qudah M., Al-Tarawneh I., Al-Sarairah Y., Al-Qtaitat A. 2015. GC-MS analysis and antibacterial activity of the essential oil isolated from wild

Artemisia herba-alba grown in South Jordan. Journal of Advances in Medicine and Medical Research, 297-302.

Abu-Darwish MS., Cabral C., Gonçalves M. J., Cavaleiro C., Cruz M. T., Efferth T., Salgueiro L. 2015. *Artemisia herba-alba* essential oil from Buseirah (South Jordan): chemical characterization and assessment of safe antifungal and anti-inflammatory doses. J Ethnopharmacol 174:153–160.

Al-Baldawy M. S. M., Abd Ali H. A., Khaeim H. M. 2019. Antifungal inhibitory activity of *Thymus vulgaris L.* and *Artemisia herba-alba* powder and its constituent phytochemicals against *Aspergillus ochraceus* and *Fusarium graminearum* growth. Plant Archives, 19(1), 801-804.

Amin S. M., Hassan H. M., El Gendy A. E. N. G., El-Beih A. A., Mohamed T. A., Elshamy A. I., Bader A., Shams A. K., Mohammed R., Hegazy, M. E. F. 2019. Comparative chemical study and antimicrobial activity of essential oils of three *Artemisia* species from Egypt and Saudi Arabia. Flavour and Fragrance Journal, 34(6), 450-459.

Aati H. Y., Perveen S., Orfali R., Al-Taweel A. M., Aati S., Wanner J., Wanner J., Khan A., Mehmood, R. 2020. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils of *Artemisia absinthium*, *Artemisia scoparia*, and *Artemisia sieberi* grown in Saudi Arabia. Arabian Journal of Chemistry, 13(11), 8209-8217.

B

Bouyahya A., Bakri Y., Et-Touys A., Talbaoui A., Khouchlaa A., Charfi S., Abrini J., Dakka N. 2017. Résistance aux antibiotiques et mécanismes d'action des huiles essentielles contre les bactéries. Phytothérapie, 1-11.

Bouhdid S., Abrini J., Baudoux D., Manresa A., Zhiri A. 2012. Les huiles essentielles de l'origan compact et de la cannelle de Ceylan: pouvoir antibactérien et mécanisme d'action. Journal de Pharmacie Clinique, 31(3), 141-148.

Belhattab R., Amor L., Barroso J. G., Pedro L. G., et Figueiredo A. C. 2014. Essential oil from *Artemisia herba-alba* Asso grown wild in Algeria: Variability assessment and comparison with an updated literature survey. Arabian Journal of Chemistry, 7(2), 243-251.

Bouneval P. 2006. L'herboristerie : manuel pratique de la santé par les plantes pour l'homme et l'animal. Déslris, Paris, 445 p.

Bekhechi C., et Abdelouahid D. 2014. Les huiles essentielles. Office des publications universitaires, Alger, 55 p.

Bruneton J. 1999. Huiles essentielles, In Pharmacognosie – Phytochimie plantes médicinales. 3^{ème} éd. Doc. et Tec. Lavoisier.

Benyoucef F., Dib M. E. A., Arrar Z., Costa J., Muselli A. 2018. Synergistic antioxidant activity and chemical composition of essential oils from *Thymus fontanesii*, *Artemisia herba-alba* and *Rosmarinus officinalis*. Journal of Applied Biotechnology Reports, 5(4), 151-156.

Bertella A., Benlahcen K., Abouamama S., Pinto D. C., Maamar K., Kihal M., Silva A. M. 2018. *Artemisia herba-alba* Asso. essential oil antibacterial activity and acute toxicity. Industrial Crops and Products, 116, 137-143.

Billerbeck V. G. 2007. Huiles essentielles et bactéries résistantes aux antibiotiques. Phytothérapie, 5(5), 249-253.

C

Couic-Marinier F. 2018. Les huiles essentielles en pratique, administration et précautions d'emploi. Actualités Pharmaceutiques, 57(580), 26-29.

