

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Centre Universitaire - Salhi Ahmed - Nâama

Institut des Sciences et de Technologie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Laboratoire de recherche :

Gestion durable des ressources naturelles dans les zones arides et semi-aride



MEMOIRE

En vue de l'obtention du diplôme de

MASTER Académique

En Sciences Biologiques

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Présenté Par :

BENCHIKH Mohammed Amin et HATITE Ikram Nour El Imane

Thème

**Etude de l'activité biologique des huiles essentielles
d'*Artemisia herba alba* de la région de Nâama**

Soutenu le : 06/07/2022

Devant le jury :

Présidente :	Mme LAGHA. N	MCA, Centre Universitaire de Nâama
Examinatrice :	Mme YAKOUBI. M	MCB, Centre Universitaire de Nâama
Encadreur :	Mme DEROUICHE. S	MCB, Centre Universitaire de Nâama
Invitée :	Mme AISSAOUI. N	MAB, Centre Universitaire de Nâama

Année universitaire 2021 / 2022

Remerciements



Nous tenons à exprimer d'abord nos profonds remerciements à **DIEU**, Tout Puissant et Le Miséricordieux, de nous avoir donné la santé, la volonté, la patience et le courage pour mener à terme ce travail « فاللهم لك الحمد كما ينبغي لجلال وجهك وعظيم سلطانك » .

Au terme de la rédaction de ce mémoire, c'est un devoir agréable d'exprimer en quelque ligne la reconnaissance que nous doivent à tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à l'élaboration de ce travail.

Nous tenons remercier chaleureusement notre promotrice **Dr DEROUICHE. S**, qui a bien voulu accepter de diriger ce travail, pour son encouragement, ses conseils précieux, ses suggestions pertinentes, ses critiques constructives et pour sa patience tous au long de ce projet.

Nos vifs remerciements s'adressent aussi à **Dr AISSAOUI Nadia**, pour sa disponibilité, sa sympathie, son esprit scientifique et son aide dans la réalisation de ce travail.

Nous remercions vivement **Dr LAGHA. N**, pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant de présider le jury. Qu'il trouve donc ici l'assurance de notre profonde gratitude.

Nous exprimons nos sincères remerciements à **Dr YAKOUBI. M**, Maitre de conférences (B) au Centre universitaire de Naama, pour avoir accepté sans hésiter d'examiner ce travail. Nous tenons à lui exprimer notre gratitude et notre profond respect.

Nous désirons exprimer notre profonde et vive reconnaissance à **Pr AMROUCHE. A**, pour leur soutien et leurs conseils durant notre parcours universitaire, Un grand merci pour vous.

Un immense merci pour **Dr GORDO** et **Mr BOUAFIA** pour leur aide et leur contribution à l'identification des plantes et l'élaboration de l'activité antioxydante dans l'étude.

Qu'ils trouvent ici toute l'expression de notre profonde reconnaissance et notre respect.

Nos remerciements vont également aux enseignants et techniciens des laboratoires de recherche, de microbiologie et de biochimie du Centre universitaire SALHI AHMED, Département des sciences de la nature et de la vie pour leur aide tant par leur soutien moral que par leurs conseils précieux.

À ceux et celles qui nous a aidé d'une façon ou d'une autre, de près ou de loin dans notre travail, nous les remercions du fond du cœur. Que Dieu le Tout-Puissant vous accorde la santé, la prospérité et le bonheur.

Dédicace



« Louange à Dieu, le seul et unique »

A la mémoire de mon grand père

A ma mère

A toute ma famille,

A tous mes amis ceux que j'aime

A tous ceux qui ont participé directement ou indirectement à la réalisation de ce travail,

Tout mon respect...

, Je dédie ce modeste travail.



Dédicace

Je dédie ce travail à Ma famille HATTE

Au plus cher de ce que je possède, à celui qui a souffert pour que je goûte le bonheur, à celui qui s'est fatigué pour moi et a tout fait pour que je réussisse et qui m'a vraiment donnée la meilleure éducation et le soutient ; mon père MOHAMMED soit sûr que tu restes mon modèle dans la vie

Ma mère TAYAA, tu es mon confort et mon bonheur, je crois que le bon dieu m'aime lorsqu'il m'a offert une maman comme toi ; j'ai suivi tes conseils et tu as dirigé mon navire vers la réussite ; Crois-moi si je te dis que je n'arriverai jamais sans tes prières, ta fidélité et bien sûr ton amour. Tu as mis dans mon âme l'espoir, dans mon cœur la tranquillité et dans mon esprit la diligence et la persévérance.

A mes chers frères Omar, Yousef, Ahmed, Abdelhadi, Zakaria, Abderrahmane.

A mes chères sœurs, Malika, Melarka, Rachida et Wahiba et leurs enfants

A Mohammed Aimouche, Houcine Bouharkat et Mohammed Fatmi

A mes nièces et mes neveux.

A mes tantes et mes oncles.

A ma très chère sœur et amie INES

A tous mes chers amis.

A mes chères collègues en master Microbiologie appliquée.

Je la dédie aussi à ceux qui me facilitent la dureté de la vie et répètent à mes oreilles « je suis avec vous » à chaque instant, à chaque fois.

IKRAM NOUR EL IMANE

Résumé :

Artemisia herba alba Asso « chih » est une plante médicinale et aromatique que l'on trouve en abondance dans les hautes terres semi-arides d'Algérie. La présente étude a été menée pour caractériser la composition chimique des huiles essentielles d'*Artemisia herba Alba* Asso de la région de Nâama et évaluer leurs activités antioxydante et antimicrobienne vis-à-vis des trois souches bactériennes et deux levures.

L'extraction par hydrodistillation a donné un rendement de 0,56 %. L'analyse des huiles par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC/MS) a révélé 30 composés. Le composant le plus important était chrysanthénone (23,15 %).

Les résultats obtenus indiquent une activité anti radicalaire contre le DPPH avec IC₅₀ de 182,56 µg/ml. La méthode de l'aromatogramme a été utilisée pour étudier l'activité antimicrobienne d'huile essentielle. Elle s'y montrée active contre les microorganismes testés, à savoir : *Pseudomonas aeruginos*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans* 10 231 et *Candida albicans* 26 790 avec des zones d'inhibition allant de 19,5 jusqu'à 22,3 mm. Les valeurs de la concentration minimale inhibitrice (CMI) varient entre 3.125 et 6.25 % (v/v) pour les bactéries et entre 2.5 et 1.56 % pour les *Candida*.

L'huile essentielle de la région de Nâama peut être une source potentielle d'agents antimicrobiens naturels dans l'industrie pharmaceutique comme alternative aux antibiotiques.

Mots clés : *Artemisia herba alba*, Huile essentielle, GC/MS, chrysanthénone, activité antioxydante, activité antimicrobienne.

Abstract :

Artemisia herba alba Asso "chih" is a medicinal and aromatic plant found in abundance in the semi-arid highlands of Algeria. The present study was conducted to characterize the chemical composition of essential oils of *Artemisia herba Alba* Asso from the Naama region and to evaluate their antioxidant and antimicrobial activities against three bacterial strains and two yeasts.

The extraction by hydrodistillation gave a yield of 0.56%. Analysis of the oils by gas chromatography-mass spectrometry (GC/MS) revealed 30 compounds. The most important component was chrysanthenone (23.15%).

The results obtained indicate an anti-radical activity against DPPH with IC₅₀ of 182.56 µg/ml. The aromatogram method was used to study the antimicrobial activity of essential oil. It showed active against the tested microorganisms, namely: *Pseudomonas aeruginos*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans* 10 231 and *Candida albicans* 26,790 with zones of inhibition ranging from 19.5 to 22.3 mm. Minimum inhibitory concentration (MIC) values ranged from 3.125 to 6.25 % (v/v) for bacteria and from 2.5 to 1.56 % for *Candida*.

Naama essential oil can be a potential source of natural antimicrobial agents in the pharmaceutical industry as an alternative to antibiotics.

Keywords: *Artemisia herba alba*, Essential Oil, GC/MS, chrysanthenene , antioxidant activity, antimicrobial activity

ملخص

الشيح هو نبات طبي وعطري يوجد بكثرة في منطقة الهضاب العليا في الجزائر. أجريت هذه الدراسة لتوصيف التركيب الكيميائي للزيوت العطرية من نبات *Artemisia herba Alba Asso* من منطقة النعامة ولتقييم نشاطها المضادة للأكسدة والميكروبات ضد ثلاث سلالات بكتيرية وخميريتين.

قد أعطى الاستخلاص بالتقطير المائي عائد 0.56%. وأظهر تحليل الزيوت بواسطة كروماتوجرافيا الغاز مقروناً بمقياس الطيف الكتلي (CG / MS) وجود 30 مركباً. وكان أهم مكون هو كريسانثينون (23.15%).

النتائج التي تم الحصول عليها تشير إلى وجود نشاط مضاد للجذور ضد DPPH مع IC50 من 182.56 ميكروغرام / مل. تم استخدام طريقة *aromatogramme* لدراسة النشاط المضاد للميكروبات للزيت العطري. و ثبت فعاليته ضد الكائنات الحية الدقيقة التي تم اختبارها وهي *Staphylococcus aureus* و *Pseudomonas aeruginosa* و *Bacillus cereus* و *Candida albicans* 10.231 و *Candida albicans* 26.790 مع مناطق تثبيط تتراوح من 19.5 إلى 22.3 ملم. تتراوح قيم الحد الأدنى للتركيز المثبط (CMI) بين 3.125 و 6.25% (حجم / حجم) للبيكتيريا وبين 2.5 و 1.56% للخميرة.

بشكل عام، يمكن أن يكون الزيت العطري لمنطقة النعامة مصدرًا مهمًا للنشاط المضاد للميكروبات في صناعة الأدوية وخير بديل للمضادات الحيوية.

الكلمات المفتاحية : *Artemisia herba alba* ، الزيت الأساسي ، GC/MS ، كريسانثينون، نشاط مضاد للأكسدة ، نشاط مضاد للميكروبات

Table des Matières

Liste des tableaux.....	I
Liste des figures.....	II
Liste des abréviations.....	III
Introduction	Erreur ! Signet non défini.

PREMIERE PARTIE : Revue Bibliographique

Chapitre I : Monographie de la plante

I-1- Généralité.....	3
I-2- La plante <i>Artemisia herba alba</i>	3
I-3- Classification systématique d' <i>Artemisia herba alba</i>	4
I-4- Nomenclature d' <i>Artemisia herba alba</i>	4
I-5- Description botanique de la plante	5
I-5-1- Partie aérienne	5
I-5-2- Partie souterraine ou racine	5
I-6- Répartition géographique et habitat.....	6
.....	6
I-7- Composition chimique d' <i>Artemisia herba alba</i>	7
I-8- Propriétés biologique d' <i>Artemisia herba alba</i> et leurs usages	8
I-9- Toxicité de la plante	9

Chapitre II : Huiles essentielles

II-1- Généralités.....	10
II-2- Localisation et rôle dans la plante	10
II-3- Composition chimique des huiles essentielles	10
II-3-1- Les terpènes.....	12

II-3-2- Les composés aromatiques.....	13
II-3-3- Composés soufrés et azotés.....	13
II-4- Classification de HEs	13
II-5- Procédés d'extraction des HEs.....	14
II-5-1- Hydro-distillation	14
II-5-2- Entraînement à la vapeur d'eau.....	15
II-5-3- Extraction par micro-ondes assistés	15
II-5-4- Pression à froid.....	15
II-5-5- Extraction par solvants	16
II-6- Domaine d'utilisation des huiles essentielles.....	16
II-6-1- En cosmétologie	16
II-6-2- En pharmacie.....	17
II-6-3- Agro-alimentaire	17
II-7- Toxicité des huiles essentielles	17

Chapitre III :
Activités biologiques des huiles essentielles

III-1- Activité anti-oxydante.....	19
III-2- Activités antimicrobiennes.....	19
III-2-1- Généralités	19
III-2-1-1- Activité antifongique	19
III-2-1-2- Activité antibactérienne	20
III-2-1-3- Activité anti virale.....	20
III-2-1-4- Activité anti parasite	21

Deuxième Partie : Partie Expérimental

Chapitre IV : Matériel et méthodes

IV-1- but d'étude	21
IV-2- Identification de la plante	22
IV-3- Situation géographique de la plante.....	22
IV-4- Extraction des huiles essentielles	23
IV-5-Calcul du rendement	24
IV-6-Détermination de la composition chimique de l'HE du <i>d'Artemisia herba alba</i> par GC/MS.....	24
IV-7-Etude des activités biologiques :.....	26
IV-7-1- Activité anti-oxydante :	26
IV-7-2- Activité antimicrobienne	27
IV-7-2-1- Détermination de la concentration minimale inhibitrice CMI.....	29
IV-7-2-2- Détermination de la concentration minimale bactéricide (CMB) et la concentration minimale fongicide (CMF).....	30

Chapitre V : Résultats et discussions

V-1- Rendement d'extraction	31
V-2- Composition chimique	32
V-3- Activité anti-oxydante.....	35
V-4- Activité antimicrobienne.....	37
V-5- Détermination de la CMI, CMB et CMF	43
Conclusion	Erreur ! Signet non défini.
Références bibliographiques.....	45

Liste des tableaux

Tableau 1 : Classification systématique d' <i>Artemisia herba alba</i> Asso.....	4
Tableau 2: Noms vernaculaires d' <i>Artemisia herba alba</i>	4
Tableau 3: Structures chimiques de composants sélectionnés d'huiles essentielles	11
Tableau 4: Les conditions opératoires des analyses chromatographiques (GC-MS).....	25
Tableau 5: les Souches testées	27
Tableau 6: L'expression des diamètres des zones d'inhibition.....	29
Tableau 7 : Composition chimique d'huile essentielle d' <i>Artemisia herba alba</i>	32
Tableau 8: Valeurs IC50 de l'huile essentielle d'AHA et de l'acide ascorbique.....	37
Tableau 9 : Résultats d'activité antimicrobienne (diamètre des zones d'inhibition)	38
Tableau 10: Résultats de la CMI, CMB, CMF et détermination de l'effet d'HE de l'armoise blanche.....	44

Liste des figures

Figure 1: <i>Artemisia herba alba</i> Asso	3
Figure 2: morphologie de la feuille d' <i>Artemisia herba alba</i> Asso	5
Figure 3 : morphologie de la fleur d' <i>Artemisia herba alba</i> Asso	5
Figure 4 : morphologie de tige et racine de la plante <i>Artemisia herba alba</i> Asso	6
Figure 5: Distribution géographique d' <i>Artemisia herba alba</i> dans le monde	6
Figure 6: Aire de distribution d' <i>Artemisia herba alba</i> en Algérie	7
Figure 7 : Structures chimiques de Terpènes sélectionnés d'huiles essentielles	12
Figure 8 : Structures chimiques de composés aromatiques sélectionnés d'huiles essentielles	13
Figure 9: Schéma du principe de la technique d'hydro distillation.....	15
Figure 10: Mécanisme d'action des HEs sur la cellule bactérienne.....	20
Figure 11 : Diagramme représentant le protocole expérimental.	21
Figure 12: Cartes géographiques montrant la zone de récolte	22
Figure 13 : Montage expérimental de l'hydrodistillation (A) Photo réelle et (B) Schéma	23
Figure 14 : appareil de chromatographie GC/ MS	25
Figure 15: la forme libre et réduite du DPPH	26
Figure 16: Principe de la méthode de diffusion sur milieu gélosé	28
Figure 17: Schéma simplifié de la méthode de micro-dilution.	30
Figure 18: Huile essentielle d' <i>Artemisia herba alba</i> Asso.....	31
Figure 19: Distribution en fonction du pourcentage des composants majoritaire de l'huile essentielle d' <i>Artemisia herba alba</i>	33
Figure 20: structure chimique des composants majoritaire de l'huile essentielle d' <i>A. herba alba</i>	34
Figure 21 : Courbe graphique montrant les taux d'inhibition du radical libre DPPH de l' <i>A. herba alba</i>	36
Figure 22 : Courbes graphiques montrant les taux d'inhibition du radical libre DPPH de l'acide ascorbique	36
Figure 23 : Résultats d'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de Chih à différents concentrations (5ul, 10ul)	38
Figure 24 : Zones d'inhibition des souches bactériennes par méthode de diffusion par disque.....	40
Figure 25 : Zones d'inhibition des souches fongiques par méthode de diffusion par disque	42

Liste des abréviations

% : pourcent

[C] : concentration

°C : degré Celsius

A.As : acide ascorbique

AFNOR : Association Française de Normalisation

AHA: *Artemisia herba alba*

ATCC: American Type Culture Collection

C : Concentration

CMB : Concentration Minimale Bactéricide

CMF : Concentration Minimale Fongicide

CMI : Concentration Minimale Inhibitrice

DL50 : Dose létale médiane

DMSO : Diméthylsulfoxyde

DPPH : 2,2 diphényl-1-picrylhydrazyl

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

HE : Huile Essentielle

HEs : Huiles Essentielles

IC50 : Concentration inhibitrice 50

L : litre

m : masse

mg : milligramme

MHA : Mueller–Hinton Agar

mL: millilitre

mm : millimètre

SAB : Sabouraud

T : Température

t: temps

TR : temps de Rétention

UFC : Unité Formant Colonie

v : volume

µL: Microlitre

Introduction

L'Algérie possède une grande richesse en plantes aromatiques et médicinales qui peuvent être utilisées dans divers domaines tels que la pharmacie, la parfumerie, la cosmétique et l'alimentation grâce à leurs propriétés thérapeutiques, organoleptiques et aromatiques. Ces plantes aromatiques sont à l'origine de produits à haute valeur ajoutée (huiles essentielles, extraits, résines...) qui se présentent souvent sous forme de mélanges complexes.

En effet, Le recours aux préparations traditionnelles à base de plantes médicinales est expliqué par plusieurs raisons tels que le coût élevé des produits pharmaceutiques, les habitudes socioculturelles des populations, la nécessité de disposer d'options thérapeutiques pour les agents pathogènes résistants et l'existence des maladies pour lesquelles il n'y a pas de traitement efficace (**Ghnimi, 2015**).

En plus, l'utilisation de ces produits naturels offre une alternative importante pour minimiser les effets néfastes des produits synthétiques qui menacent l'environnement et les humains (**Paradiso et al., 2009**). Par conséquent, les scientifiques tentent actuellement de trouver de nouveaux antibiotiques et additifs alimentaires naturels. Parmi les solutions disponibles, les métabolites secondaires des plantes qui sont des sources riches et prometteuses d'agents antimicrobiens récents, efficaces et sans effets secondaires (**Benbelaïd et al., 2014**). Contrairement à la plupart des antibiotiques actuellement utilisés, un exemple de ces métabolites sont les huiles essentielles et les extraits de plantes qui pourraient être une source de remplacement des alternatives naturelles (**Rahman et al., 2011**).

Les huiles essentielles sont des substances naturelles bioactives, constituent un bon choix pour développer de nouvelles molécules thérapeutiques à caractère antimicrobien et antioxydant pour but de traitement des maladies infectieuses et des pathologies liées au stress oxydatif (**Goudjil, 2016**).

Au vu de l'importance des huiles essentielles et de toutes ces recherches, nous avons mis en lumière l'une des plantes médicinales qui est *Artemisia herba alba* Asso, à l'objectif d'exploiter une partie de leurs immenses vertus et potentialités et son huile essentielle dans le contrôle biologique des plantes contre les microorganismes pathogènes, en démontrant la richesse de ses huiles essentielles en principes actifs et en évaluant leurs activités à savoir : l'activité anti-oxydante et antimicrobienne.

Notre travail a été scindé en deux parties :

La première partie est relative à une revue bibliographique sur la plante étudiée et les huiles essentielles et leurs activités biologiques.

La deuxième partie est expérimentale décrit la méthodologie adoptée et analyse les résultats obtenus des différentes activités biologiques (antioxydante et antimicrobienne)

Enfin, le travail est clôturé par une conclusion et des perspectives

Première Partie :
Revue
bibliographique

Chapitre I
Monographie de
l'armoise blanche

I-1- Généralité

Le mot « Aster » du grec signifie étoile, en relation avec la fleur. Les Astréacées ou aussi composées constituent une plus vaste et large famille des plantes à fleurs dans le règne végétale qui regroupe 24000-30000 espèces de plantes réparties de 1600 à 1700 genres (**Panero et al., 2014**).

Cette famille a des morphologies diverses : herbes annuelles, vivaces, des arbustes, plantes grimpantes et parfois plantes charnues (**Bonnier, 1934**). Bien que en général sont des plantes herbacées à feuilles isolées (**Crète, 1965**). Les Astéacées sont une famille très homogène au niveau de ses inflorescences : le capitule. Le fruit est un akène.

Le genre le plus répandu est le genre *Artemisia* qui englobe plus de 400 espèces (**Bencheqroun et al., 2012**). En Algérie, environ onze espèces d'*Artemisia* peuvent être trouvées (**Quezel et Santa, 1962 ; Boukhelkhal et al., 2018**).

Ce genre est riche en métabolites secondaires tels que les flavonoïdes, les coumarines, les stérols, les acétylènes et les huiles essentielles (**Kundan et Anupam., 2010**).