D

Debuigne G., 1984. Larousse des plantes qui guérissent. Ed. Larousse, Paris, 254 p.

Dunn C. E., Brooks R. R., Edmondson J., Leblanc M., Reeves R. D. 1996. Biogeochemical studies of metal-tolerant plants from southern Morocco. Journal of Geochemical Exploration, 56 (1), 13-22.

Dorman H. D., et Deans S. G. (2000). Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. Journal of applied microbiology, 88(2), 308-316.

F

Floc'h E. 1983. Contribution à une étude ethnobotanique de la flore tunisienne. Editions Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique.

Feinbrun-Dothan N. 1978. Flora Palaestina. The Israel Academy of sciences and humanities, Jerusalem, part 3, 351-353.

Festy D. 2014. Huiles essentielles le guide visuel. Quotidien Malin, France, 21 p.

Ferhat M. A., Boukhatem M. N., Hazzit M., Chemat, F. 2016. Rapid extraction of volatile compounds from *Citrus* fruits using a microwave dry distillation. Journal of Fundamental and Applied Sciences, 8(3), 753-781.

G

Gacem M. A., El Hadj-Khelil A. O., Boudjemaa B., Gacem H. 2020. Phytochemistry, Toxicity and Pharmacology of *Pistacia lentiscus*, *Artemisia herba-alba* and *Citrullus colocynthis*. In Sustainable Agriculture Reviews 39 (pp. 57-93). Springer, Cham.

Ghanmi M., Satrani B., Aafi A., Isamili M. R., Houti H., El Monfalouti H., Charrouf, Z. 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. 2013. Le grand livre de l'aromathérapie. Eyrolles, France, 129 p.

H

Houmani M., Houmani Z., Skoula M. 2004. Intérêt de *Artemisia herba alba* Asso dans l'alimentation du bétail des steppes algériennes. Acta Botanica Gallica, 151(2), 165-172.

Hrytsyk R. A., Kutsyk R. V., Yurchyshyn O. I., Struk O. A., Kireev I. V., Grytsyk A. R. 2021. The investigation of antimicrobial and antifungal activity of some *Artemisia L.* species. Pharmacia, 68, 93.

J

Jung U. J., Baek N. I., Chung H. G., Bang M. H., Yoo J. S., Jeong T. S., Choi M. S. 2007. The anti-diabetic effects of ethanol extract from two variants of *Artemisia princeps* Pampanini in C57BL/KsJ-db/db mice. Food and Chemical Toxicology, 45(10), 2022-2029.

Jacques K., Francis H-M. 2012. La connaissance des huiles essentielles : qualitologie et aromathérapie. Ed, Springer-Verlag France, Paris. 210p.

Jennings W. 2012. Qualitative analysis of flavor and fragrance volatiles by glass capillary gas chromatography. Elsevier.

Johnston, C. 1989. The Wiley/NBS Registry of Mass Spectral Data, Volumes 1-7 (McLafferty, Fred W.; Stauffer, Douglas B.).

K

Kadri A., Chobba I. B., Zarai Z., Békir A., Gharsallah N., Damak M., Gdoura R. 2011. Chemical constituents and antioxidant activity of the essential oil from aerial parts of *Artemisia herba-alba* grown in Tunisian semi-arid region. African Journal of Biotechnology, 10(15), 2923-2929.

Kim T-H., Ito H., Hatano T., Taniguchi S., Khennouf S., Yoshida T. 2004. Chemical constituents of *Artemisia herba-alba* Asso. Nat. Med. 58(4), 165.

Kim J. H., Kim H-K., Jeon S. B., Son K-H., Kim E. H., Kang S. K., Sung N-D., Kwon B-M. 2002. New sesquiterpene–monoterpene lactone, artemisolide, isolated from *Artemisia argyi*. Tetrahedron Lett. 43(35):6205–6208.

Kalembe D., et Kunicka A. 2003. Antibacterial and antifungal properties of essential oils. Current Medicinal Chemistry 10: 813-829.

Kubab N., Hakawati I., Alajati-Kubab S. 2014. Guide des examens biologiques. Lamarre, France, 372 p.

L

Lardry J. M., et Haberkorn V. 2007. L'aromathérapie et les huiles essentielles. Kinésithérapie, la revue, 7(61), 14-17.

Laid M., Hegazy M-E. F., Ahmed A. A. 2008. Sesquiterpene lactones from Algerian *Artemisia herba alba*. Phytochemistry lett., 1, 85-88.

Li H. Y., Yan W. S., Xu J. G. 2021. Antioxidant and Antibacterial Activity of Essential Oil from *Artemisia argyi* Leaf during Different Collecting Stages. South Asian Research Journal of Natural Products, 1-8.

M

Mohamed T. A., Abd El Aty A. A., Shahat A. A., Abdel-Azim N. S., Shams K. A., Elshamy A. A., Hegazy M. E. F. 2019. New antimicrobial metabolites from the medicinal herb *Artemisia herba-Alba*. Natural product research, 1-9.

Mohamed A. E. H. H., El-Sayed M., Hegazy M. E., Helaly S. E., Esmail A. M., Mohamed, N. S. 2010. Chemical constituents and biological activities of *Artemisia herba-alba*. Records of Natural Products, 4(1).

Messaoudene D., Belguendouz H., Ahmedi M. L., Benabdekader T., Otmani F., Terahi M., Youinou Y., Touil-boukoffa C. 2011. *Ex vivo* effects of flavonoïds extracted from *Artemisia herba alba* on cytokines and nitric oxide production in Algerian patients with Adamantiades- Behçet's disease. J Inflamm (Lond) 8(35).

Mathlouthi A., Belkessam M., Sdiri M., Diouani M. F., Souli A., El-Bok S., Ben-Attia M. 2018. Chemical Composition and Anti-Leishmania Major Activity of Essential Oils from *Artemesia spp.* Grown in Central Tunisia. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 21(5), 1186-1198.

Moussii I. M., Nayme K., Timinouni M., Jamaledine J., Filali H., Hakkou F. 2020. Synergistic antibacterial effects of Moroccan *Artemisia herba alba*, *Lavandula angustifolia* and *Rosmarinus officinalis* essential oils. Synergy, 10, 100057.

Mehani M., Segni L., Terzi V., Morcia C., Ghizzoni R., Goudgil B., Benchikh S. 2018. Antifungal activity of *Artemisia herba-alba* on various *Fusarium*. *Phytothérapie*, 16(2), 87-90.

N

Näf-Müller, R., Pickenhagen, W., Willhalm, B. 1981. New irregular monoterpenes in *Artemisia vulgaris*. *Helvetica Chimica Acta*, 64(5), 1424-1430.

O

Oussalah M., Caillet S., Saucier L., Lacroix M. 2007. Inhibitory effects of selected plant essential oils on the growth of four pathogenic bacteria: *E. coli* O157: H7, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*. *Food control*, 18(5), 414-420.

R

Rafiq R., Hayek S. A., Anyanwu U., Hardy B. I., Giddings V. L., Ibrahim S. A., Tahergorabi R., Kang H. W. 2016. Antibacterial and Antioxidant Activities of Essential Oils from *Artemisia herba-alba* Asso. *Pelargonium capitatum* × *radens* and *Laurus nobilis* L. *Foods*, 5(2), 28.

Rolta R., Sharma A., Sourirajan A., Mallikarjunan P. K., Dev K. 2021. Combination between antibacterial and antifungal antibiotics with phytochemicals of *Artemisia annua* L: a strategy to control drug resistance pathogens. *Journal of Ethnopharmacology*, 266, 113420.

S

Segal R., Feuerstein I., Danin A. 1987. Chemotypes of *Artemisia herba-alba* in Israel based on their sesquiterpene lactone and essential oil constitution. *Biochemical systematics and ecology*, 15(4), 411-416.

San José C. 2018. *Les plantes médicinales*. Artémis, France, 180 p.

Salido S., Valenzuela L., Altarejos J., Nogueras M., Sañchez A., Cano E. 2004. Composition and infraspecific variability of *Artemisia herba-alba* from southern Spain. *Biochem Syst Ecol* 32:265–277.