I-2- La plante *Artemisia herba alba*

L'*Artemisia herba alba* ou l'armoïse herbe blanche est une plante herbacée qui propage dans les zones arides et semi-arides. Elle a été décrite par Xénophon, l'historien grec, dans le I^{er} siècle av. J.-C, dans les steppes mésopotamiennes (**Francis, 2001 ; Khierddine, 2013**). Et en 1779, le botaniste espagnol Ignacio Jordan Claudio a répertorié cette plante (**IPNI**).

C'est une plante fourragère originaire de nord-africain et du Moyen-Orient, elle supporte des niveaux élevés de salinité et de gypse. En Algérie, Chih se trouve dans hauts plateaux (**Laoudj, 2017**).



Figure 1: *Artemisia herba alba* Asso

I-3- Classification systématique d'*Artemisia herba alba*

Selon (Gacem et al., 2020). La plante *Artemisia herba alba* Asso est classée dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Classification systématique d'*Artemisia herba alba* Asso.

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

I-4- Nomenclature d'*Artemisia herba alba*

-Nom scientifique

Artemisia herba alba Asso, *Artemisia inculta* del ou *Seriphidium herba alba* (Asso) Soják (Belhattab et al, 2014). D'ailleurs, le nom de son genre vient du nom latin de la déesse Artémis et dont le rôle était de protéger les femmes malades (Khiredine, 2013). *Herba alba* signifie herbe blanche (Euro plus MED, 2020).

-Noms vernaculaires

Tableau 2: Noms vernaculaires d'*Artemisia herba alba*.

Noms		Références
En arabe	Chih ou Shih, Gaisoum, Chih Elkhorssani	(Seddiek et al., 2011 ; Al-Khazraji et al., 1993 ; Belhattab et al, 2014)
En français	Armoise blanche	(El Rhaffari, 2008)
En anglais	Desert worm wood ou White wormwood	(Seddiek et al., 2011; Abass, 2012)
En Tamazight	Ifsi	(El Rhaffari, 2008)

I-5- Description botanique de la plante

I-5-1- Partie aérienne

-Tige : est très ramifiée, très feuillée sa longueur varie entre 30 et 60cm, a une couche épaisse de couleur très verdoyante avec de jeunes branches tomenteuses. Leur ramification est très importante selon la pluviométrie (**Ozenda, 1985**).

-Feuilles : courtes avec alternance, très divisées, laineuses, pubescentes et pennatipartites. Lorsque les rameaux s'allongent les feuilles se diminuent de taille ce qui entraîne une réduction de la surface transparente, et par conséquent, la plante résiste à la sécheresse (**Pourrat, 1974**).

-Fleurs : elles réunies sous forme de grappe, à petites capitules ovoïdes constituent 2 à 5 fleurs jaunâtres hermaphrodites, L'involucre est à bractées (**Pottier, 1981**).

-Fruit : est un akène coiffé par un périanthe oblongs et lisse. Au contact de l'eau, la graine devient mucilagineuse ce qui lui permet de s'y fixer dans le sol (**Nègre, 1962 ; Lahmer, 2001**).

I-5-2- Partie souterraine ou racine

Elle se constitue d'une épaisse et ligneuse racine, qui s'enfonce dans le sol avec un profondeur de 40 à 50 centimètres. Elle est très distinctive des racines secondaires (**Aidoud, 1983**).

Artemisia herba alba est bien croître dans l'automne, leur floraison commence en Juin et se développe essentiellement en fin d'été (**Ghrabi et Al-Rowaily, 2005**)



Figure 3: morphologie de la feuille d'*Artemisia herba alba* Asso (**Boudraa et al., 2020**)



Figure 2 : morphologie de la fleur d'*Artemisia herba alba* Asso (**Boudraa et al., 2020**)



Figure 4 : morphologie de tige et racine de la plante *Artemisia herba alba* Asso (Boudraa et al., 2020)

I-6-Répartition géographique et habitat

L'armoïse, herbe blanche, est largement répandue depuis les îles de canaries et le Sud-est de l'Espagne jusqu'aux steppes d'Asie centrale et à travers l'Afrique du nord, l'Arabie et Proche-Orient.

En Afrique du nord, cette espèce couvre d'immenses territoires évalués à plus de dix millions d'hectares, son aire de répartition est limitée dans les hautes plaines steppiques algéro-marocaines, en Tunisie et dans le Sahara centrale.

Dans le sud, cette plante pousse sur les sols bruns steppiques de texture moyenne et en extrême sud sur les sols sableux. Son développement est lié à la nature du sol. En effet, il faut qu'il soit peu perméable, tassé et colmaté. Accompagnée de l'alfa « *Stipa tenacissima* ». Elle couvre souvent de très grandes superficies dans les hauts plateaux. (Djebaili, 1982 ; Nabli, 1989 ; Boullard, 2001 et Ayad et al., 2013).



■■■■: Présence signalée.

Figure 5: Distribution géographique d'*Artemisia herba alba* dans le monde (Salido et al., 2004).

En Algérie, la superficie occupée par cette espèce est variable selon les auteurs. L'armoïse blanche présente une vaste répartition géographique couvrant environ 6 millions d'hectares et se développe dans les steppes argileuses et les sols tassés relativement peu perméables. Elle se trouve sur les dayas, les dépressions et les secteurs plus ou moins humide (Nedjraoui, 2004 ; Eloukili, 2013).

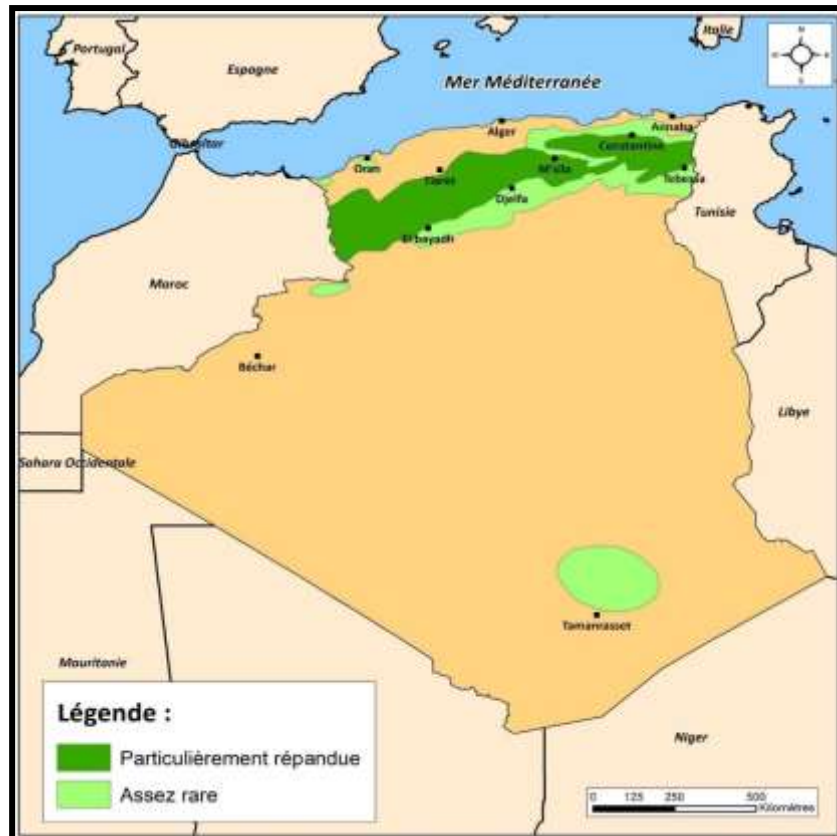


Figure 6: Aire de distribution d'*Artemisia herba alba* en Algérie (Quézel et Santa,1963; Aidoud, 1988; Said et al., 2015)

I-7- Composition chimique d'*Artemisia herba alba*

L'armoïse blanche est une plante fourragère, sa biomasse constitue un aliment de substitution pour l'élevage. Sa valeur énergétique est de l'ordre de 0,45 UF/Kg. Elle est riche en cellulose (26,73%) et a un équilibre harmonieux entre le calcium et le phosphore (Ayad et al., 2014)

Enormément d'études chimiques ont montré que *Artemisia* et plus particulièrement l'espèce *A. herba alba* est riches polyphénols, les flavonoïdes, les sesquiterpènes lactones et les huiles essentielles (Kundun et Anupum, 2010 ; Amor, 2010 ; Alwahibi et al., 2018).

Les flavonoïdes retrouvés dans l'armoise sont divers, structurellement allant des flavonoïdes communs : flavones glycosides, qui comprennent les O-glycosides et les C-glycosides, les flavonols, jusqu'aux flavonoïdes méthyles qui sont inhabituels. En plus des flavonoïdes, l'étude phytochimique a montré que les huiles essentielles de Chih est riche en monoterpènes, sesquiterpènes lactones et les santonines comme le camphre, chrysanthénone, 1,8-cinéole et α/β thujones (Abou El-Hamed et al., 2010 ; Zaim et al., 2012).

I-8- Propriétés biologique d'*Artemisia herba alba* et leurs usages

Artemisia herba alba a été utilisée, tout d'abord, dans le thé et le café pour leur donner un arôme, puis elle devenue une panacée dans la médecine traditionnelle (Bezza et al., 2010), Pour traiter les rhumes, soulager le diabète, la toux, les troubles intestinaux (Yashphe et al., 1979 ; Bailey et Danin, 1981) les diarrhée, névralgie, bronchite et l'hypertension (Tahraoui et al., 2007). Elle présente aussi un caractère vermifuge très prisé par le bétail.

Plusieurs études scientifiques ont également prouvées l'efficacité de l'armoise blanche en tant qu'agent anthelmintique (Ahmed et al., 2020), anti-inflammatoire (Khelifi et al., 2013), antileishmanien (Mathlouthi et al., 2018), antispasmodique (Goze et al., 2009), antimicrobien (Mighri et al., 2010 ; Messaoudi et al., 2020), antioxydant (Kadri et al., 2011) antiparasitaire, antiviral, anti malarien et antihémorragique (Boudjeladl, 2013 ; Bezza et al., 2010 ; Yashphe et al., 1987 ; Sefi et al., 2010).

En outre, l'activité antifongique d'*A. herba alba* a été confirmée dans certaines souches de levure de *Candida* (Mighri et al., 2010). En outre, l'activité inhibitrice de la croissance de la plante sur de nombreux champignons a été démontrée ; les activités antifongiques ont été testées en utilisant *Fusarium solani*, *Fusarium spp*, *Aspergillus oxysporum* et *Candida albicans* (Zouari et al., 2010).

Cette plante possède aussi d'autres activités comme : effet antimutagène et anticarcinogène (Atoum et al., 2006 ; Bourgou et al., 2017).

Récemment, il a été démontré que l'extrait chlorure de méthylène-méthanol (1:1) d'*A. herba alba* présente une activité anti-initiation et anti-promotion des tumeurs (Mokhtar et al., 2017) et que les extraits aqueux d'*A. herba alba* présentent une activité antinociceptive (Kadi et al., 2019).

En plus de ses propriétés biologiques, l'armoise blanche présente aussi un excellent moyen naturel de lutte contre l'érosion et la désertification (Ayad et al., 2013), un double intérêt

économique comme pâturage permanent des zones désertiques et comme plante exploitée industriellement. (Benjlali, 1986).

Une autre caractéristique de cette espèce, est son action allélopathique. La plante synthétise du thymol, composé phénolique toxique, pour faire fuir les herbivores (Ayad et al., 2007).

I-9- Toxicité de la plante

La toxicité des plantes pour le corps humain doit être étudiée avant toute consommation ou utilisation (Gacem et al., 2020).

L'armoise est neurotoxique, hémorragique et abortive, à fortes doses. La thuyone constitue la substance bioactive et toxique dans l'armoise et sa forme l'alpha-tuyone est la version la plus toxique. Elle possède des propriétés convulsives (Bouzidi, 2016; Kheddoum, 2018).

Selon une autre étude récente, *A. herba-alba* provoque une insuffisance rénale aiguë (Brown, 2017). Chez les rats femelles, une exposition à long terme à l'*A. herba alba* a un impact négatif sur la fonction sexuelle et la fertilité (Gacem et al., 2020).

Chapitre II
Huiles Essentielles

II-1- Généralités

Les huiles essentielles (HEs) sont des molécules naturelles à fort odeur qui jouent un rôle dans les mécanismes de défenses des plantes et sont produites grâce au métabolisme secondaire. Ils sont liquides, volatils, transparents et rarement colorés, liposolubles, solubles dans les solvants organiques, Bien qu'ils ne participent pas directement à la croissance des plantes, ils ont évolué pour offrir aux plantes une défense naturelle contre les attaques d'insectes ou de bactéries. Les sacs oléifères, qui sont des poches sécrétrices d'huiles essentielles, sont le lieu où se concentre une partie de ces métabolites secondaires (**Guinoiseau, 2010**). Ils sont généralement obtenus par la vapeur ou l'hydrodistillation mise au point par les Arabes au Moyen Âge.

Les huiles essentielles présentent plusieurs activités biologiques telles que: l'activité antioxydante, anti-tumorale, anti-inflammatoire, anti-génotoxique, antibactérienne et antifongique (**Guinoiseau et al., 2015; Sbayou et al., 2014**).

II-2- Localisation et rôle dans la plante

Les HEs sont créés par des cellules spécialisées (ou sécrétoires) à partir des sucres produits par la photosynthèse (**Jean-Michel Lardry, 2007**), les huiles peut être produit par tous les organes végétaux (les fruits, les racines, le bois, l'écorce, les graines, les fleurs, les feuilles, les bourgeons, les tiges et les bourgeons) et sont stockés dans les conduits d'huile, les conduits de résine, les glandes ou les trichomes des plantes (**Chavez-González, 2016**).

Les huiles essentielles sont utilisées dans la nature pour préserver les plantes comme antibactériens, antiviraux, antifongiques, insecticides, et aussi pour dissuader les herbivores en diminuant leur faim de certaines plantes. Ils peuvent aussi attirer certains insectes pour faciliter la dispersion du pollen et des graines, ou repousser les autres indésirables (**Bakkali et Idaomar, 2008**).

II-3- Composition chimique des huiles essentielles

La composition chimique des huiles essentielles est variée et complexes (**Butnariu et Sarac, 2018**), Il peut contenir entre 20 et 60 composants dans une large gamme de concentrations. Par rapport aux autres composants, qui sont présents à l'état de traces, ils se caractérisent par deux ou trois composants majeurs en concentrations relativement importantes (20 à 70 %) (**Bakkal et Idaomar, 2008**), Ces principaux composants peuvent faire partie des familles aliphatiques, aromatiques et terpéniques (**Butnariu et Sarac, 2018**).

Tableau 3: Structures chimiques de composants sélectionnés d'huiles essentielles (Sayeed *et al.*, 2019)

Class	Functional Group	Structure Type	Examples
Terpenes	Carbures	Acyclic	Myrcene, ocimene, etc.
		Monocyclic	Terpenes, <i>p</i> -cymene, phellandrenes, etc.
		Bicyclic	Pinenes, 3-carene, camphene, sabinene, etc.
	Alcohols	Acyclic	Geraniol, linalol, citronellol, lavandulol, nerol, etc.
		Monocyclic	Menthol, α -terpineol, carveol, etc.
		Bicyclic	Borneol, fenchol, chrysanthenol, thuyan-3-ol, etc.
Monoterpenes	Aldehydes	Acyclic	Geranial, neral, citronellal, etc.
	Ketone	Acyclic	Tegetone, etc.
		Monocyclic	Menthones, carvone, pulegone, piperitone, etc.
		Bicyclic	Camphor, fenchone, thuyone, ombellulone, pinocamphone, pinocarvone, etc.
	Esters	Acyclic	Linalyl acetate or propionate, citronellyl acetate, etc.
		Monocyclic	Menthyl or α -terpinylacetate, etc.
		Bicyclic	Isobornyl acetate, etc.
	Ethers	Bicyclic	1,8-cineole, menthofuran, etc.
	Peroxides	Bicyclic	Ascaridole, etc.
	Phenols	Monocyclic	Thymol, carvacrol, etc.
Sesquiterpenes	Carbures	Acyclic	Farnesenes, etc.
		Monocyclic	β -bisabolene, curcumenes, elemenes, zingiberene, etc.
		Bicyclic	Azulene, cadinenes, b-caryophyllene, etc.
		Tricyclic	Longifolene, etc.
	Alcohols	Acyclic	β -nerolidol, farnesol, etc.

		Monocyclic	Bisabolol, etc.
		Bicyclic	Carotol, β-santalol, etc.
		Tricyclic	Cedrol, patchoulol, viridiflorol, etc.
	Ketones	Monocyclic	Germacrone, cis-longipinan-2,7-dione, turmerones, etc.
		Bicyclic	Nootkatone, β-vetinone, etc.
	Epoxides	Bicyclic	Humulene epoxides, etc.
Tricyclic		Caryophyllene oxide, etc.	

II-3-1- Les terpènes

Les autres terpènes, tels que les diterpènes en C20 et les triterpènes en C30, ne sont pas entraînés par la vapeur pendant la distillation, ce qui ne laisse que les monoterpènes en C10 et les sesquiterpènes en C15 extractibles. Ils sont classés selon :

- leurs fonctions : Les alcools (géraniol, linalool), les esters (acétate de linalyle), les aldéhydes (citral, citronellal), les cétones (menthone, camphre, thuyone) et les éther-oxydes (cinéole).
- leur structure : qui peut être linéaire (comme le farnésène et le farnésol), monocyclique (comme l'humulène et le zingibérène), bicyclique (comme le cadinène, le caryophyllène et le chamazulène) ou tricyclique (cubébol, patchoulol, viridiflorol) (Couic-Marinier et Lobstein, 2013).

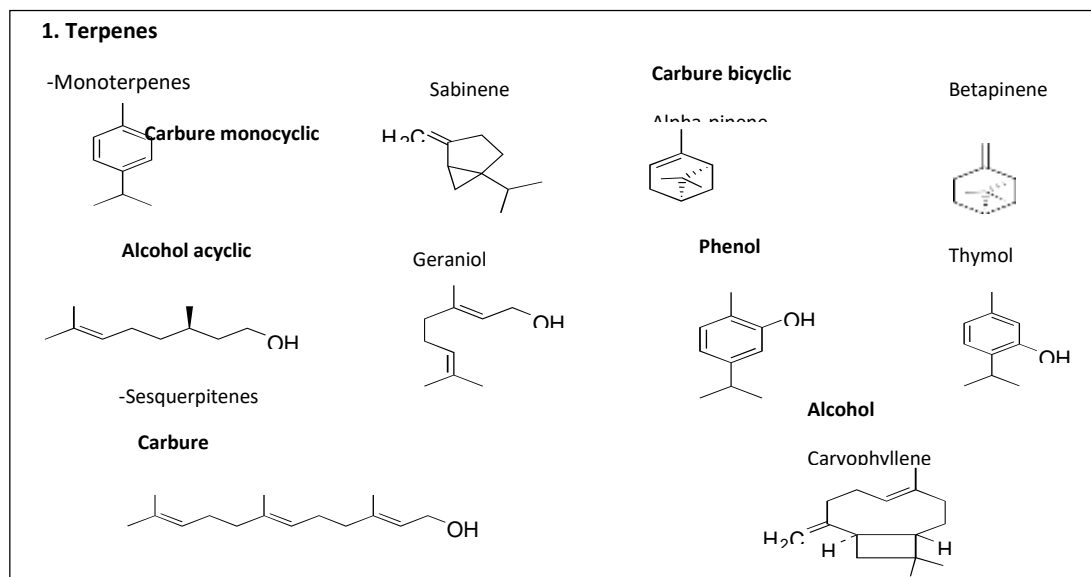


Figure 7 : Structures chimiques de Terpènes sélectionnés d'huiles essentielles (Bakkali et Idaomar, 2008)

II-3-2- Les composés aromatiques

Les composés aromatiques dérivés du phénylpropane sont beaucoup moins présents dans les huiles essentielles que les monoterpènes et les sesquiterpènes. Il s'agit notamment de l'acide cinnamique et du cinnamaldéhyde (HE de la cannelle), de l'eugénol (HE de girofle), de l'anéthole et l'aldéhyde anisique (HE de badiane, d'anis, de fenouil) et du safrole (HE du sassafras).