Saleh N. A. M., El-Negoumy S. I., Abd-Alla M. F., Abou-Zaid M. M., Dellamonica G., Chopin J. 1985. Flavonoids glycosides of *Artemisia monosperma* and *A. herba-alba*. *Phytochemistry*, 24 (1), 201-203.

Saleh N. A. M., El-Negoumy S. I., Abou-Zaid M. M. 1987. Flavonoids of *Artemisia judaica*, *A. monosperma* and *A. herba-alba*. *Phytochemistry*. 26(11), 3059-3064.

Segal R., Cohen D., Sokoloff S., Zaitschek D. V. 1973. New flavone from *Artemisia herba-alba*. *Lloydia*, 36(1), 103-5.

Salah S. M., et Jäger A. K. 2005. Screening of traditionally used Lebanese herbs for neurological activities. *J. Ethnopharmacol.* 97: 145-149.

Senatore F., Napolitano F., Apostolides Arnold N., Bruno M., Herz W. 2005. Composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Achillea falcata* L.(*Asteraceae*). *Flavour and fragrance journal*, 20(3), 291-294.

T

Toninoli F., et Meglioli V. 2013. *Huiles essentielles : L'encyclopédie*. Judena, France, 342 p.

V

Vernin, G., Merad, O., Vernin, G. M. F., Zamkotsian, R. M., Parkanyi, C. 1995. GC-MS analysis of *Artemisia herba alba* Asso essential oils from Algeria. In *Developments in Food Science*. Elsevier, Vol. 37, pp. 147-205.

Van Bambeke F., et Pharm S. 2007. *Pharmacologie et Pharmacothérapie anti-infectieuse*. Syllabus Natl Belge Pharmacol, 2008, 1-134.

Y

Yin Y., Gong F. Y., Wu X. X., Sun Y., Li Y. H., Chen T., Xu Q. 2008. Anti-inflammatory and immunosuppressive effect of flavones isolated from *Artemisia vestita*. *Journal of Ethnopharmacology*, 120(1), 1-6.

Yang, W., Chen, X., Li, Y., Guo, S., Wang, Z., Yu, X. 2020. Advances in pharmacological activities of terpenoids. *Natural Product Communications*, 15(3):1-13.

Z

Zerbo P., Rasolodimby J. M., Ouedraog, O. N., et Van Damme P. 2011. Plantes médicinales et pratiques médicales au Burkina Faso: cas des Sanan. *Bois et Forets Des Tropiques*, 307, 41-53.

Zeguerrou R., Guesmia H., Lahmadi S. 2010. Recueil des plantes médicinales dans la région des Ziban. Biskra, 105 p.

Annexes

Annexes

Annexe 1. Les 20 articles scientifiques analysés

Benyoucef F., Dib M. E. A., Arrar Z., Costa J., Muselli A. 2018. Synergistic antioxidant activity and chemical composition of essential oils from *Thymus fontanesii*, *Artemisia herba-alba* and *Rosmarinus officinalis*. Journal of Applied Biotechnology Reports, 5(4), 151-156.

Mathlouthi A., Belkessam M., Sdiri M., Diouani M. F., Souli A., El-Bok S., Ben-Attia M. 2018. Chemical Composition and Anti-Leishmania Major Activity of Essential Oils from *Artemisia spp.* Grown in Central Tunisia. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 21(5), 1186-1198.

Amkiss S., Dalouh A., Idaomar M. 2021. Chemical composition, genotoxicity and antigenotoxicity study of *Artemisia herba-alba* using the eye and wing SMART assay of *Drosophila melanogaster*. Arabian Journal of Chemistry, 14(3), 102976.

Kubab N., Hakawati I., Alajati-Kubab S. 2014. Guide des examens biologiques. Lamarre, France, 372 p.

Van Bambeke F., et Pharm S. 2007. Pharmacologie et Pharmacothérapie anti-infectieuse. Syllabus Natl Belge Pharmacol, 2008, 1-134.