Les lactones dérivées de l'acide cinnamique, comme la coumarine, sont majoritairement entraînées par la vapeur d'eau et sont donc présentes dans certaines huiles essentielles (ex. HE de céleri) (Couic-Marinier & Lobstein, 2013)

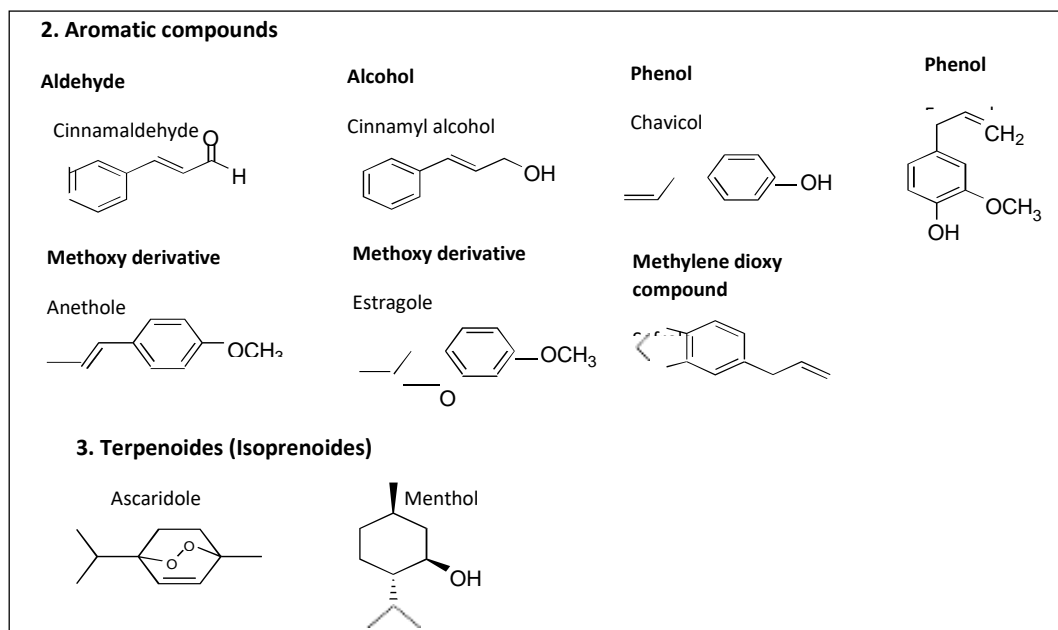


Figure 8 : Structures chimiques de composés aromatiques sélectionnés d'huiles essentielles (Bakkali et Idaomar, 2008)

II-3-3- Composés soufrés et azotés

Plus rarement, certains composés présents dans les huiles essentielles contiennent une ou plusieurs molécules de soufre ou d'azote. La présence du soufre, surtout, donne une odeur souvent forte et spécifique. La majorité des composés contenant de l'azote et du soufre sont des aglycones, des glucosinolates ou leurs produits de dégradation, comme les isothiocyanates (Carson et Hammer, 2011).

II-4- Classification de HEs

Il existe deux classifications pour les huiles essentielles

- Dans la première classification, qui est basée sur la composition chimique, on distingue :

Les HEs les plus répandues sont des hydrocarbures.

Les HEs hydrogénées qui présente toutes les HEs solides.

Les HEs sulfurées existent chez les Brassicaceae et les Liliaceae..

- La deuxième catégorie est classée en quatre catégories selon la couleur de l'huile :

Les incolores qui sont dépourvues de résine et d'azulène.

Les jaunes contenant de la résine.

Les bleus contenant de l'azulène.

Les pigments vert-brun et jaune-vert, qui comprennent principalement de l'azulène mais contiennent également d'autres colorants (**Charpentier et al. 2008**).

II-5- Procédés d'extraction des HEs

L'obtention des huiles essentielles nécessite des matières premières et des produits végétaux de qualité. Tout d'abord, le matériel végétal doit être récolté avec beaucoup de soin pour éviter toute contamination par d'autres espèces végétales (**Butnariu et Sarac, 2018**).

Il existe plusieurs façons d'extraire les huiles essentielles, le choix de la meilleure technique d'extraction aura une incidence sur la quantité et la qualité des huiles essentielles produites (rendement). D'autres facteurs tels que les types des plantes, la composition chimique des huiles et la localisation des huiles dans la plante (racine, écorce, bois, branche, feuille, fleur, fruit et graine) doivent également être pris en compte avant l'extraction (**Sharangi et Datta, 2015**).

II-5-1- Hydro-distillation

L'une des techniques les plus anciennes et les plus simples d'extraction des huiles essentielles est l'hydrodistillation (**Meyer-Warnod, 1984**). Ce procédé consiste à immerger le matériel végétal dans un bain marie, à chauffer le mélange jusqu'à ébullition, puis à relâcher le mélange à la pression atmosphérique sous l'action de la chaleur pour libérer les molécules odorantes présentes dans les cellules végétales sous forme d'un mélange azéotropique. Bien que la plupart des compositions aient des points d'ébullition supérieur à 100°C, ils sont entraînés mécaniquement par la vapeur d'eau. Le refroidissement par condensation entraîne la séparation de l'eau et du mélange d'huiles essentielles par décantation (**Rassem et al., 2016**).

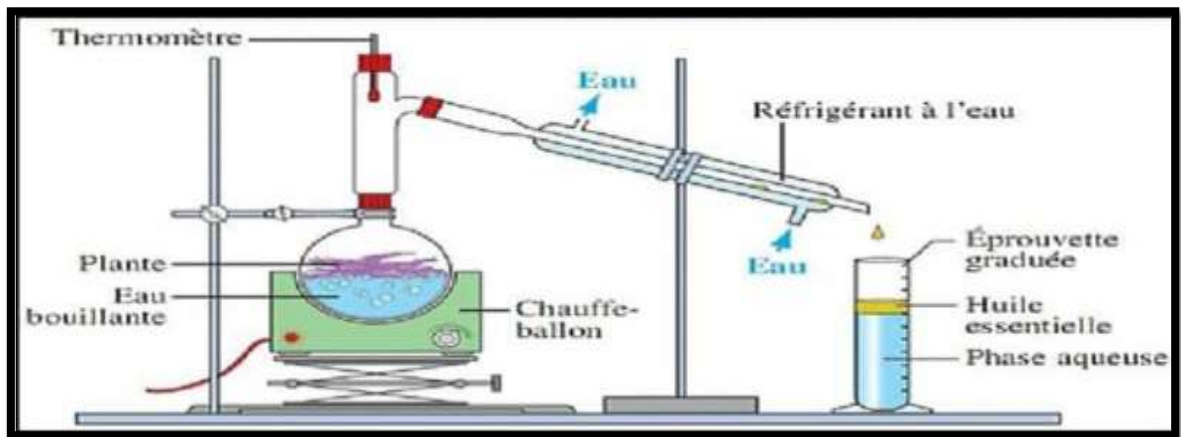


Figure 9: Schéma du principe de la technique d'hydro distillation (Goudjil, 2016)

II-5-2- Entraînement à la vapeur d'eau

La distillation à la vapeur est un type de distillation pour une plante sensible à la température, C'était une méthode de laboratoire populaire pour la purification de composés organiques. La distillation à la vapeur reste importante dans certains secteurs industriels (Fahlbuschet *al.*, 2003).

La distillation à la vapeur consiste à charger la matière végétale dans l'alambic sont soumises à la vapeur d'eau sans macération. La vapeur injectée traverse les plantes. Cette vapeur fonctionne comme des agents qui brisent les pores de la matière première et en libèrent l'huile essentielle. Le système produit un mélange de vapeur et d'huile essentielle désirée. le vapeur est ensuite condensée et l'huile essentielle est recueillie (Rai et Badami, 2004).

II-5-3- Extraction par micro-ondes assistés

De nombreux auteurs ont développé et présenté l'extraction par micro-ondes comme une méthode efficace pour extraire les huiles essentielles avec un temps d'extraction plus court que les méthodes précédentes. L'idée de base de la méthode repose sur l'utilisation de micro-ondes, qui stimulent les molécules d'eau dans la plante tout en rompant les cellules et en libérant les huiles essentielles qui ont été piégées dans les tissus extracellulaires de la plante (Lahlou, 2004).

II-5-4- Pression à froid

Le terme pressé à froid signifie théoriquement que l'huile est pressée à basse température et à basse pression. La méthode à froid est l'un des meilleurs moyens d'extraire les huiles essentielles. Ce procédé est utilisé pour la plupart des huiles de support et de nombreuses huiles essentielles. Ce processus garantit que l'huile résultante est 100% pure et conserve toutes les propriétés de la plante. C'est une méthode d'extraction mécanique où la chaleur

est réduite et minimisée tout au long du processus (**Rassem et al., 2016**).

II-5-5- Extraction par solvants

L'extraction par solvant est de loin le moyen le plus simple pour obtenir des HE et le plus couramment utilisé en laboratoire. Son principal inconvénient est la contamination de l'échantillon avec le solvant (ou les impuretés dans le solvant) qu'il faut éliminer complètement pour caractériser les qualités olfactives de l'huile ou afin d'étudier son activité biologique. Malheureusement nombreuses espèces à faible poids moléculaire sont souvent perdues lors de l'évaporation des solvants, ce qui dans certains cas peut modifier l'équilibre aromatique de l'huile essentielle. Par conséquent, les extraits obtenus par extraction au solvant ne peuvent pas être considérés comme de véritables huiles essentielles (**Franco-vega et Rami, 2014**).

II-6- Domaine d'utilisation des huiles essentielles

Les HEs sont utilisées depuis plus de millier d'années pour traiter les problèmes de peau, réduire le stress et l'épuisement, dynamiser le corps et favoriser la relaxation, les huiles essentielles sont largement employées dans l'industrie et la vie quotidienne. Elles sont fréquemment utilisées dans l'alimentation et la confiserie comme épices et arômes. Elles sont également utilisées dans les industries des cosmétiques et de la parfumerie, En raison de leur complexité, de leur fort arôme et de leur meilleure valeur commerciale, les composés actifs sont incorporés dans la production de produits de soins de la peau modernes. Ils ont été proposés comme conservateurs naturels des préparations cosmétiques en raison de leurs activités antimicrobiennes (**Mangena et Muyima, 1999**).

II-6-1- En cosmétologie

Le système de conservation des produits cosmétiques peut être amélioré grâce à l'utilisation de mélanges d'huiles essentielles naturelles aux propriétés antibactériennes, Les cosmétiques peuvent également contenir des huiles essentielles comme agents rafraîchissants (par exemple, menthol, camphre, menthe et huile d'eucalyptus) et des dérivés du menthol (par exemple, lactate de menthyle, menthoxypropanediol, hydroxybutyrate de menthyle, menthoxyfurane et glucoside de menthyle) qui donnent une sensation de fraîcheur durable à la peau (**Aburjai et Natsheh, 2003**).

Les ingrédients de parfumerie d'origine naturelle sont issus d'huiles essentielles. Les huiles essentielles elles-mêmes peuvent être considérées comme des parfums créatifs lorsqu'elles

sont ajoutées à une composition parfumée en améliorent l'odeur (**Paye et Maibach, 2010**).

II-6-2- En pharmacie

Les huiles essentielles sont utilisées depuis l'Antiquité, notamment en Asie où elles constituent la base des thérapies traditionnelles, Il est donc assez normal de trouver des huiles essentielles dans les disciplines de la pharmacie et de l'aromathérapie. Les huiles essentielles sont surtout utilisées dans les pharmacies pour aromatiser les formes pharmaceutiques et pour fabriquer des antiseptiques (**Fillatre, 2011**).

II-6-3- Agro-alimentaire

Les huiles essentielles ou leurs isolats sont utilisés pour leurs effets antimicrobiens ainsi que comme aromatisants. Elles jouent le rôle de conservateurs alimentaires (**Tiwari et al, 2009; Burt, 2004**).

II-7- Toxicité des huiles essentielles

Bien que certains effets défavorables aient été associés aux huiles essentielles, ils ont varié en fonction de la voie d'exposition et de la dose. (**Bard et al., 2008**). Ce n'est que lorsqu'elles sont administrées en grandes concentrations que les huiles essentielles peuvent sembler dangereuses par absorption (**Bard et al., 2008**).

L'anis, l'eucalyptus, le girofle et d'autres huiles régulièrement utilisées ont une DL 50 comprise entre 2 et 5 g/kg ou, le plus souvent, supérieure à 5 g/kg. En général, les huiles essentielles ont une toxicité orale aiguë faible ou extrêmement faible (camomille, citronnelle, lavande, marjolaine, vétiver, etc.). Parmi les autres substances dont la DL 50 est inférieure à 1 g/kg, citons l'origan et la sarriette (1,37 g/kg), l'essence de moutarde (0,34 g/kg) et l'huile essentielle de boldo (0,13 g/kg) (**Benzeggouta, 2005**).

La DL50 de l'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* se situe entre 500 et 5000 mg/kg, ce qui en fait un produit légèrement toxique (**Bertella, 2019**).

Chapitre III
Activités biologiques
des huiles essentielles

Il y a encore beaucoup à apprendre sur les fonctions physiologiques des huiles dans les plantes. Cependant, elles présentent des caractéristiques et des activités biologiques dues à la variété moléculaire des métabolites qu'elles contiennent (**Toure, 2015**).

La composition chimique d'une huile essentielle et les éventuelles interactions synergiques entre ses éléments constitutifs influent sur l'activité biologique de l'huile. Sa valeur est déterminée par l'ensemble de ses composants, et pas seulement sur les composés majoritaires (**Lahlou, 2004**). Parmi ces activités biologiques : l'activité antimicrobienne, anti-inflammatoire, anti carcinogène, antioxydante, analgésique, antithrombotique et insecticide (**Bertella, 2019**).

III-1- Activité anti-oxydante

Le pouvoir antioxydant de ces huiles a été exploré pour remplacer la conservation des aliments. La principale source de ce pouvoir est constituée par les phénols et les polyphénols (**Nadjia, 2015**).

La biologie des radicaux libres est de plus en plus prisée aujourd'hui, non seulement en raison de leur fonction dans des phénomènes aigus comme les traumatismes ou l'ischémie, mais aussi en raison de leur participation à de nombreuses pathologies chroniques liées au vieillissement, notamment le cancer, les troubles cardiovasculaires et inflammatoires, et la détérioration du système immunitaire (**Eric et al., 2005**).

III-2- Activités antimicrobiennes

III-2-1- Généralités

Les micro-organismes tels que les bactéries, les champignons, les virus et les protozoaires sont les agents responsables de nombreuses maladies infectieuses, et les composés ayant une activité spécifique contre ces micro-organismes, c'est-à-dire une activité antimicrobienne, sont nos meilleures armes pour traiter ces maladies (**Carson et Hammer, 2011**).

L'activité antimicrobienne des huiles essentielles peut être liée aux composés qu'elles contiennent, comme les monoterpènes, les sesquiterpènes et les composants non terpéniques tels que les phénylpropanoïdes ainsi que les composés soufrés qui sont souvent des composés antimicrobiens (**Carson et Hammer, 2011**).

III-2-1-1- Activité antifongique

Les huiles essentielles ou leurs principes actifs peuvent être utilisés comme mesures préventives contre les champignons et bactéries phytopathogènes qui s'infiltrent dans les aliments dans les domaines phytosanitaire et agroalimentaire (Cox et al., 2000).

Ces substances ont des propriétés antifongiques car elles augmentent la perméabilité de la membrane plasmique, ce qui provoque l'éclatement de la membrane, tuant ainsi la levure en permettant à son cytoplasme de s'écouler (Cox et al., 2000).

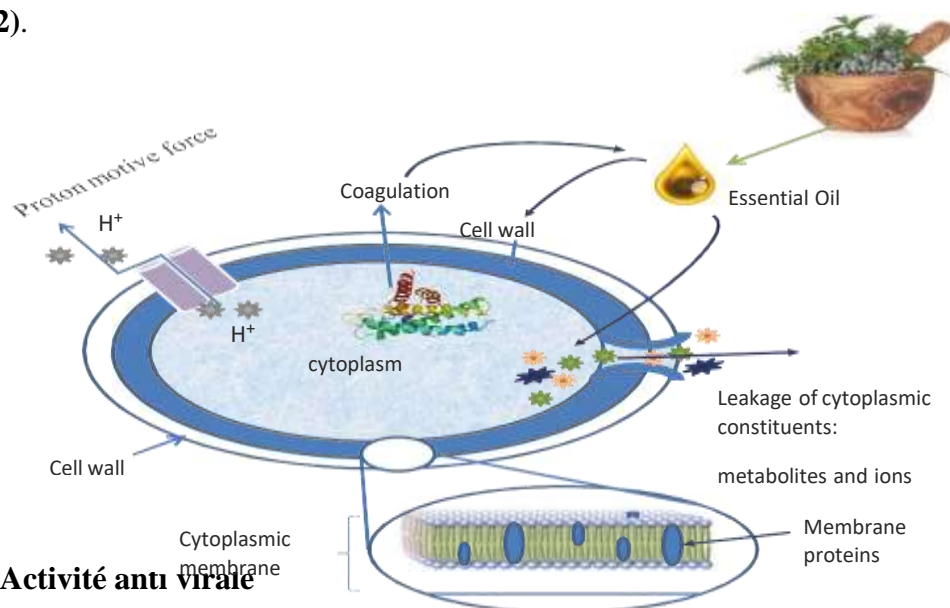
Il a été démontré que deux éléments des huiles essentielles, le carvacrol et le thymol, ont une activité antifongique contre les champignons responsables de la dégradation des aliments (Razzaghi-abyaneh et al., 2009).

III-2-1-2- Activité antibactérienne

Les bactéries à Gram-positives et à Gram-négatives ont démontré une sensibilité in vitro aux huiles essentielles et leur composant. Les deux techniques les plus utilisées sont la diffusion sur disque et la dilution dans un bouillon ou une gélose (Carson et Hammer, 2011).

Le mécanisme d'action des HEs sur les cellules bactérienne est encore mal connu (Burt, 2004). Cependant la variété des composés présents dans l'huile, l'activité antibactérienne semble résulter d'une combinaison de plusieurs modes d'action impliquant différentes cibles cellulaires (Guinoiseau, 2010).

La principale propriété des molécules des huiles essentielles est leur hydrophobie. Elle permet leur solubilisation dans les membranes, ce qui provoque une instabilité structurelle et augmente la perméabilité des membranes (Sikkematb et Bontt, 1994). Ces modifications entraînent une fuite d'ions et de substances intracellulaires. La mort cellulaire résulte d'une perte excessive de matière ou de la libération de composants cytoplasmiques qui sont nécessaires à la survie des bactéries (Ultee et al., 2002; Carson et al., 2002).



III-2-1-3- Activité anti virale

Figure 10: Mécanisme d'action des HEs sur la cellule bactérienne (Li et Chemat, 2014)

Les produits naturels, qu'il s'agisse de composés purs ou d'extraits de plantes standardisés, offrent des possibilités infinies pour le développement de nouveaux médicaments antiviraux, car leur diversité chimique offre une disponibilité inégalée (**Jassim et Naji, 2003**).

Les activités antivirales sont généralement évaluées *in vitro* par un test de réduction de l'effet cytopathique, un test de réduction du rendement viral et un test de réduction des plaques (**Kumari, 2018**). Généralement, tous les antiviraux inhibent les virus de manière dose-dépendante. Pour s'assurer que les HE aux concentrations dosées n'exercent pas de toxicité sur les cellules hôtes, il faut tester la cytotoxicité des HE, qui est décrite en termes de CC50 (50% de concentration cytotoxique), qui correspond à la concentration de HE qui réduit de 50 % la viabilité des cellules. La valeur IC50 est utilisée pour évaluer l'activité virale (concentration d'infection de 50 %) (**Ma et Yao, 2020**).

III-2-1-4- Activité anti parasite

Au cours des dernières années, les données concernant l'activité des huiles essentielles contre des parasites tels que les protozoaires sont devenues de plus en plus disponibles, ces études ont démontré que plusieurs huiles sont des agents antiprotozoaires (**Anthony et al., 2005**). *Leishmania spp.* sont les agents responsables de la leishmaniose, une maladie qui s'exprime de diverses manières, et leur sensibilité à diverses huiles essentielles notamment l'huile de *Ocimum gratissimum* (**Ueda-Nakamura et al., 2006**).

L'huile de citronnelle et l'huile d'*O. gratissimum* ont toutes deux montré une action antitrypanosomienne *in vitro* contre *Crithidia deanei* et *Herpetomonas samuelpeessoai*.

Malgré le fait que les deux organismes testés ne sont pas pathogènes chez les vertébrés, ils se sont avérés être de bons modèles d'infections trypanosomiennes humaines (**Carson et Hammer, 2011; Pedroso et al., 2006**).

III-2-1-5-Les microorganismes testés

➤ *Staphylococcus aureus*

Les espèces *Staphylococcus aureus* sont des cocci à Gram positif. Elles sont regroupées en diplocoques ou en petits amas (grappe de raisin). Les espèces de ce genre sont généralement non mobiles et sans capsule, à catalase-positives et fermentent le glucose. De nombreuses souches produisent fréquemment une pigmentation jaune à orange sur certains milieux après 2 à 3 jours d'incubation. Certaines souches de *Staphylococcus aureus* se développent mieux dans des environnements aérobies, ce sont la cause de méningite, ostéomyélite et la diarrhée (**Stevens et al., 2004**).



Règne : *Bacteria*

Division : *Firmicutes*

Classe : *Bacilli*

Ordre : *Bacillales*

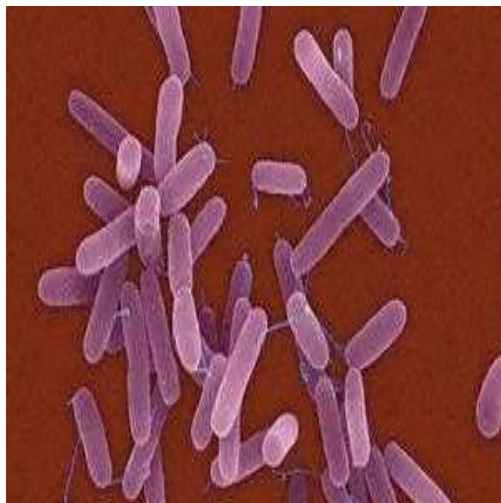
Famille : *Staphylococcaceae*

Genre : *Staphylococcus*

Espèce : *Staphylococcus aureus*

➤ *Pseudomonas aeruginosa*

Pseudomonas aeruginosa sont des bactéries Gram-négatives, aérobies, qui ne produisent pas de spores. Elles ont une activité oxydase et catalase. elle est mobile au moyen d'un ou deux flagelles polaires et est fréquemment isolé du sol et de l'eau. Elle est produit deux principaux types de pigments diffusibles solubles, la pyocyanine (phénazine bleue) et le pigment fluorescent pyoverdine (jaune-vert). La barrière de perméabilité fournie par sa membrane externe (lipopolysaccharides) est principalement responsable de sa résistance naturelle à de nombreux antibiotiques (**Stevens et al., 2004**).