Li H. Y., Yan W. S., Xu J. G. 2021. Antioxidant and Antibacterial Activity of Essential Oil from *Artemisia argyi* Leaf during Different Collecting Stages. South Asian Research Journal of Natural Products, 1-8.

Al-Shuneigat J., Al-Sarayreh S., Al-Qudah M., Al-Tarawneh I., Al-Sarairh Y., Al-Qtaitat A. 2015. GC-MS analysis and antibacterial activity of the essential oil isolated from wild *Artemisia herba-alba* grown in South Jordan. Journal of Advances in Medicine and Medical Research, 297-302.

Rafiq R., Hayek S. A., Anyanwu U., Hardy B. I., Giddings V. L., Ibrahim S. A., Tahergorabi R., Kang H. W. 2016. Antibacterial and Antioxidant Activities of Essential Oils from *Artemisia herba-alba* Asso. *Pelargonium capitatum* × *radens* and *Laurus nobilis* L. Foods, 5(2), 28.

Moussii I. M., Nayme K., Timinouni M., Jamaledine J., Filali H., Hakkou F. 2020. Synergistic antibacterial effects of Moroccan *Artemisia herba alba*, *Lavandula angustifolia* and *Rosmarinus officinalis* essential oils. *Synergy*, 10, 100057.

Dorman H. D., et Deans S. G. (2000). Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of applied microbiology*, 88(2), 308-316.

Oussalah M., Caillet S., Saucier L., Lacroix M. 2007. Inhibitory effects of selected plant essential oils on the growth of four pathogenic bacteria: *E. coli* O157: H7, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*. *Food control*, 18(5), 414-420.

Senatore F., Napolitano F., Apostolides Arnold N., Bruno M., Herz W. 2005. Composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Achillea falcata* L.(*Asteraceae*). *Flavour and fragrance journal*, 20(3), 291-294.

Abu-Darwish MS., Cabral C., Gonçalves M. J., Cavaleiro C., Cruz M. T., Efferth T., Salueiro L. 2015. *Artemisia herba-alba* essential oil from Buseirah (South Jordan): chemical characterization and assessment of safe antifungal and anti-inflammatory doses. *J Ethnopharmacol* 174:153–160.

Al-Baldawy M. S. M., Abd Ali H. A., Khaeim H. M. 2019. Antifungal inhibitory activity of *Thymus vulgaris* L. and *Artemisia herba-alba* powder and its constituent phytochemicals against *Aspergillus ochraceus* and *Fusarium graminearum* growth. *Plant Archives*, 19(1), 801-804.

Mehani M., Segni L., Terzi V., Morcia C., Ghizzoni R., Goudgil B., Benchikh S. 2018. Antifungal activity of *Artemisia herba-alba* on various *Fusarium*. *Phytothérapie*, 16(2), 87-90.

Amin S. M., Hassan H. M., El Gendy A. E. N. G., El-Beih A. A., Mohamed T. A., Elshamy A. I., Bader A., Shams A. K., Mohammed R., Hegazy, M. E. F. 2019. Comparative chemical study and antimicrobial activity of essential oils of three *Artemisia* species from Egypt and Saudi Arabia. *Flavour and Fragrance Journal*, 34(6), 450-459.

Rolta R., Sharma A., Sourirajan A., Mallikarjunan P. K., Dev K. 2021. Combination between antibacterial and antifungal antibiotics with phytochemicals of *Artemisia annua* L: a strategy to control drug resistance pathogens. *Journal of Ethnopharmacology*, 266, 113420.

Bertella A., Benlahcen K., Abouamama S., Pinto D. C., Maamar K., Kihal M., Silva A. M. 2018. *Artemisia herba-alba* Asso. essential oil antibacterial activity and acute toxicity. *Industrial Crops and Products*, 116, 137-143.

Aati H. Y., Perveen S., Orfali R., Al-Taweel A. M., Aati S., Wanner J., Wanner J., Khan A., Mehmood, R. 2020. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils of *Artemisia absinthium*, *Artemisia scoparia*, and *Artemisia sieberi* grown in Saudi Arabia. *Arabian Journal of Chemistry*, 13(11), 8209-8217.

Hrytsyk R. A., Kutsyk R. V., Yurchyshyn O. I., Struk O. A., Kireev I. V., Grytsyk A. R. 2021. The investigation of antimicrobial and antifungal activity of some *Artemisia L.* species. *Pharmacia*, 68, 93.

الملخص

Artemisia herba alba هو نبات طبي ينتمي الى عائلة Astéracées. باللغة العربية، يسمى هذا النوع بالشيح. الهدف من هذا العمل هو تقييم النشاط المضاد للبكتيريا و الفطريات للزيوت الأساسية لهذا النبات. تم استخراجه بالتقطير المائي وتحليله بواسطة : تحليل GC/FID و تحليل GC/MS، تظهر نتائج ان المكونات الكيميائية الرئيسية هي : cis-thujone (25,5%) و trans-thujone (17,7%) و vanillyl alcohol (11,5%) و nor-davanone (7,8%). تم تقييم الفعالية المضادة للبكتيريا للزيوت الأساسية في المختبر، بواسطة الانتشار على طبق بتري، باستخدام 20 سلالة بكتيرية، وتشير نتائجها الى ان هذا الزيت الاساسي له نشاط قوي مضاد للميكروبات خاصة على : *Bacillus clausii* 2226 و *Salmonella typhimurium*. تم تقييم النشاط المضاد للفطريات في المختبر بطريقة الانتشار على طبق بتري، باستخدام السلالة الفطرية *Aspergillus niger* المعزولة من الزبدة الفاسدة، وظهرت نتائجها ان هناك تأثير فعال ضد هذه السلالة الفطرية.

الكلمات المفتاحية : الشيح، النشاط المضاد للبكتيريا، النشاط المضاد للفطريات، الزيوت الأساسية.

Résumé

Artemisia herba alba est une plante médicinale appartient à la famille des Astéracées. En Arabe, l'espèce s'appelle Chih. L'objectif de ce travail est l'évaluation de l'activité antibactérienne et antifongique des huiles essentielles de cette plante, extrait par l'hydrodistillation et analysés par : analyse GC/FID et analyse GC/MS. Les résultats ont montré que les principaux composants chimiques sont : cis-thujone (25.5%), trans-thujone (17.7%), vanillyl alcohol (11.5%), et nor-davanone (7.8%). L'activité antibactérienne des huiles essentielles a été évaluée *in vitro*, par la diffusion sur gélose, en utilisant 20 micro-organismes, ses résultats ont indiqué que ces huiles essentielles ont une puissante activité antimicrobienne surtout sur : *Bacillus clausii* 2226, *Salmonella typhimurium*. L'évaluation de l'activité antifongique a été réalisée *in vitro*, par la méthode de diffusion des puits d'agar, en utilisant la souche fongique *Aspergillus niger* isolé du beurre gâté, ses résultats montrent qu'il y a une activité efficace contre cette souche fongique.

Mot clés : *Artemisia herba alba*, activité antibactérienne, activité antifongique, huiles essentielles.

Abstract

Artemisia herba alba is a medicinal plant belonging to the Asteraceae family. In Arabic, the species is called Chih. The objective of this work is the evaluation of the antibacterial and antifungal activities of the essential oils of this plant, extracted by hydrodistillation and analyzed by : GC/FID analysis and GC/MS analysis. The results show that the main chemical components are: cis-thujone (25.5%), trans-thujone (17.7%), vanillyl alcohol (11.5%) , and nor-davanone (7.8%). The antibacterial activity of the essential oils evaluated *in vitro*, by diffusion on agar plate, using 20 microorganisms, its results indicate that this essential oils has a powerful antimicrobial activity especially on: *Bacillus clausii* 2226, *Salmonella typhimurium*. The evaluation of the antifungal activity was carried out *in vitro*, by the method of diffusion of agar wells on the plates, using the fungal strain *Aspergillus niger* isolated from spoiled butter, its results show that there is an effective activity against this fungal strain.

Key words : *Artemisia herba alba*, antibacterial activity, antifungal activity, essential oils.