Règne : *Bacteria*

Division : *Proteobacteria*

Classe : *Gammaproteobacteria*

Ordre : *Pseudomonadales*

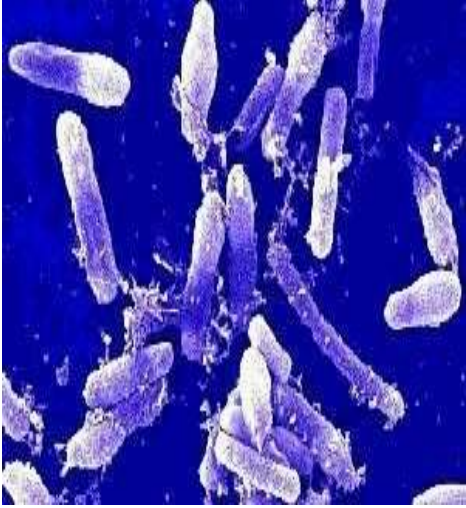
Famille : *Pseudomonadaceae*

Genre : *Pseudomonas*

Espèce : *Pseudomonas aeruginosa*


➤ ***Bacillus cereus***

Bacillus cereus sont des bâtonnets à Gram positif variable anaérobie facultatif formant des spores que l'on trouve en abondance dans l'environnement. Les températures de 25 à 37°C sont idéales pour la croissance, La majorité des souches sont catalase positives, possèdent des flagelles péritriches et sporulent en présence d'oxygène (**Drobniewski, 1993**).

	<p>Règne : Bacteria Embranchement : <i>Firmicutes</i> Classe : Bacilli Ordre : Bacillales Famille : Bacillaceae Genre : <i>Bacillus</i> Espèce : <i>Bacillus cereus</i></p>
--	---

➤ ***Candida albicans***

Candida albicans est un champignon commensal commun qui se développe dans la flore de la peau et des muqueuses. *C. albicans* en revanche peut provoquer une maladie des muqueuses. Une caractéristique frappante de *C. albicans* est sa capacité à se développer soit sous forme de levure bourgeonnante unicellulaire ou sous des formes filamenteuses de pseudohyphes et d'hyphes (**Sudbery, 2011**).

	<p>Règne: Fungi Division: Ascomycota Classe: Saccharomycetes Ordre: Saccharomycetales Famille: Saccharomycetaceae Genre : <i>Candida</i> Espèce : <i>Candida albicans</i></p>
---	---

Deuxième Partie :
Partie Expérimentale

Chapitre IV
Matériel et méthodes

IV-1- But d'étude

Notre travail a été réalisé dans le laboratoire de gestion durable des ressources naturelles en zones arides et semi-arides, centre universitaires Salhi Ahmed, Nâama. L'objectif de notre travail s'est porté sur l'étude des activités biologiques (antioxydante et antimicrobienne) de l'huile essentielle d'armoise blanche en vue de sa valorisation dans le domaine médical et pharmaceutique.

Notre travail est scindé en trois étapes ; à savoir l'extraction, la caractérisation chimique et enfin l'évaluation de l'activité antioxydante et antimicrobienne.

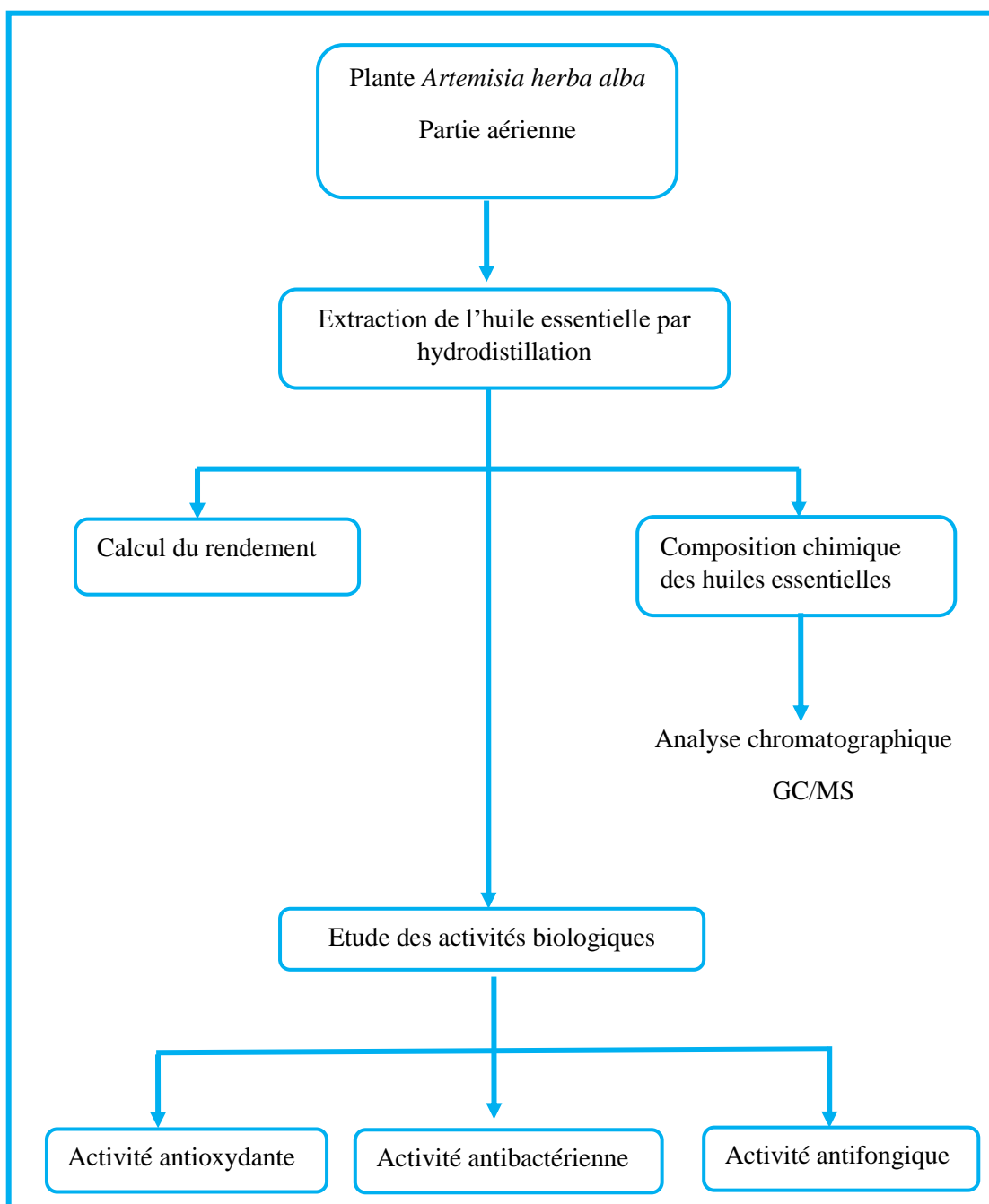


Figure 11 : Diagramme représentant le protocole expérimental.

IV-2- Identification de la plante

L'étude est réalisée sur la partie aérienne de la plante identifiée par Dr. Gordo Belkacem botaniste au département de sciences de la nature et de la vie, au centre universitaire SALHI AHMED de Nâama.

IV-3- Situation géographique de la plante

Les échantillons d'*Artemisia herba alba* sont récoltés durant la période de Janvier-Février 2022 dans la région d'El Biod de Wilaya de Naâma.

El Biod est une commune de la wilaya de Naâma en Algérie s'intègre dans le domaine des plateaux du Sud Oranais. Elle est située à 30 km au Nord-est de Méchria, et 70 Km au Sud de la Wilaya de Naâma. La ville d'El Biod a pour coordonnées géographiques (Latitude : 33° 45' 48" Nord, Longitude : 0° 7' 60" Ouest et altitude 1042 mètres).

Le climat qui prévaut dans cette région est semi-aride sec et froid.

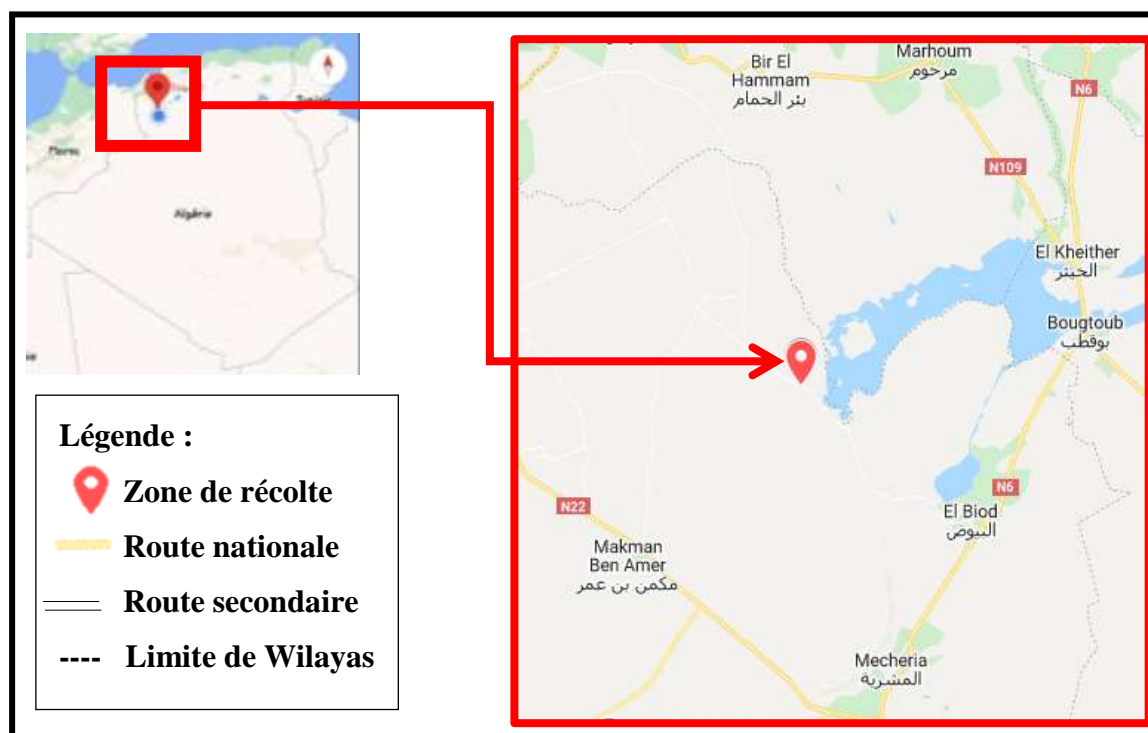


Figure 12: Cartes géographiques montrant la zone de récolte (Google maps 2022)

Après séchage dans un endroit sec à l'air libre et à l'abri des rayons solaires et de l'humidité durant 10 jours, les parties utilisées sont coupées en petites morceaux.

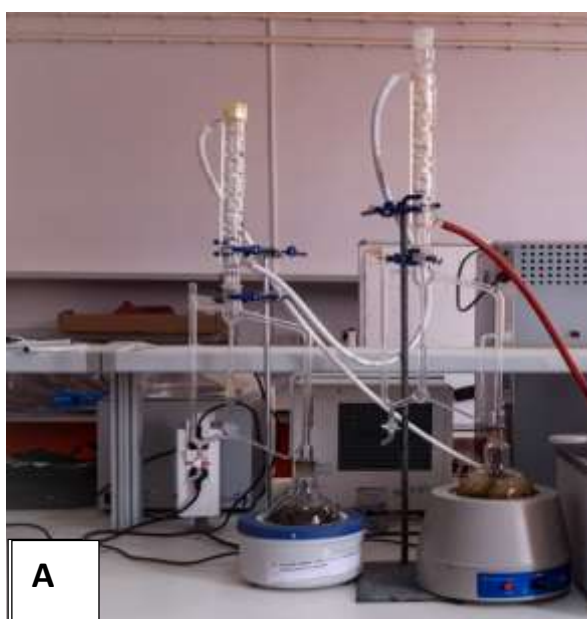
IV-4- Extraction des huiles essentielles

L'extraction d'huile essentielle est effectuée par hydro-distillation grâce à un appareil de type Clevenger, le système "Clevenger" recommandé par la Pharmacopée Européenne permet de recycler la phase aqueuse du distillat par un système de cohobages. En conséquence, l'eau et les molécules volatiles (huile essentielle) sont dissociées en fonction de leur différence de densité. Ce paramètre peut modifier le rendement de l'huile essentielle et sa composition chimique (Starmans et Nijhuis, 1996).

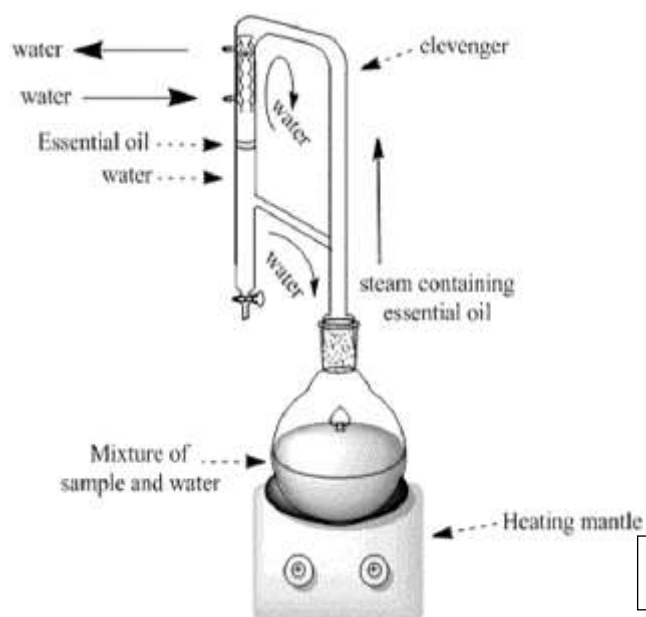
Mode opératoire

Une masse de 100 g de notre plante *Artemisia herba alba* (partie aérienne) est introduite dans un ballon en verre de 1000 ml additionnée de 700 ml d'eau distillée. Le mélange est porté à ébullition à l'aide d'un chauffe ballon pendant 2 à 3 heures, les vapeurs chargées d'huiles essentielles passent à travers le tube de condensation puis dans le réfrigérant, où il aura lieu la condensation, après un temps de repos de quelques minutes l'eau et l'huile se séparent par différence de densité (Mouas et al., 2017).

Le volume d'huile obtenu est récupéré dans une éprouvette. La masse d'huile essentielle est notée pour le calcul du rendement puis il est conservée à une température de 4-10°C, dans des tubes scellés hermétiquement pour les préserver de l'air, de la lumière et des variations de température qui sont des principaux agents de dégradation, jusqu'à utilisation ultérieure (Makhloufi et Boulanouar, 2018 ; Soro et al., 2015).



A



B

Figure 13 : Montage expérimental de l'hydrodistillation (A) Photo réelle et (B) Schéma représentant les différentes parties du clevenger (Samadi et al., 2017)

IV-5-Calcul du rendement

Le rendement en huile essentielle est défini comme étant le rapport de la masse de l'huile essentielle extraite et la masse de la matière végétale sèche. Le rendement est exprimé en pourcentage (%) selon (AFNOR, 2000) et calculé par la formule suivante :

$$R (\%) = (M'/M) \times 100$$

R= rendement en huile essentielle en %

M'= La masse en huile essentielle en gramme.

M= La masse en matière végétale en gramme.

IV-6-Détermination de la composition chimique de l'HE du *d'Artemisia herba alba* par GC/MS

Cette étape est réalisée au niveau de laboratoire de catalyse et de synthèse en chimie organique (LCSCO) université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen.

Principe :

La chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC-MS) est une technique d'analyse qui combine les performances de la chromatographie en phase gazeuse, pour la séparation des composés d'un échantillon, et de la spectrométrie de masse, pour la détection et l'identification des composés en fonction de leur rapport masse sur charge.

L'échantillon (huile essentiel 0.2µl) est introduit en tête de la colonne dans l'injecteur par une micro seringue. La colonne ballait en continu un gaz vecteur ; va entraîner les différentes composantes de l'échantillon et les amener ainsi à se détacher les unes des autres en fonction de leur affinité avec la phase stationnaire. Une fois séparées, ces différentes composantes sont alors bombardées par des électrons libres émis par un filament ce qui génère des molécules ionisées. A la fin ces molécules passent à un analyseur de masse quadripôle et se rendre jusqu'au détecteur pour l'obtention de spectre.



Figure 14 : appareil de chromatographie GC/ MS

Tableau 4: Les conditions opératoires des analyses chromatographiques (GC-MS)

Appareil utilise	Bruker SCION SQ
Phase stationnaire	Dimethylpolysiloxane
Colonne	HP-5MS (15m x 0,25mm)
Gaz vecteur	Helium avec un débit de 0.8 ml/min
Mode d'injection	Mode split 1:100
Température d'injecteur	250°C
Programmation de température	De 50° C à 250°C à raison de 2°C/1min
Type d'ionisation	Impact électrique
Intensité du filament	70 eV
Type d'analyseur de masse	Quadripôle

L'identification des différents constituants est réalisée en comparant leurs spectres de

masse à ceux des produits de référence contenus dans les bibliothèques informatisées disponibles (NIST).

IV-7-Etude des activités biologiques :

IV-7-1- Activité anti-oxydante (piégeage du radical libre DPPH) :

le DPPH, également connu sous le nom de (2,2-diphényl 1-picrylhydrazyl), présente une absorbance distinctive à 517 nm. En présence d'antioxydant l'électron célibataire devient apparié, ce qui conduit à la décoloration de DPPH• du violet (forme radicalaire DPPH•) au jaune (forme réduite DPPH-H). Cette décoloration représente la capacité d'échantillon de piéger ce radical.

On peut résumer la réaction sous l'équation et la forme suivante :

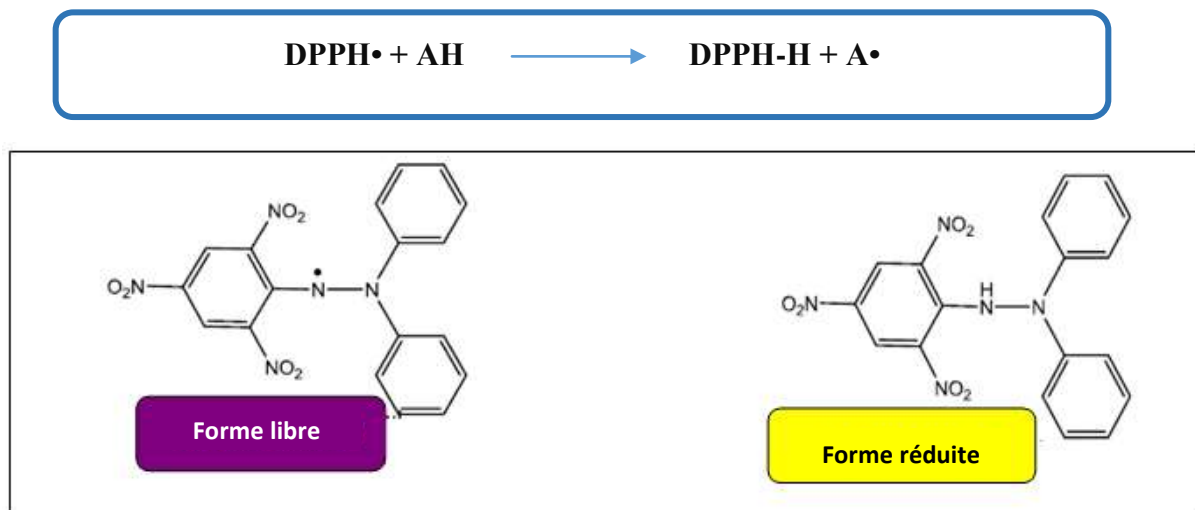


Figure 15: la forme libre et réduite du DPPH

Mode opératoire

L'activité antioxydante des huiles essentielles est évaluée par la méthode de DPPH selon le protocole décrit par **Himed et al., (2019)** avec quelques modifications, par la dissolution de 2,4 mg de DPPH dans 100mL de méthanol. 25 μL de chacune des solutions méthanoliques d'huile essentielle testé à différentes concentrations (25, 12.5, 10, 5, 2.5 %) qui sont ajoutées à 975 μL de la solution méthanolique de DPPH. Le mélange est laissé à température ambiante dans l'obscurité pendant 30 min avec un témoin négatif contenant DPPH dans du méthanol sans huile essentielle, mesurées à 517 nm. Chaque expérience est répétée trois fois.

L'activité anti-radicalaire est estimée selon l'équation suivante :

$$I\% = [(A_0 - A) / A_0] \times 100$$

I (%) : Pourcentage d'inhibition du DPPH•
DPPH•

A₀ : Absorbance de la solution du

A : Absorbance de la solution du DPPH• + HE.

A titre d'indication, l'acide ascorbique comme standard (le contrôle positif) connu pour son effet anti-radicalaire est testé en parallèle. Quant aux concentrations inhibitrices (IC₅₀), elles sont calculées à partir des courbes de régression linéaire.

IV-7-2- Activité antimicrobienne

Des souches de références de L'American type culture collection (ATCC) qui ont fait l'objet de cette étude sont choisis pour leur pathogénicité, 4 bactéries et 2 levures fournies par Dr Aissaoui.

Pour l'évaluation de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles d'*Artemisia herba alba* nous avons adopté pour le screening primaire la méthode de diffusion sur milieu gélosé, autrement nommée la méthode des disques :

Tableau 5: les souches de références testées

Souches	Codes	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	ATCC 27853	Gram-
<i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC 25923	Gram+
<i>Bacillus cereus</i>	ATCC 10876	Gram+
<i>Candida albicans</i>	ATCC 10 231	/
<i>Candida albicans</i>	ATCC 26 790	/

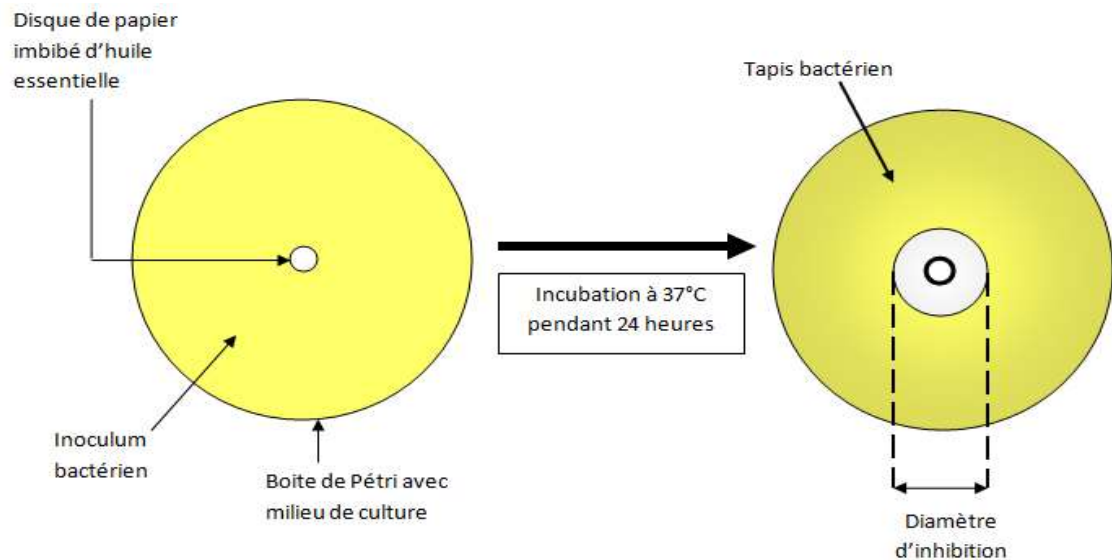


Figure 16: Principe de la méthode de diffusion sur milieu gélosé

Mode opératoire :

- **Préparation d'inoculum :** A partir des cultures jeunes et pures, on prélève 3 à 5 colonies bien isolées dans 5 ml d'eau physiologique stérile, on agite au vortex pendant quelques secondes. La standardisation de la suspension est réalisée à l'aide d'un colorimètre réglé sur une longueur d'onde 625 nm, la densité optique (DO) comprise entre 0.08 et 0.1 ce qui correspond à une concentration de 10^7 à 10^8 UFC/ml CLSI (2010). Quant aux levures, une densité optique comprise entre 0.12 et 0.15 mesurée à 590 nm, correspondant à une concentration de 10^6 UFC/ml.
- **Préparation des disques :** des disques de papier filtre whatman de 6 mm de diamètre, stériles sont chargés de deux volumes de l'huile brute : 5 et 10ul de l'huile essentielle naturel.
- **Ensemencement :** les boites préalablement coulées par la Gélose Muller-Hinton ou Sabouraud sontensemencées par écouvillonnage de façon à avoir une charge microbienne répartie de façon homogène à la surface du milieu.
- A l'aide d'une pince stérile, les disques contenant l'huile sont ainsi déposés à la surface de la géloseensemencée au préalable. Nous avons utilisé la gentamicine et l'amphotéricine B comme contrôles positifs. Les expériences ont été conduites en triples et la moyenne a été calculée.

La lecture :

Après une incubation de 24 heures à 37°C pour les bactéries et 48h à 30°C pour les levures, l'activité antimicrobienne est estimée en mesurant les diamètres des zones d'inhibition en mm à l'aide d'une règle graduée. Les résultats obtenus sont comparés avec les intervalles déterminés par **Ponce et al., (2003)** représentés dans le **Tableau 6** ci-dessous :

Tableau 7: L'expression des diamètres des zones d'inhibition (**Ponce et al., 2003**)

Diamètre de la zone d'inhibition en (mm)	Sensibilité du germe	
D<8	-	Résistant
8<D<14	+	Sensible
14<D<20	++	Très sensible
D>20	+++	Extrêmement sensible

IV-7-2-1- Détermination de la concentration minimale inhibitrice CMI

Seules les souches montrant une sensibilité à l'huile essentielle sont sélectionnées pour déterminer la concentration minimale inhibitrice (CMI).

La CMI a été déterminée par la méthode de micro-dilution en utilisant les microplaques de 96 puits à fond rond : 100µL de bouillon (BHIB pour les bactéries et le bouillon Sabouraud pour les levures additionnées de Tween 80) ont été déposés dans tous les puits. Ensuite, une série de 10 dilutions de l'huile essentielle diluée dans du DMSO (50 % v/v) est faite pour obtenir des concentrations allant de 12.5 à 0,02% v/v ; 100µL d'huile est mélangée avec 100 µL de milieu de culture. Après avoir bien mélangé le contenu du 1^{er} puits, 100 µl est prélevé, puis déposé dans le 2^{ème} puits, et ainsi de suite jusqu'au 10^{ème} puits où 100µl restantes est éliminé. Par conséquent, nous obtenons une dilution 1/2 entre chaque puits.

Enfin, 100 µL de chaque souche (une charge bactérienne de 5×10^5 UFC/ml et une charge levurienne de 2×10^4 UFC/ml) sont ajoutés à chaque puits. Les deux derniers puits représentent des témoins négatifs : le puits n°11 contient le milieu de culture et l'inoculum et le puits n°12 contient uniquement le bouillon.

Après l'incubation, la CMI est déterminée comme étant la plus faible concentration d'huile essentielle inhibant la croissance microbienne visible à l'œil nu selon les recommandations de Clinical and Laboratory Standards Institute (**CLSI, 2012**).

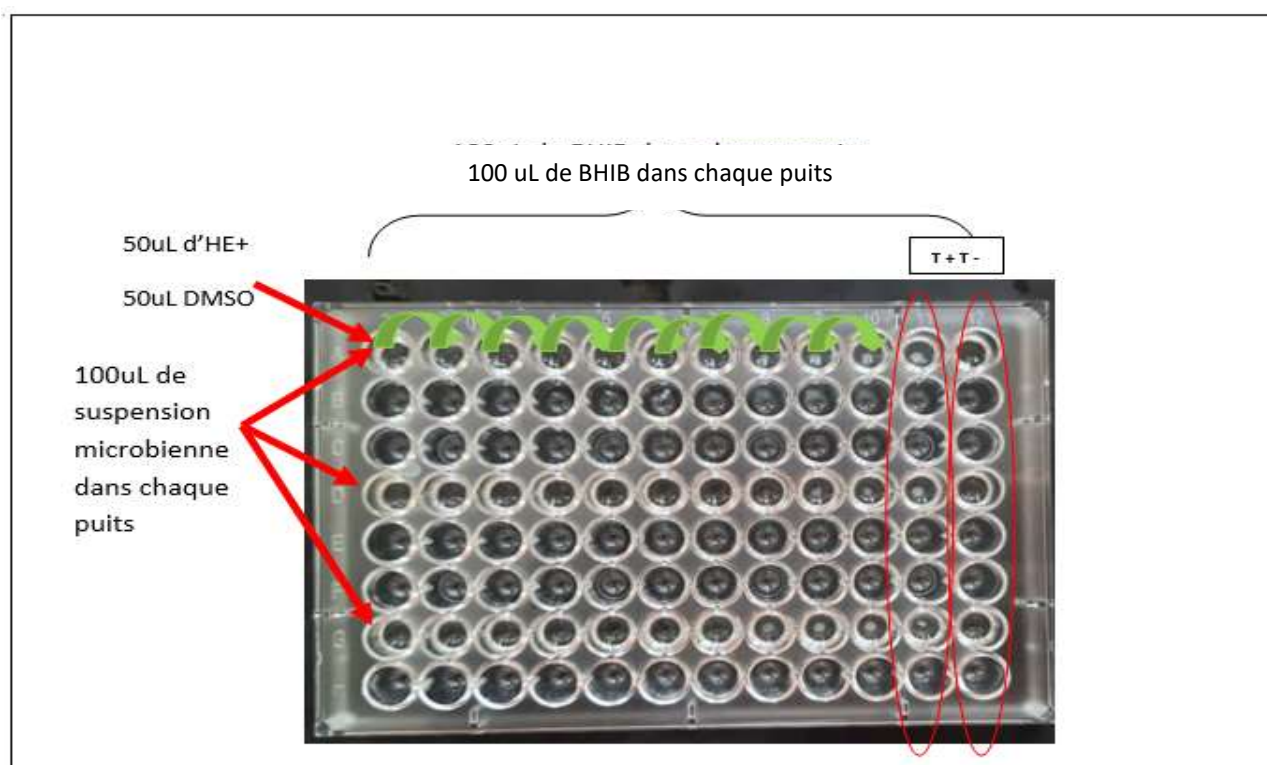


Figure 17: Schéma simplifié de la méthode de micro-dilution.

IV-7-2-2- Détermination de la concentration minimale bactéricide (CMB) et la concentration minimale fongicide (CMF)

Pour déterminer la concentration bactéricide minimale (CMB) et la concentration minimale fongicide (CMF), chaque puits ne présentant aucune croissance visible sont ensemencés dans des boîtes de Pétri coulées par la gélose Muller-Hinton pour les bactéries et la gélose Sabouraud pour les levures. La CMB et la CMF sont la plus faible concentration où aucune croissance ne sera observée visiblement à partir des boîtes.

Afin d'interprétation de l'effet antimicrobien, le rapport CMB/CMI est calculé pour l'effet bactéricide/bactériostatique pour les bactéries et l'effet fongicide/fongistatique pour les levures. Si le ratio est ≤ 4 , alors l'effet est bactéricide ou fongicide, tandis que si le ration est > 4 , alors l'effet est bactériostatique ou fongistatique (Siddiqui et al., 2013 ; Rakholiya et al., 2015).

Chapitre V
Résultats et
discussions

V-1- Rendement d'extraction

L'huile essentielle a été extraite par hydro-distillation dans un appareil de type Clevenger modifié à partir d'une plante sèche, nous avons obtenu une huile de couleur jaune pâle avec une odeur marquée et aggravée.

Le rendement en huile essentielle d'*Artemisia herba alba* Asso est :

Rendement en % = 0.56 ± 0.01

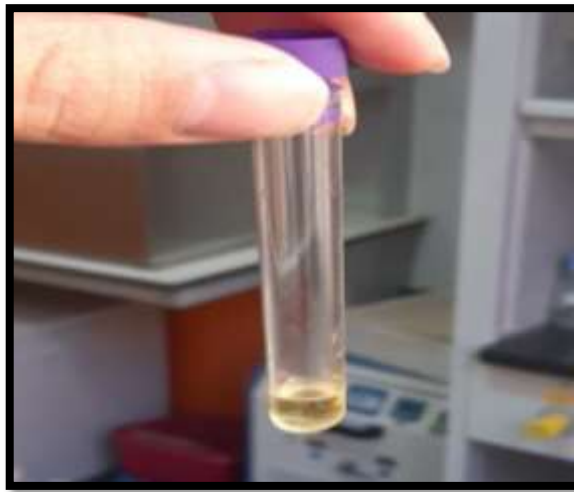


Figure 18: Huile essentielle d'*Artemisia herba alba* Asso

Le rendement de notre huile d'*Artemisia herba-alba* atteint un maximum de (0.56%). Notre résultats sont similaires aux résultats du rendement de la région de Taznakt (0.56%) (**Bakali, 2012**), est aussi égal au rendement de la région de Guercif récoltés en moins septembre (0,56 %) (**Ghanmi et al., 2010**). Ces résultats restent inférieures par rapport à ceux trouvés par certains auteurs dans des différentes régions en Algérie : la région de Batna (0.64%) (**Bertella, 2019**), Djelfa (0.8%) (**Lakehal et al., 2016**), de Biskra (0,95%) (**Bezza et al., 2010**), de Mecheria (1%) (**Zohra, 2015**), de M'sila (1,02%) (**Dob et Benabdelkader, 2006**) et de Souk Ahrass (1.19%) (**Delimi et al., 2017**).

La valeur de rendement minimale de l'armoise blanche de Sinai était de 0,1 % (**Fleisher et al., 2002**), tandis que le rendement le plus élevé se situe à 4.9 % pour la plante récoltée dans la zone d'El Kef en Tunisie (**Boukrich et al., 2010**). La génétique de plante, la zone géographique, les conditions pédoclimatiques et édaphiques, la période de séchage, la

technique d'extraction et la période de collecte sont des facteurs limitants qui peuvent avoir un impact direct sur le rendement (Fellah et al., 2006).

V-2- Composition chimique

La composition chimique de l'huile a été étudiée par la technique GC/MS. Les pourcentages des composants identifiés sont énumérés dans le **Tableau 7** dans l'ordre de leurs temps de rétention. A partir des données obtenues, 30 composants correspondant à 73.86 % de l'huile ont été identifiés.

Tableau 8 : Composition chimique d'huile essentielle d'*Artemisia herba alba*.

Composition chimique d'huile essentielle d'<i>Artemisia herba alba</i>			
Pic	TR	Composé	%
1	7.450	α - pinène	0.41
2	8.255	Camphène	2.78
3	10.07	α - phellandrène	0.38
4	14.93	p-cymène	0.63
5	15.65	1,8- cinéole	1.6
6	18.82	Sabinène	0.28
7	23.42	α-Thujone	9.95
8	24.38	β- Thujone	3.05
9	25.39	Chrysanthénone	23.15
10	26.75	Camphre	18.72
11	28.16	Pinocarvone	0.89
12	28.72	Bornéol	2.58
13	28.88	β - Elemene	0.73
14	29.06	α -Terpineol	0.33
15	29.68	Terpinéol-4-ol	0.53
16	30.104	Carvone	0.15
17	32.10	Verbenone	0.26
18	34.26	γ - Elemene	0.32
19	34.37	Cis-carvyl acétate	0.37

20	36.87	Isopipérite none	0.84
21	38.04	Bornyl acétate	0.36
22	38.38	Thymol	0.26
23	39.62	Phenol-4-éthyl	0.54
24	40.14	Eucarvone	1.42
25	50.52	Germacrène D	0.86
26	51.47	Bicyclogermacrène	0.36
27	56.02	Spathulenol	0.49
28	57.38	Artemisia cétone	0.49
29	78.19	Bornylbromide	0.13
30	96.17	Dibenzylcétoxime	1.003
Total identification: 73.86%			
Monoterpènes hydrocarbonés: 4.61%			
Monoterpènes oxygénés : 64.69%			
Sesquiterpènes hydrocarbonés : 2.27%			

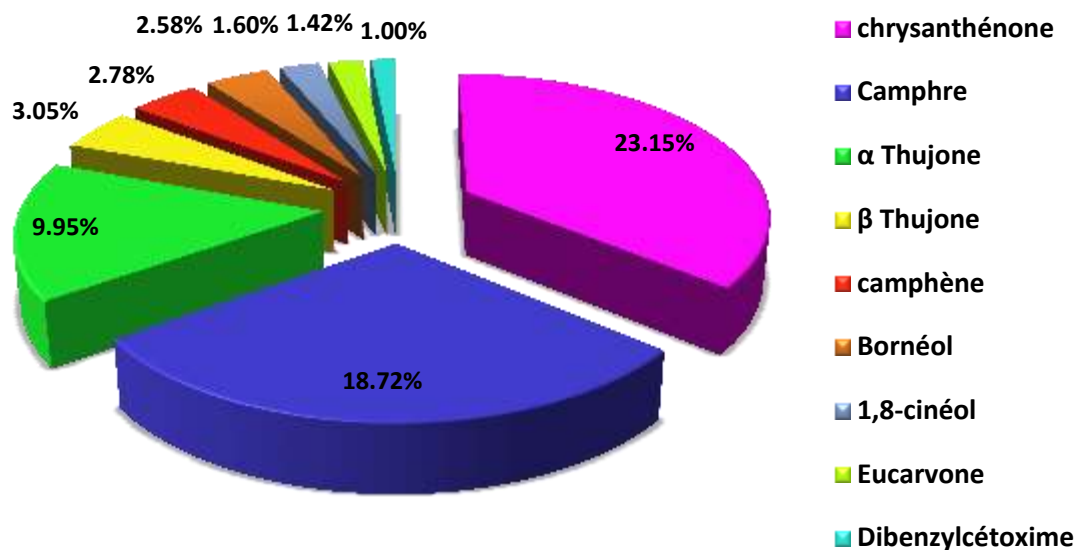
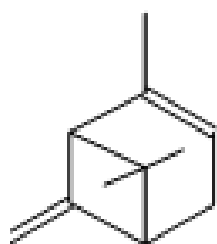


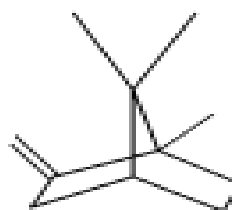
Figure 19: Distribution en fonction du pourcentage des composants majoritaire de l'huile essentielle d'*Artemisia herba alba*.

L'étude chromatographique des HE de l'armoise blanche a mis en évidence la prédominance des monoterpènes oxygénés dont deux sont majoritaires : le chrysanthénone

(23,15%) et le camphre (18.72%). Certains monoterpènes sont présents avec des pourcentages relativement importants comme l' α -thujone (9,95%) et le β -thujone (3,05%). Nos résultats concordent avec la composition rapportée par Ghanmi et *al* (2010) et Paolini et *al.* (2010) sur des espèces marocaines, dont le chrysanthénone, le camphre, α - et le β -thujone sont des composés majoritaires. Des observations similaires ont été obtenues par Zaim et *al.* (2012). Ces derniers en travaillant sur *Artemisia herba alba* du Ourzazate (sud du Maroc) ont démontré que l'huile essentielle d'AHA est composée principalement par le chrysanthénone (28.10%) et le camphre (26.67%).



Chrysanthénone



Camphre

Figure 20: structure chimique des composants majoritaire de l'huile essentielle d'*A. herba alba*.

Notre huile est considéré comme chémotype de chrysanthénone, similaire à ceux d'une étude réalisée par Boukhenoufa et *al* en (2019) sur l'huile d'*Artemisia herba alba* collectée dans la région de Mascara (Algérie) dont un pourcentage de chrysanthénone de (19.6%), il est intéressant de signaler que ce dernier est le principal composé de l'huile essentielle des plantes collectées à la région de Thala (Tunisie) (17.4% ; **Dhifallah et al., 2021**), à Mascara (19.6% ; **Boukhenoufa et al., 2019**), Et à Sahara d'Algérie (40.9% ; **Boutemak et al., 2009**). Par contre, il est trouvé en faible quantités (4.94%, 2.3%) dans celle de la région de Gafsa « Tunisie » (**Zouari, 2010**) et Matmata (**Akrout, 2004**) respectivement et il est absent dans les HEs d'Ichemoul et de Jordanie (**Hudaib, 2006**).

Le camphre qui est aussi l'un des composés majeurs de notre huile avec un taux de (18.72%), il a été retrouvée avec une dominance au Maroc (Taforalt, Machraa) par **Imelouane et al** et **Paolini et al., (2010)**, en Algérie (Mécheria, Nord sahara, M'sila, Djelfa, Bejaia, Saida) par **Houmani et al., (2004)**, **Belhattab et al., (2014)**, **Dahmani-Hamzaoui et al., (2010)**, **Dob et Ben abdelkader (2006)**, **Maiza-Benabdesselam (2011)**

et **Bouzidi et Mederbal (2016)** et en Irak (désert de Karbala) par **Abaas et al., (2013)**. Il est présent en fort pourcentage (50.5%) dans le Chih de Batna (**Bertella, 2019**).

la quantité de l' α – Thujone rapportée ici, est similaire à celle trouvée dans la plante recueillie à Gafsa et Thala en Tunisie avec un pourcentage de 8.57% et 10.34% respectivement (**Zouari et al., 2010, Dhifallah et al., 2021**). Ce même composé est majoritaire dans l'HE d'AHA collectée de Bougaa en Algérie avec pourcentage de 28.1% (**Belhattab et al, 2014**), de Matmata et de Jordanie (respectivement 44,00 et 16,00 %) (**Akrout, 2004; Hudaib, 2006**).

Des résultats relativement différents ont été obtenus par certains auteurs, notamment **Tilaoui et al, (2011), Neffati et al, (2008)** en travaillant sur l'AHA ont montré la dominance du verbénol, de l'oxyde de bisabolène, l'époxyde de farnésène, la pinocarvone, méthylbutyrate d'isoamyle, l' α -copaène et le limonène.

Malgré la présence de quelques composants communs, il apparaît que l'espèce *Artemisia herba alba* est caractérisée par une importante variabilité intra-spécifique dans le profil chimique de ses huiles essentielles qui a été bien montré qualitativement et quantitativement dans l'abondance de leurs constituants.

En effet, cette variabilité intra-spécifique existante au sein de l'espèce *Artemisia herba alba* peut être due à la saison et le lieu de la récolte (**Ghanmi et al., 2010**). La distinction dans les teneurs de ces composés peut être attribuée à la variété des paramètres naturels (organisation phénologique de la plante, étirement biotique et abiotique, etc.) qui coordonnent la biosynthèse vers la formation particulière de certains éléments, des facteurs génétiques et influence du procédé d'obtention des huiles essentielles (l'hydrodistillation induire l'hydrolyse des esters, des réarrangements, des isomérisations et des oxydations) (**Touil, 2012 ; Hussain et al., 2013**).

V-3- Activité anti-oxydante

A partir des résultats obtenus dans les **Figures 21 et 22**, nous avons calculé graphiquement les valeurs de la concentration inhibitrice 50 (IC₅₀) à l'aide d'une courbe linéaire de pourcentage d'inhibition en fonction des différentes concentrations d'huile essentielle., Les données sont affichées sur le **Tableau 8**, Une activité intéressante a été observée pour notre l'huile avec une IC₅₀ de **182.56µg/ml**, mais elle est Antioxydante moins efficace que celle de l'acide ascorbique **4.05µg/ml** qui est connu par son haut potentiel.

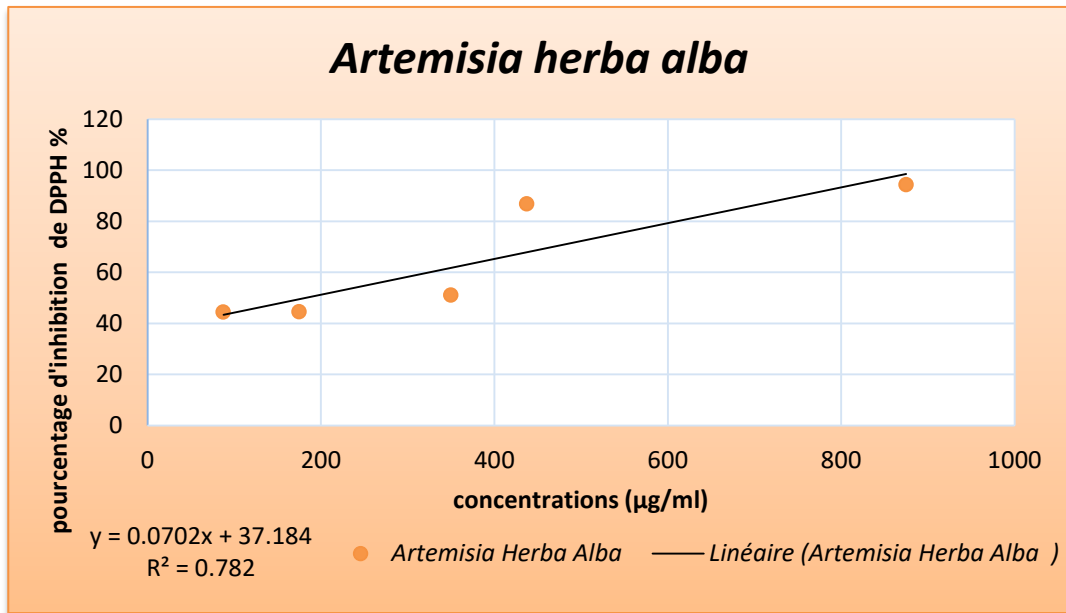


Figure 21 : Courbe graphique montrant les taux d'inhibition du radical libre DPPH de l'*A. herba alba*

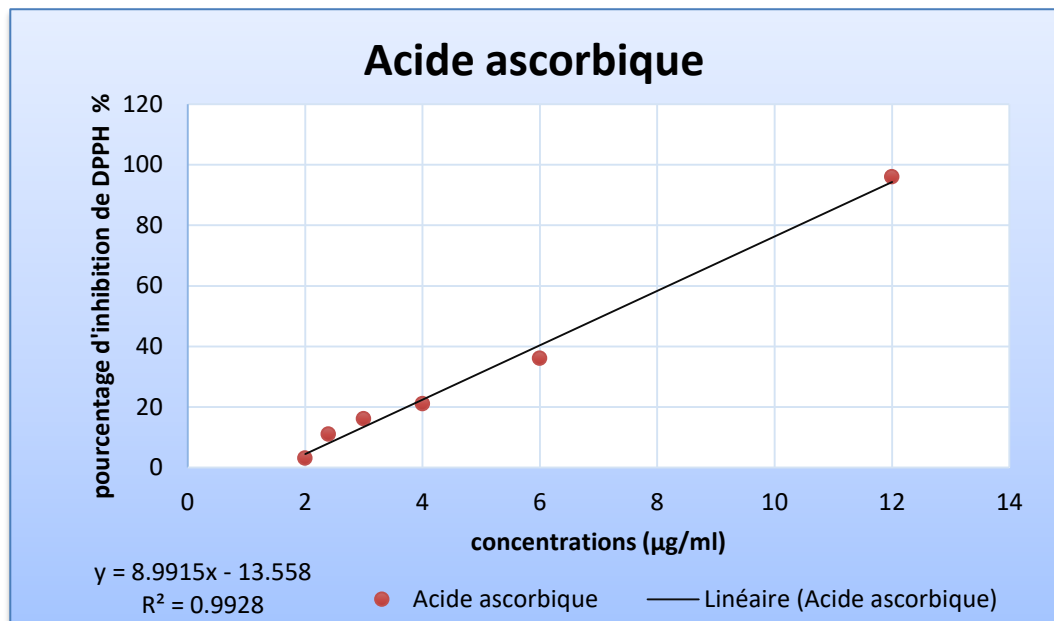


Figure 22 : Courbes graphiques montrant les taux d'inhibition du radical libre DPPH de l'acide ascorbique

Tableau 9: Valeurs IC50 de l'huile essentielle d'AHA et de l'acide ascorbique

Echantillon	IC50 (µg/ml)
HE d' <i>Artemisia herba alba</i> Asso	182.56
Acide ascorbique	4.05

La IC50 est liée à la capacité antioxydante d'un composé à réduire 50 % des radicaux libres. Plus la valeur de la IC50 est faible, plus l'action antioxydante d'un composé est élevée (Laib, 2011).

La valeur de IC50 de notre huile essentielle *d'Artemisia herba alba* semble être plus basse que celle trouvée dans les recherches précédentes comme Ed-dra et al., (2021) qui ont trouvé une IC50 de 1.13 mg/ml.

Ainsi, des résultats proches et comparables à notre résultat, rapporté par Zouari et al., (2010) où IC50 est de 0.14 mg/ml. Par contre, il y a des études enregistrée par Dhifallah et al., (2021) qui présente un IC50 de 80 µg/ml donc une activité antioxydante plus forte que notre huile.

la propriété *d'Artemisia herba alba* d'être un agent de piégeage des radicaux a été attribuée à sa richesse en composés oxygénés (mono et sesquiterpène) tels que 1,8 cineole, le camphre et autres qui sont connus par leur activité antioxydante (Selmi et al., 2016), ou à l'effet synergique de plusieurs composés d'une huile (Younsi et al., 2016).

Boukhalkhal et ses collègues en (2018) ont affirmés que les résultats de l'activité antioxydante ne sont pas fiables en raison des différents paramètres utilisés lors de l'analyse et des protocoles modifiés qui utilisent différentes concentrations de DPPH, différents solvants (méthanol or éthanol....), et différents temps de réaction (15, 30 et 60 minutes).

V-4- Activité antimicrobienne

La technique de diffusion sur disque (aromatogramme) a été utilisée pour l'ensemble des microorganismes testés, Ce test initial nous a permis de mettre en évidence le pouvoir antimicrobienne d'huile essentielle de l'armoise blanche à différentes concentrations (5ul, 10ul).

Le tableau suivant résume nos résultats-

Tableau 10 : Résultats d'activité antimicrobienne (diamètre des zones d'inhibition)

Microorganismes	HE d' <i>Artemisia herba alba</i>		Contrôle	
	5ul	10ul	Gentamicine	Ampho B
Bactéries à Gram +				
<i>Staphylococcus aureus</i>	10 ± 0	16.6 ± 1.4	21	/
<i>Bacillus cereus</i>	15.6 ± 0.4	18 ± 0	21.5	/
Bactéries à Gram-				
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	19.6 ± 1.4	0	20	/
Levures				
<i>Candida albicans</i> 10 231	21 ± 0.0	21.6 ± 0.3	/	32
<i>Candida albicans</i> 26 790	20.3 ± 1.6	22.3 ± 0.6	/	30

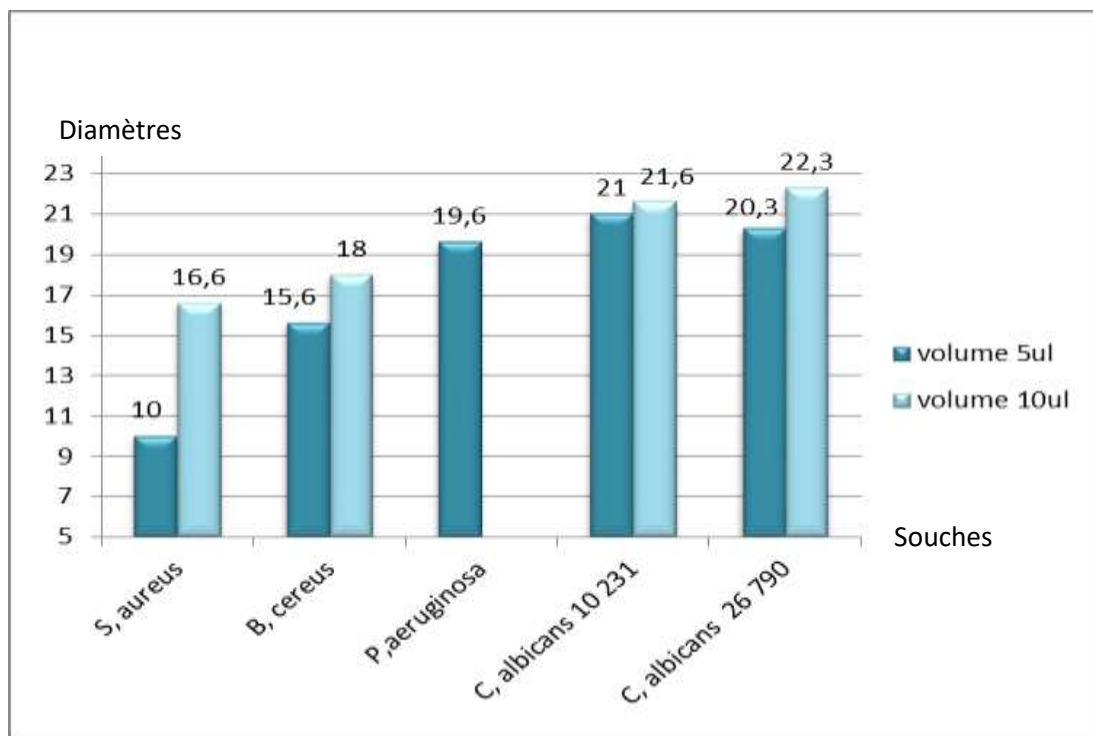


Figure 23 : Résultats d'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de Chih à différents concentrations (5ul, 10ul)

Les résultats présentés dans le **Tableau 9** montrent que l'effet antimicrobien de l'huile essentielle *d'Artemisia herba alba* sur les souches bactériennes et les champignons testés présente une forte sensibilité à la plupart des bactéries employées à 5µl d'HE pure et à 10 µl sauf pour *Pseudomonas aeruginosa*.

Les diamètres d'inhibition enregistrés sont variés de 10 mm à 22.3 mm. Les plus élevés(>19mm) ont été remarqués sur *Candida albicans* 26 790, *Candida albicans* 10 231 pour les deux concentrations, *Pseudomonas aeruginosa* à la dose de 5ul avec un diamètre de 19.5mm. Cependant, *Bacillus cereus* a un diamètre de 18mm pour 10ul d'HE. Le plus faible est obtenu avec *Staphylococcus aureus* pour 5ul. La gentamycine a présenté un effet d'inhibition plus significatif que l'HE (le diamètre d'inhibition était compris entre 20 et 21.5 mm). Ces résultats confirment l'importante activité antimicrobienne de l'huile essentielle d'*A. herba alba*.

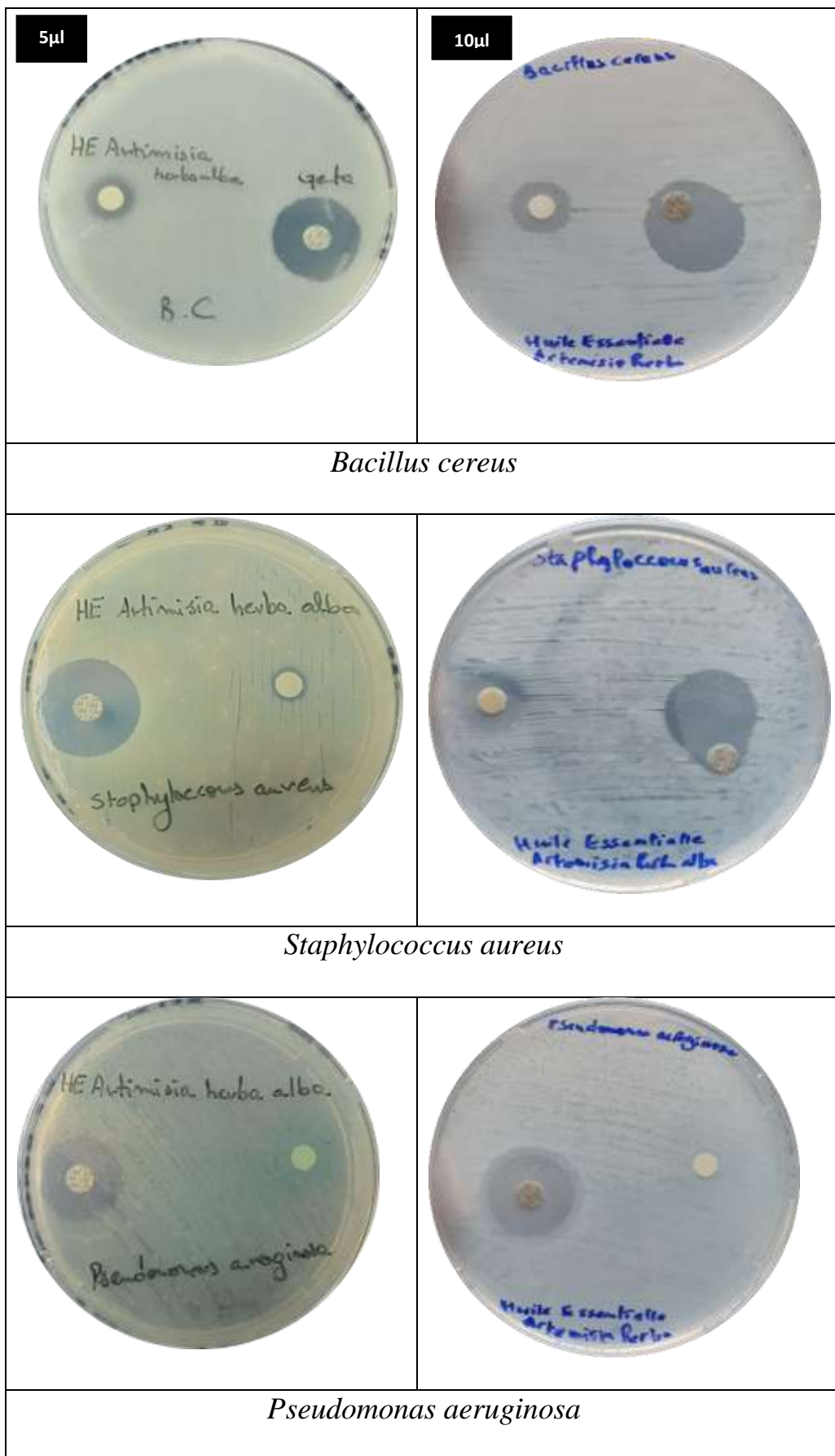


Figure 24 : Zones d'inhibition des souches bactériennes par méthode de diffusion par disque

Selon le classement effectué par **Ponce et al., (2003)**, les résultats obtenus montrent que les souches les très sensibles sont : *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* et *Pseudomonas aeruginosa*. Alors que les levures *Candida albicans* 10 231 et *Candida albicans* 26 790 sont parmi les souches extrêmement sensibles.

Les résultats de notre étude sont proches à ceux d'une étude antérieure réalisée par **Younsi et al (2016)** sur cette même espèce contre *Staphylococcus aureus* dont le diamètre de la zone d'inhibition est de (17mm), *Bacillus cereus* (17.5mm) et *Pseudomonas aeruginosa* (20mm) mais elle a résisté à une forte concentration en HE.

Par contre, à la dose de 10 µl l'huile essentielle présente une résistance vis-à-vis *Pseudomonas aeruginosa*. Nos résultats sont en accord avec (**Lakehal et al, 2017**).

En effet, cette bactérie possède une résistance intrinsèque aux agents biocides, en relation avec la nature de sa membrane externe. Cette dernière est composée de lipopolysaccharides qui forment une barrière imperméable aux composés hydrophobes. En présence d'agents perméabilisant de la membrane externe, des substances inactives contre *P. aeruginosa* deviennent actives (**Mann et al., 2000**).

Toutefois, l'activité levuricide de l'HE brute de l'Armoise blanche est considérable, la zone d'inhibition des deux espèces de *Candida albicans* est remarquable avec un diamètre qui varie entre (20.3 et 22.3mm).

Nos résultats sont en général en accord avec les travaux de **Boukhennoufa et al., (2019)** sur *candida albicans* (la souche N04) dont le diamètre d'inhibition est de 22mm.

D'autre part, Plusieurs travaux ont mis en évidence une sensibilité inférieure par rapport à nos résultats : **Mighri et al., (2010)** qui ont testé quatre types (I,II,III et IV) d'huiles essentielles d'*A herba alba* sur *C. albicans* et ils ont mentionné un diamètre d'inhibition varie entre 13.3mm à 19mm.

Par contre (**Nouzha et al., 2018**) ont trouvé que AHA présente une sensibilité extrême (zone d'inhibition de 33.85 mm) vis-à-vis cette même levure. Cette différence peut être s'expliquer par le profil chimique propre à chaque HE d'une même espèce.

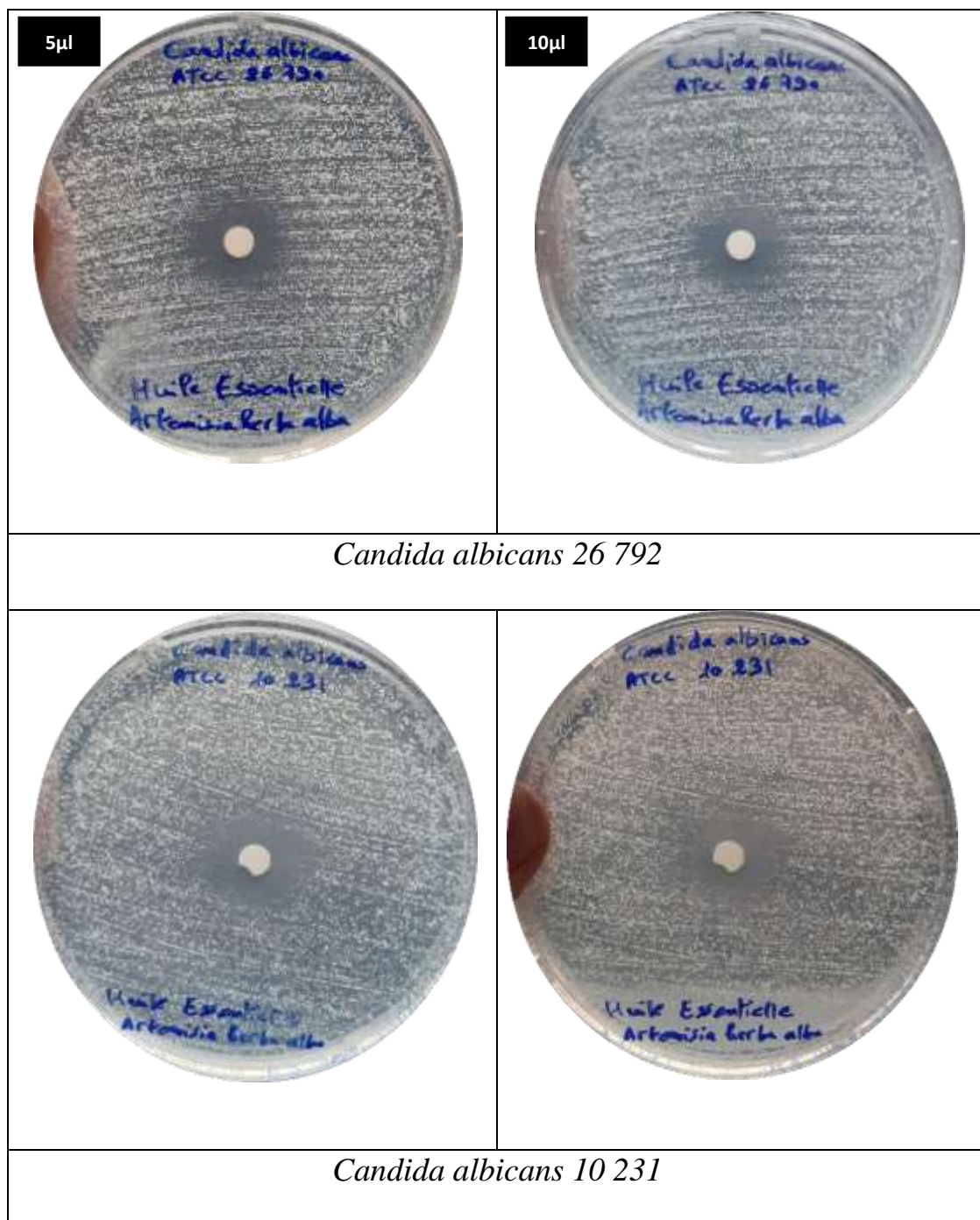


Figure 25 : Zones d'inhibition des souches fongiques par méthode de diffusion par disque

Les constituantes de nature monoterpènes oxygénés comme le chrysanthénone, le camphre, le 1,8-cinéole, le carvacrol, l'eugénol, et les thujones sont responsables des propriétés antiseptiques des huiles essentielles, par exemple Le camphre présente une activité antibactérienne et antidysentérique et aussi fongicide, il donne potentiellement une raison pour l'hypersensibilité microbienne à l'HE d'*Artemisia herba alba* (Tabanca et al., 2001).

Donc nous pouvons conclure que l'huile essentielle de l'armoise blanche de la région d'El Biod (Naama) possède un large spectre d'activité antimicrobienne. Cette activité est principalement due à la présence des différents composés dans le mélange qui créent un système efficace synergique entre eux conduisant à une destruction cellulaire des microorganismes. Cela est prouvé par certaines études qui ont montré que l'activité antimicrobienne des huiles essentielles peut être plus importante à celle de leurs composés majoritaires testés séparément (alcoolique, phénolique, terpénique ou cétonique). Cette dominance d'activité des huiles essentielles par rapport à celle d'un composant majoritaire confirme bien l'effet de synergie que pourrait apporter les composants minoritaires à l'activité des huiles essentielles (**Lahlou, 2004**).

Le mode d'action des huiles essentielles et de leurs constituants semblent tous affecter la membrane cytoplasmique ou la paroi cellulaire (**Guinoiseau, 2010**).

De façon générale, il a été observé une diversité d'actions toxiques des huiles essentielles comme la perturbation de la membrane cytoplasmique, la perturbation de la force motrice de proton, fuite d'électron et la coagulation du contenu protéique des cellules (**Davidson, 1997**).

Le mode d'action des huiles essentielles dépend en premier lieu du type et des caractéristiques des composants actifs, en particulier leurs propriétés hydrophobes qui leur permettent de pénétrer dans la double couche phospholipidique de la membrane de la cellule bactérienne. Cela peut induire un changement de conformation des enzymes de la membrane, une perturbation chémo-osmotique et une fuite d'ions (K⁺). Ce mécanisme a été observé avec l'huile de *Melaleuca alternifolia* sur les bactéries à Gram positif (*Staphylococcus aureus*) et à Gram négatif (*E. coli*) et levure (*Candida albicans*) in vitro (**Cox et al., 2000 ; Carson et al., 2002**).

D'après **EL kalamouni (2010)**, les HES agissent en empêchant la multiplication des bactéries, leur sporulation et la synthèse de leurs toxines. Pour les levures, elles agissent sur la biomasse et la production du pseudo mycéliums alors elles inhibent la germination des spores, l'élongation du mycélium, la sporulation et la production de toxines chez les moisissures.

V-5- Détermination de la CMI, CMB et CMF

La méthode de micro-dilution en milieu liquide a été adoptée pour la détermination des CMI : elle est peu coûteuse, facile à réaliser, et permet d'obtenir des résultats

reproductibles en des délais courts. Les résultats sont mentionnés dans le **Tableau 10**.

En générale, les CMI étaient comprises entre 3.125 et 6.25 % (v/v) pour les bactéries et entre 2.5 et 1.56 % pour les *Candida*. Ces résultats sont en accord d'une manière générale avec celles des diamètres d'inhibition. Les souches sensibles à l'huile essentielle avec une zone d'inhibition importante présentent les plus petites concentrations minimales inhibitrices.

Afin de déterminer si l'activité de ces composés est bactéricide/fongicide ou bactériostatique/fongistatique, les CMB et CMF ont été déterminé suite à la technique de micro-dilution en milieu liquide et *via* la détermination de la croissance des microorganismes sur milieu gélosé. Les résultats sont réunis dans le **Tableau 10**. Les CMB obtenues étaient en général soit égale à la CMI soit les dépassaient par une concentration ce qui indique que ces composés ont un effet bactéricide sur les bactéries et exercent un effet fongicide sur les *Candida*.

Tableau 11: Résultats de la CMI, CMB, CMF et détermination de l'effet d'HE de l'armoise blanche.

	Bactéries à Gram +		Bactéries à Gram -	Levures	
	<i>S. aureus</i>	<i>B. cereus</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>C. albicans</i> 10 231	<i>C. albicans</i> 26 790
CMI (%)	6.25	3.125	6.25	1.56	1.56
CMB(%)	6.25	3.125	12.5	/	/
CMF (%)	/	/	/	0.39	1.56
CMB/CMI ratio	1	1	2	/	/
CMF/CMI ratio	/	/	/	0.25	1
Statut	Bactéricide	Bactéricide	Bactéricide	Fongicide	Fongicide

Les différentes valeurs de CMI obtenues nous permettent de constater que l'activité antibactérienne est fonction de la bactérie, ce qui confirme que le type de microorganismes est un paramètre important déterminant l'activité antibactérienne (**Bouguerra, 2012**).

En se référant aux résultats illustrés dans le **Tableau 10**, le rapport CMB/CMI pour *S. aureus*, *B. cereus* et *P.aeruginosa* sont égales ou inférieurs à 2. Donc, l'huile essentielle d'*A. herba alba* possède un effet bactéricide contre ces microorganismes. En ce qui concerne les levures, le rapport CMF/CMI est inférieur à 2, ce qui indique que cette huile est fongicide.

Conclusion

Artemisia herba alba Asso « L'armoise blanche » est une plante médicinale avec une grande importance, surtout avec les vertus thérapeutiques et les activités biologiques que présentent et qui sont utilisées depuis longtemps en médecine traditionnelle algérienne. Le présent travail est consacré à la détermination du rendement, de la composition chimique et des propriétés antibactérienne et antifongique de l'huile essentielle extraite de l'armoise blanche *Artemisia herba alba* Asso récoltée dans la région d'El Biod (Naâma). Le rendement moyen en huile essentielle est 0,56%. Les analyses chimiques, par CG/SM, ont permis d'identifier environ 73.86% des composés volatils totaux de cette essence. Le chrysanthénone (23,15%) constitue le principal composé identifié parmi les trente caractérisés suivi du camphre (18.72%). Les résultats obtenus, dans cette étude, montrent que l'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* présente, *in vitro*, une activité inhibitrice importante sur les trois bactéries et les deux souches de levures testées. Les composants majeurs comme la chrysanthénone, le camphre et les α et β thujones peuvent être responsable de la différenciation de l'activité antimicrobienne. D'ailleurs, tous ces composés sont bien connus pour leurs propriétés antimicrobiennes. L'activité antioxydante par la méthode de DPPH montre le pouvoir important de l'huile d'AHA traduit par une IC50 de 182.56 $\mu\text{g/ml}$.

En fin, Les propriétés des huiles essentielles peuvent ouvrir la voie à donner plus d'attention à leur utilisation dans le contrôle des maladies et comme conservateurs alimentaires pour contrôler la peroxydation lipidique et la détérioration des aliments, pour vaincre les maladies humaines.

En perspective, ces résultats restent insuffisants malgré leur importance. Il sera intéressant dans le futur d'étudier d'autres propriétés biologiques de cette plante, à savoir des propriétés anti-inflammatoires, antivirales et autres notamment *in vivo* afin d'étudier la toxicité de ses composés et confirmer l'absence de dommages à cette substance et pour la possibilité de son application dans le domaine médical.

*Références
bibliographiques*

- **Abass, O. A, (2012).** Therapeutic effect of *Artemisia herba alba* aqueous extract added to classical therapy of acquired hyperlipidemia. Iraqi journal of Community medicine [en ligne] 4,320-323. (Page consulter le 10.05.2022).
- **Abbas, S., (2013).** The influence of biostimulants on the growth and on the biochemical composition of *Vicia faba* CV. Giza 3 beans. Romanian Biotechnological Letters. 18. 8061-8068.
- **Abou El-Hamd H. M; Magdi. A. E; Mohamed E. H; Soleiman E. H; Abeer M.E; Naglaa S. M., (2010).** Chemical Constituents and Biological Activities of *Artemisia herba alba*. Academy of Chemistry of Globe Publications. (4:1) : 1-25.
- **Aburjai, T; Natsheh, F. M. (2003).** Plants Used in Cosmetics. 1000(November 2002), 987–1000.
- **Afnor (2000)** Huiles essentielles. Échantillonnage et méthodes d'analyse (tome 1) — Monographies relatives aux huiles essentielles (tome 2. volumes 1 et 2).
- **Ahlbusch, K. A. R. L. E. F; Gerberding, D; Aktiengesellschaft, C. (2003).** Flavors and Fragrances. In Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. <https://doi.org/10.1002/14356007.a11>
- **Ahmed, A.H; Ejo, M; Feyera, T; Regassa, D; Mummed, A; Huluka, B.S.,(2020).** *In Vitro* Anthelmintic Activity of Crude Extracts of *Artemisia herba-alba* and *Punica granatum* against *Haemonchus contortus*. Journal of Parasitol. Res, 1–7.
- **Aidoud A, (1983).** Contribution à l'étude des écosystème steppiques du sud [en ligne]. Thèse de 3ème cycle. Alger : univ Houari Boumediene.
- **Aidoud, A, (1988).** Les écosystèmes steppiques à armoise blanche (*Artemisia herba-alba* Asso) : Caractères généraux. Biocénose : Bulletin d'écologie terrestre. CRBT. Alger. Tome 3. N° 12, année 1988
- **Akrout A. (2004).** Essential oil study of some pastoral plants from Matmata (south Tunisia) [in French]. Cah. Options. Med. 62: 289-292.
- **Al. Khazraji SM; Al. Shamaony LA; Twaijh. AA. et al. (1993).** Hypoglycaemic effect of *artemisia herba alba* I. Effect of different parts and influence of the solvent on hypoglycaemic activity. Journal of ethnopharmacology [en ligne].40, 163-166. (page consulter le 10..05.2022).
- **Al-Wahaibi, L.H.N; Mahmood, A; Khan, M et Alkathlan, H.Z., (2018).** Comparative study on the essential oils of *Artemisia judaica* and *A. herba-alba* from Saudi Arabia. Arabian Journal of Chemistry.

0,89

- **Amel, D. (2017).** Chemical composition and insecticidal activity of essential oil of *Artemisia herba alba* (Asteraceae) against *Ephestia kuehniella* (*Lepidoptera* : *Pyralidae*). February. <https://doi.org/10.12692/ijb/10.2.130-137>
- **Amor, L., (2010).** Etude de quelque prioritaire biochimique d'*Artemisia herba alba*. Université de Farhat Abbas, Sétif. Thèse de magistère.
- **Anthony, J. P., Fyfe, L., et Smith, H. (2005).** Plant active components - A resource for antiparasitic agents? *Trends in Parasitology*, 21(10), 462–468. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2005.08.004>
- **Atoum, M.; Al-Charchafchi, F; Modallal, N., (2006).** Biological Activity and Antimutagenicity of Water Soluble Phytotoxins from *Artemisia herba alba* Asso. *Pakistan J. Biol. Sci.* 9, 1774–1778.
- **Ayad, N ; Djennane, A ; Ayache, H ; et Hellal, B., (2013).** Contribution à l'étude de L'implantation de l'armoise blanche « *Artemisia herba alba* Asso» dans la steppe du Sud de Tlemcen. *Revue Ecologie- Environnement*.
- **Ayad, N ; Hellal, B ; Hellal, T ; Rahmani, A ; et Bensmira, Z., (2014).** Qualités nutritionnelles de l'armoise blanche des parcours steppiques du sud de la préfecture de Tlemcen. *Revue Ecologie-Environnement* (10) ; Pp. 71-74
- **Ayad, N ; Hellal, B ;Maatoug, M., (2007)** Dynamique des peuplements d'*Artemisia herba-alba* Asso dans la steppe du Sud oranais (Algérie occidentale). *Sécheresse* 18(3):193–198. <https://doi.org/10.1684/sec.2007.0089>.
- **Bailey, C ; et Danin, A., (1981).** Bedouin plant utilization in sinai and negev .*Econ.Bot.*,35,p :145-162.
- **Bakali, A. H., (2012).** Comparative study of essential oil yields of seven accessions of *Artemisia herba-alba* Asso , domesticated in Errachidia comparative study of essential oil yields of seven accessions of *Artemisia herba alba* Asso , domesticated in Errachidia (southeast o. January, 30–33).
- **Bakkali, F; et Idaomar, M., (2008).** Biological effects of essential oils – A review. 46, 446–475. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106>
- **Belhattab, R; Amor, L; Barroso, J.G, L.G; Pedro, L.G et Cristina Figueiredo, A.,(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): p 243-251.

0,89

- **Belhattab., (2014).** Essential oil from *Artemisia herba-alba* Asso grown wild in Algeria : Variability assessment and comparison with an updated literature survey. 243–251. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2012.04.042>
- **Benbelaïd.,(2014).** Antimicrobial activity resistant Enterococcus of some essential oils against oral multidrug- faecalis in both planktonic and biofilm state. 4(6), 463–472. <https://doi.org/10.12980/APJTB.4.2014C1203>
- **Bencheqroun, H.K; Ghanmi, M ; Satrani, B ; Aafi, A et Chaouch, A., (2012).** Activité antimicrobienne des huiles essentielles d'*Artemisia mesatlantica*, plante endémique du Maroc. Antimicrobial activity of the essential oil of an endemic plant in Morocco, *Artemisia mesatlantica*. Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège. 81: 4 - 21.
- **Benjlali., (1986).** Etude de trois plantes aromatiques et médicinales du Maroc : armoises, thym et origan. Chimie de leurs huiles essentielles, chimiotaxonomie et propriétés antimicrobiennes. Doctorat ès- Sciences Agronomiques IAV Hassan II. Rabat- Maroc.
- **Benzeggouta., (2005).** Etude de l'Activité Antibactérienne des Huiles Infusées de Quatre Plantes Médicinales Connues Comme Aliments.
- **Bertella, A., (2019).** Etude de l'activité antimicrobienne et antioxydante des huiles essentielles d'*Artemisia herba-alba*, *Artemisia campestris* et *Rosmarinus tournefortii*.
- **Bezza, L; Mannarino, A; Fattarsi, K; Mikail, C; Abou, L; et Kaloustian, J., (2010).** Article original provenant de la région de Biskra (Algérie). 277–281. <https://doi.org/10.1007/s10298-010-0576-3>
- **Bonnier, G., (1934).** Flore complète illustrée, tome 7, Ed Orlhac, Paris. p118.
- **Boudjelal, A., (2013).** Extraction, identification et détermination des activités biologiques de quelques extraits actifs de plantes spontanées (*Ajugaiva*, *Artemisia herba alba* et *Marrubium vulgare*) de la région de M'Sila, Algérie. Thèse de doctorat : Biochimie Appliquée. Université Badji Mokhtar. Annaba. 61p
- **Boudraa, A., (2020).** Contribution à l ' étude du pouvoir antibactérien d ' *Artemisia herba alba* Asso « chih ». Mémoire master, Université de Larbi Tébessi –Tébessa-
- **Bouguerra. A., (2012).** Etude des activités biologiques de l'huile essentielle extraite des graines de *Foeniculum bulgare* en vue de son utilisation comme conservateur alimentaire. Mémoire magistère. Université Mantouri Canstantine.
- **Boukhalkhal, S; Gourine, N; Pinto, D. C. G. A; Silva, A. M. S; et Yousfi, M., (2018).** Variability of the chemical composition and the antioxidant activity of the

- essential oils of two subspecies of *Artemisia campestris* L . growing in Algeria. Journal of Food Measurement and Characterization, 0(0), 0. <https://doi.org/10.1007/s11694-018-9797-1>
- **Boukhennoufa, A; Tir, A; Meddah, T; Meddah, B; Gabaldón, J. A; et Sonnet, P., (2019).** Comparative study of *Artemisia herba alba* Asso and *Citrus aurantium* essential oils. 622–627. <https://doi.org/10.15414/jmbfs.2019/20.9.3.622-627>
 - **Boullard, B., (2001).** Plantes médicinales du monde. Réalités et croyances. Dictionnaire. Edition ESTEM. Pp. 129-131
 - **Bourgou, S ; Rebey, I. B; Mkadmini, K; Isoda, H; Ksouri, R; et Ksouri, W. M., (2017).** LC-ESI-TOF-MS and GC-MS profiling of *Artemisia herba-alba* and evaluation of its bioactive properties. Food Research International, 99, 702-712.
 - **Boutemak., (2009).** Journal of Essential Oil Bearing Plants Extraction by Steam Distillation of *Artemisia herba- alba* Essential Oil from Algeria : Kinetic Study and Optimization of the Operating Conditions. January 2015, 37–41. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2009.10643768>
 - **Bouzidi, N., (2016).** Thèse de Doctorat: Etude des activités biologiques de l’huile essentielle de l’armoise blanche « *Artemisia herba alba* Asso ». Université Mustapha Stambouli de Mascara. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Mascara (Algérie). p462.
 - **Bouzidi, N; Mederbal, K; et Raho, B., (2016).** Antioxidant activity of essential oil of *Artemisia herba alba*. Journal of applied environmental and biological sciences, 6(5), 59-65.
 - **Brijesh, K; Tiwari, Vasilis, P; Valdramidis; et Colm P. O; Kasiviswanathan, M; Paula, B; et Cullen P. J., (2009).** Application of Natural Antimicrobials for Food Preservation. 5987–6000. <https://doi.org/10.1021/jf900668n>
 - **Brown, A. C., (2017).** Kidney toxicity related to herbs and dietary supplements: Online table of case reports. Part 3 of 5 series. Food and Chemical Toxicology, 107, 502–519. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2016.07.024>
 - **Burt, S., (2004).** Essential oils : their antibacterial properties and potential applications in foods — a review. 94, 223–253. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022>
 - **Butnariu, M; et Sarac, I., (2018).** Journal of Biotechnology and Biosafety. Journal of Biotechnology and Biomedical Science, 3(5), 35–43. <https://doi.org/10.14302/issn.2576>
 - **Carson, C. F; et Hammer, K. A., (2011).** Chemistry and Bioactivity of Essential Oils.

0,89

- **Carson, C. F; Mee, B. J; Riley, T. V; Carson, C. F; Mee, B. J; et Riley, T. V., (2002).** Mechanism of Action of *Melaleuca alternifolia* (Tea Tree) Oil on *Staphylococcus aureus* Determined by Time-Kill , Lysis , Leakage , and Salt Tolerance Assays and Electron Microscopy Mechanism of Action of *Melaleuca alternifolia* (Tea Tree) Oil on Staphyl. 6–13. <https://doi.org/10.1128/AAC.46.6.1914>
 - **Celles J C., (1980).** Biologie et écologie végétales des régions arides. Université de Nice, 1-20.
 - **Charpentier, B ; Hamon, F ; Harlay, A ; Huard, A ; Ridoux, L ; et Chansellé, S., (2008).** Guide du préparateur en pharmacie. 3ème éd. Masson, Paris, pp. 1358.
 - **Chàvez-González, M. L., (2016).** Essential oils : a natural. In Antibiotic Resistance (pp. 227–237). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803642-6.00011-3>
 - **CLSI. CLSI; (2010).** Performance standards for antimicrobial susceptibility tests. Twentieth informational supplemented. document M100-S20.
 - **CLSI. CLSI; (2012).** Performance standards for antimicrobial disc susceptibility tests; approved standard – 11th ed., document M02-A11.
 - **Couic-Marinier, F ; et Lobstein, A., (2013).** Chemical composition of essential oils. Actualites Pharmaceutiques, 52(525), 22–25. <https://doi.org/10.1016/j.actpha.2013.02.006>
 - **Cox, S. D; Mann, C. M; Markham, J. L; Bell, H; Gustafson, J. E; et Warmington, J. R., (2000).** The mode of antimicrobial action of the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil). 170–175.
 - **Cox; Brian; et Enns; Murray et Clara; Ian., (2002).** The multidimensional structure of perfectionism in clinically distressed college student samples. Psychological assessment. 14. 365-73. [10.1037//1040-3590.14.3.365](https://doi.org/10.1037/1040-3590.14.3.365).
- Crète, P., (1965).** Systématique des angiospermes. Précise de botanique, Masson, Paris 430 page.
- **Degryse, A,C; Delpla ,I; Voinier, M,A., (2008).** Risques et bénéfices possibles des Huiles Essentielles. Mémoire, Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique. (E.H.E.S.P.). Rennes. FRA
 - **Dhifallah, A ; Rouissi, H ; et Selmi, H., (2021).** Evaluation of the antioxidant and antibacterial activities of Tunisian *Artemisia Herba-alba* essential oil. 114–117.
 - **Djebaili, S., (1982).** Diagnose phytosociologique de la végétation naturelle des Hautes Plaines et de l'Atlas saharien algériens. Biocénoses .Bull .d'écologie terrestre, 1 : 2 : 5-20. Alger.

0,89

- **Dob; et Benabdelkader., (2006).** Chemical Composition of the Essential Oil of Chemical Composition of the Essential Oil of *Artemisia herba-alba* Asso Grown in Algeria. September 2014, 37–41. <https://doi.org/10.1080/10412905.2006.9699206>
- **Drobniewski, F. A., (1993).** *Bacillus cereus* and related species. *Clinical microbiology reviews*, 6(4), 324-338.
- **Ed-dra, A; Filali, F. R; Presti, V. L. O; Zekkori, B; Nalbone, L.; Elsharkawy, E. R; Bentayeb, A; et Giarratana, F., (2021).** Effectiveness of essential oil from the *Artemisia herba-alba* aerial parts against multidrug-resistant bacteria isolated from food and hospitalized patients. 22(7), 2995–3005. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220753>
- **El Kalamouni, C., (2010).** Caractérisations chimiques et biologiques d'extraits de plantes aromatiques oubliées de Midi-Pyrénées (Doctoral dissertation).
- **EL Rhaffari L., (2008).** Catalogue des plantes potentielles pour la conception de tisanes, l'organisation non gouvernementale italienne (MOVIMONDO), p 11. Mémoire de master académique, Variation du comportement physiologique et biochimique chez deux espèces du genre *Artemisia* (*Artemisia herba alba* et *Artemisia campestris*) sous la contrainte saline.
- **Eloukili, M,A., (2013).** Valeur nutritive de l'armoise blanche (*Artemisia herba alba*) comparée à l'unité fourragère de l'orge. Master Thesis, Université Abou Bakr Belkaid de Tlemcen p38.
- **Eric, G ; Philippe, D ; Michel, P ; Roland, G ; Roland, B ; France, N. R. G ; et Avicole, C., (2005).** Mesure de la resistance aux radicaux libres : une nouvelle voie pour la production et la selection avicole ? 554–558.
- **Euro+MED.** The Euro+Med plant base. The information resource for EuroMediterranean plant diversity [en ligne]. Disponible sur : <https://www.emplantbase.org> (page consulter le 10.05.2022).
- **Fellah., (2006).** extraction et etude des huiles essentielles de la salvia. january.
- **Fillatre, Y., (2011).** Produits phytosanitaires : Développement d'une méthode d'analyse multi résidus dans les huiles essentielles par couplage de la chromatographie liquide avec la spectrométrie de masse en mode tandem Yoann Fillatre To cite this version : HAL . June 2011.
- **Francis, J., (2001).** Dictionnaire de la civilisation mésopotamienne. Ed Robert laffont, ISBN 2221092074.

0,89

- **Franco-vega, F. R. A ; et Rami, N., (2014).** Essential Oils : Antimicrobial Activities, Extraction Methods , and Their Modeling. <https://doi.org/10.1007/s12393-014-9099-2>
- **Gacem, M. A; Ould El Hadj-Khelil, A; Boudjemaa, B; et Gacem, H., (2020).** Phytochemistry, Toxicity and Pharmacology of *Pistacia lentiscus*, *Artemisia herba-alba* and *Citrullus colocynthis*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-38881-2_3
- **Ghanmi, M ; Satrani, B ; Aafi, A ; Isamili, M. R ; Houti, H ; El Monfalouti, H ; et 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 Guercif (Maroc oriental). *Phytothérapie*, 8(5), 295-301. April. <https://doi.org/10.1007/s10298-010-0578-1>
- **Ghnimi, W.,(2015).** Étude phytochimique des extraits de deux Euphorbiaceae: *Ricinus communis* et *Jatropha curcas*. Évaluation de leur propriété anti-oxydante et de leur action inhibitrice sur l'activité de l'acétylcholinestérase (Doctoral dissertation, Université de Lorraine).
- **Ghrabi, Z; et Al-Rowaily, S.L.R., (2005).** A guide to medicinal plants in north Africa. *Artemisia herba alba* Asso, Ed : IUCN, Spain : Malaga, pp : 43-44
- **Goris, A., (1967),** Manuel de botanique, édition Vigot Frères,
- **Goudjil, M. B., (2016).** Composition chimique, activité antimicrobienne et antioxydante de trois plantes aromatiques. Présentée et Soutenue publiquement. June 2016. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11204.65926>
- **Goze, I ; Alim, A; Cetinus, S.A; Durmus, N ; Vural, N; Goze, H.M., (2009).** Chemical composition and antioxidant, antimicrobial, antispasmodic activities of the essential oil of *Thymus Fallax* Fisch. *J. Med. Plants Res.* 3, 174–178.
- **Guinoiseau, E ; Luciani, A ; De Rocca Serra, D ; Quilichini, Y ; Berti, L ; et Lorenzi, V., (2015).** Primary Mode of Action of *Cistus ladaniferus* L. Essential Oil Active Fractions on *Staphylococcus aureus* Strain. *Advances in Microbiology*, 5, 881–890.
- **Guinoiseau, E., (2010).** Molécules antibactériennes issues d'huiles essentielles : séparation, identification et mode d'action To cite this version : HAL Id : tel-00595051 Faculté des Sciences et Techniques Mention : Biochimie - Biologie moléculaire. THESE DE DOCTORAT Université de Corse, f, 149.
- **Himed, L; Merniz, S; Monteagudo-olivan, R; et Barkat, M., (2019).** Antioxidant activity of the essential oil of *citrus limon* before and after its encapsulation in amorphous SiO₂. *6.* <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2019.e00181>

0,89

- **Houmani, M ; et Houmani, Z ; et Skoula, M., (2004).** Intérêt de *Artemisia herba alba* Asso dans l'alimentation du bétail des steppes algériennes. Acta Botanica Gallica. 151. 165-172. 10.1080/12538078.2004.10516031.
- **Hudaib, M. M ; et Aburjai, T. A., (2006).** Composition of the essential oil from *Artemisia herba-alba* grown in Jordan. Journal of Essential Oil Research, 18(3), 301-304.
- **Hussain, A; Chatha, S, A. S; et Anwar, F; Latif, S; Sherazi, S. T; Ahmad, A ; et Sarker, S., (2013).** Chemical composition and bioactivity studies of the essential oils from two *Thymus* species from the Pakistani flora, LWT – Food Sciences and Technology 50, 185-192.
- **Imelouane, B; El Bachiri, A; Ankit, M; Khedid, K; Wathelet, J. P; et Amhamdi, H., (2010).** Essential oil composition and antimicrobial activity of *Artemisia herba-alba* Asso grown in Morocco. Banat's Journal of Biotechnology, 1(2).
- **Imène, L., (2011).** Option : Technologie alimentaire essentielle des fleurs sèches de *Lavandula officinalis* sur les moisissures des légumes secs.
- **IPNI.** The international Plant Name Index , (2014).
- **Jassim, S. A. A ; et Naji, M. A., (2003).** Novel antiviral agents : a medicinal plant perspective. Peter 1994, 412–427. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2003.02026.x>
- **Jean-Michel Lardry, V. H., (2007).** L'aromathérapie et les huiles essentielles. 7(61), 14–17. [https://doi.org/10.1016/S1779-0123\(07\)70308-X](https://doi.org/10.1016/S1779-0123(07)70308-X)
- **Kadi, I; Ouinten, M; Gourine, N; Yousfi, M., (2019).** Synergistic antinociceptive activity of combined aqueous extracts of *Artemisia campestris* and *Artemisia herba-alba* in several acute pain mod-els. Nat Prod Res. 33(6):875–878.
- **Kadri, A ; Zarai, Z ; Békir, A ; Gharsallah, N ; Damak, M ; et 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. Afr. J. Biotechnol. 10(15): 2923- 2929.
- **Kheddoum, N. L., (2018).** Etude du pouvoir antibactérien d'*Artemisia herba alba* « CHIH ». Mémoire de master. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem
- **Khiredine, H., (2013).** Comprimés de poudre de dattes comme support universel des principes actifs de quelques plantes médicinales en Algérie. Master thesis. M'hamed Bougara University, Boumerdes, Algérie P.140.
- **Khelifi, D ; Sghaier, R.M; Amouri, S ; Laouini, D; Hamdi, M; Bouajila, J., (2013).** Composition and anti-oxidant, anti-cancer and anti-inflammatory activities of

Artemisia herba-alba, *Ruta chalpensis* L. and *Peganum harmala* L. Food. Chem. Toxicol. 55, 202–208.

- **Kumari, C. B., (2018).** National conference on “ Conservation , Cultivation and Utilization of medicinal and Aromatic plants " Essential oils of aromatic plants with antifungal , antibacterial , antiviral , and cytotoxic properties – an overview. 278–282.
- **Kundan, S; et Anupam, S., (2010).** The Genus *Artemisia*: A Comprehensive Review. I. Pharm. Biol.pp:1-9.
- **Lahlou, M., (2004).** Methods to study the phytochemistry and bioactivity of essential oils. Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives, 18(6), 435-448..
- **Lahmar, B., (2001).** Mécanisme de désertification dans une steppe à armoise blanche (*Artemisia herba-alba* Asso):cas de la région d'EL May (Sud-Oranais, Algérie) .Thèse de Magistère. univ. Sci. Tech. H. Boumediene.93 P.
- **Lakehal, S; Chaouia, C; et Benrebiha, F. Z., (2017).** Chemical Composition And Antibacterial Activity Of The Essential Oil Of *Artemisia Herba-Alba* Asso. From Djelfa. Membres Du Comité De Lecture, 7(2), 491.
- **Lakehal, S; Meliani, A; Benmimoune, S; et Chaouia, C., (2016).** Essential Oil Composition and Antimicrobial Activity of *Artemisia herba alba* Asso Grown in Algeria. 6(6), 435–439. <https://doi.org/10.4172/2161-0444.1000382>
- **Laouedj, M., (2017).** Livre des plantes médicinales du Sahara (descriptions, propriétés, posologies, contre-indications). Ecrivain chez l'édition edilivre Paris-nce, pp.328.
- **Ma, L ; et Yao, L., (2020).** Molecules Antiviral Effects of Plant-Derived Essential Oils and Their Components : An Updated Review. 1–13.
- **Maiza-Benabdesselam, F; Bekka, F; et Benallaoua, S., (2011).** 7. Antibacterial Activity Of Essential Oils Of Two Algerian Medicinal Plants-*Origanum Glandulosum* And *Artemisia Herba Alba* Asso. By Fadila Maiza-Benabdesselam1, Fahima Bekka1, Abdelaz. Life sciences Leaflets, 16, 582-594.
- **Makhloufi, A; et Boulanouar, A., (2018).** Physicochemical Characterization and Antimicrobial Activity of Essential Oil from *Rosmarinus officinalis* L, Growing in the Wild West Saharan Atlas of Algeria. Applied Biology in Saharan Areas, Vol 2. N 1, p. 17-25.

0,89

- **Mangena, T ; et Muyima, N. Y. O., (1999).** Comparative evaluation of the antimicrobial activities of essential oils of *Artemisia afra*, *Pteronia incana* and *Rosmarinus officinalis* on selected bacteria and yeast strains. 291–296.
- **Mann, C. M; Cox, S. D; et Markham, J. L., (2000).** The outer membrane of *Pseudomonas aeruginosa* NCTC 6749 contributes to its tolerance to the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil). Letters in Applied Microbiology, 30(4), 294-297.
- **Mathlouthi, A; Belkessam, M; Sdiri, M; Diouani, M.F; Souli, A; El-Bok, S; et Ben-Attia, M., (2018).** Chemical Composition and AntiLeishmania Major Activity of Essential Oils from *Artemisia* spp. Grown in Central Tunisia. TROP. 21, 1186–1198.
- **Messaoudi, M.I; Nayme, K; Timinouni, M; Jamaledine, J; Filali, H; et Hakkou, F., (2020).** Synergistic antibacterial effects of Moroccan *Artemisia herba Alba*, *Lavandula angustifolia* and *Rosmarinus officinalis* essential oils. Synergy 10, 100057.
- **Meyer-Warnod, B., (1984).** Natural Essential Oils - Extraction Processes and Application to Some Major Oils. Technical and Commercial Developments in Perfumery Materials, Perfume.Fl(9), 93–104.
- **Mighri, H; Hajlaoui, H; Akrou, A; Najjaa, H; et Neffati, M., (2010).** Antimicrobial and antioxidant activities of *Artemisia herba-alba* essential oil cultivated in Tunisian arid zone. Comptes Rendus Chimie, 13(3), 380-386.
- **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*. Rec. Nat. Prod, 4, 1–25.
- **Mokhtar, M.M; Shaban, H.M; Hegazy, M.F; Ali, S.S., (2017).** Evaluating the potential cancer chemopre-ventive efficacy of two different solvent extracts of *Seriphidium herba-alba* in vitro. Bull FacPharm. 55:195–201. Cairo University.
- **Mouas, Y ; Benrebiha, F. Z ; et Chaouia, C., (2017).** Évaluation de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle et de l'extrait méthanolique du romarin *Rosmarinus officinalis* L. Revue Agrobiologia, 7(1), 363-370.
- **Mouchem, M. F.Z., (2015).** Contribution à l'étude des huiles essentielles de l'armoise blanche de trois localités de l'ouest algérien (Ras Elma, El Aricha et Mécheria) et leurs effets antimicrobiens. Thèse, université Djillali Liabes de Sidi Bel Abbas.
- **Nabli, M., (1989).** Essai de synthèse sur la végétation et la phytoécologie tunisiennes. Tome I. Ed. MAB (Faculté des sciences de Tunis), 186-188 p.
- **Nadjia, F.M., (2015).** Ecophytochimie d'une labiée (*Teucrium polium*) des monts de Tessala, Algérie occidentale. Thèse, université Djillali Liabes de Sidi Bel Abbas

- **Nedjraoui, D., (2004).** Évaluation des ressources pastorales des régions steppiques algériennes et définition des indicateurs de dégradation. CIHEAM-IAMZ ,2004.489 P. (Cahiers Options Méditerranéennes ; v.62)
- **Neffati. A; Marzouk. B., (2008),** Changes in essential oil and fatty acid composition in coriander (*Coriandrum sativum* L.) leaves under saline conditions, Volume 28, Issue 2, Pages 137-142, <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2008.02.005>.
- **Nègre, R., (1962).** Petite flore des régions arides du Maroc occidental. Tome II. CNRS. Paris 7e. 566 P.
- **Nouzha, H ; Merradi, M ; Oucheriah, Y ; et Souhila, B., (2018).** Antimicrobial activity of essential oil of *Artemisia herba alba* from Eastern Algeria Department of Veterinary Sciences, Institute of Veterinary and Agronomy Sciences,. May.
- **Ozenda. P., (1985).** Flore du Sahara, 2ème éd CNRS, (France), 441pp.
- **Panero, J. L; Freire, S.E; Ariza Espinar, L; Crozier, B.S; Barbosa, G.E; et Cantero, J.J., (2014).** Resolution of deep nodes yields an improved backbone phylogeny and a new basal lineage to study early evolution of Asteraceae. Mol. Phylogenet. Evol. 80: 43-53. doi: 10.1016/j.ympev.2014.07.012
- **Paolini, J ; Ouariachi, E ; Bouyanzer, A ; Hammouti, B; Desjobert, J. M; Costa, J; et Muselli, A., (2010).** Chemical variability of *Artemisia herba-alba* Asso essential oils from East Morocco. Chemical papers, 64(5), 550-556.
- **Paradiso, V. M; Summo, C; Pasqualone, A; et Caponio, F., (2009).** Evaluation of different natural antioxidants as affecting volatile lipid oxidation products related to off-flavours in corn flakes. Food Chemistry, 113(2), 543–549. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.07.099>
- **Paye, M; et Maibach, H. I., (2010).** Handbook of Cosmetic Science and Technology.
- **Pedroso, R. B; Ueda-Nakamura, T; Dias Filho, B. P ; Cortez, D. A. G; Cortez, L. E. R; Morgado-Díaz, J. A; et Nakamura, C. V., (2006).** Biological activities of essential oil obtained from *Cymbopogon citratus* on *Crithidia deanei*. Acta Protozoologica, 45(3), 231–240.
- **Ponce, A.G ; Fritz, R ; Del Valle, C ; et Roura, S.I., (2003).** Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Technologic, 36, 679-684p.
- **Pottier, G., (1981).** *Artemisia herba-alba*. Flore de la Tunisie: angiospermes–dicotylédones–gamopétales, (1981) p 1012.

- **Pourrat, Y., (1974).** Propriétés éco-physiologiques associées à l'adaptation d'*artémisia herba alba*, plante d'intérêt pastoral au milieu désertique, thèse du 3ème cycle à l'université de Paris.
- **Quezel, P ; Santa S., (1962).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions Désertique Méridionales. Editions du Centre national de la recherche scientifique, Paris, Tome I, 565p.
- **Rahman, A ; Sultana, Z ; Rashid, M. A ; Parvin, T ; Afrin, S ; Khodeza, M ; et Sattar, M. A., (2011).** *In vitro* antibacterial properties of essential oil and organic extracts of *Premna integrifolia* Linn. Arabian Journal Of Chemistry. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2011.06.003>
- **Rai, S. R; et Badami, S. B., (2004).** *In-vitro* antioxidant properties of Indian traditional paan and its ingredients. 3(April), 187–191.
- **Rakholiya, K. D; Kaneria, M. J; et Chanda, S. V., (2015).** “*In vitro* assessment of novel antimicrobial from methanol extracts of matured seed kernel and leaf of *Mangifera indica* L. (Kesar Mango) for inhibition of *Pseudomonas spp.* and their synergistic potential,” American Journal of Drug Discovery and Development, vol. 5, pp. 13–23.
- **Rassem, H ; Nour, A ., (2016).** Techniques for Extraction of Essential Oils From Plants: A Review. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 10(16), 117–127.
- **Razzaghi-abyaneh, M; Shams-ghahfarokhi, M; et Rezaee, M., (2009).** Chemical composition and antiaflatoxic activity of *Carum carvi* L., *Thymus vulgaris* and *Citrus aurantifolia* essential oils. Food Control, 20(11), 1018–1024. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2008.12.007>
- **Said, M.E.-A ; Vanloot, P; Bombarda, I.; Naubron, J.-V; Dahmane, E.M; Aamouche, A ; Jean, M ; Vanthuyne, N ; Dupuy, N ; et Roussel, C., (2015).** Analysis of the major chiral compounds of *Artemisia herba-alba* essential oils (EOs) using reconstructed Vibrational Circular Dichroism (VCD) spectra: en route to a VCD al signature of EOs, Analytica Chimica Acta, doi: 10.1016/ j.aca.2015.11.010
- **Salido, S ; Valenzuela, L.R ; Altarejos, J ; Noguerras, M ; Sanchez, A ; et Cano, E., (2004).** Composition and infraspecific variability of *Artemisia herba-alba* from southern Spain. Biochem. Systematics and Ecol., 32, 265-277.
- **Samadi, M; Abidin, Z. Z; Yunus, R; Biak, D. R. A; Yoshida, H; et Lok, E. H., (2017).** Assessing the kinetic model of hydro-distillation and chemical composition of

- Aquilaria malaccensis* leaves essential oil. Chinese Journal of Chemical Engineering, 25(2), 216-222.
- **Sbayou, H; Oubrim, N; Bouchrif, B; Ababou, B; Boukachabine, K; et Amghar, S., (2014).** Chemical Composition and Antibacterial Activity of Essential Oil of *Origanum Compactum* Against Foodborne Bacteria. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), 3(1), 3562–3567. www.ijert.org
 - **Seddiek, S.A; Ali, M; Kather, H.F; et al., (2011).** Anthelmintic activity of the white wormwood, artemisia herba alba against heterakis gallinarum infecting turkey poult. Journal of medicinal plant research, [en ligne], 5(16), 3957.
 - **Sefi, M ; Fetoui, H; Makni, M; et Zeghal, N., (2010).** Mitigating effects of antioxidant properties of *Artemisia campestris* leaf extract on hyperlipidemia, advanced glycation end products and oxidative stress in alloxan-induced diabetic rats. J. Food. Chem.Toxicol.48: 1986–1993.
 - **Selmi, S; Rtibi, K; Grami, D; Hajri, A; Hosni, K; Marzouki, L; et Sebai, H., (2016).** Antioxidant properties of *Artemisia herba-alba* and *Eucalyptus camaldulensis* essentials oils on malathion-induced reproductive damage in rat. <https://doi.org/10.1039/C6RA18268B>
 - **Sharangi, A. B; Datta, S., (2015).** Value addition of horticultural crops: Recent trends and future directions. In Value Addition of Horticultural Crops: Recent Trends and Future Directions. <https://doi.org/10.1007/978-81-322-2262-0>
 - **Siddiqui, Z. N; Farooq, F; Musthafa, T. N. M; Ahmad, A; Khan, A. U., (2013).** Synthesis, characterization and antimicrobial evaluation of novel halopyrazole derivatives. Journal of Saudi Chemical Society. 17(2):237–243. Doi: 10.1016/j.jscs.2011.03.016.
 - **Sikkematb, J ; et Bontt, J. A. M. De., (1994).** Interactions of Cyclic Hydrocarbons with Biological Membranes *. 8022–8028. [https://doi.org/10.1016/S0021-9258\(17\)37154-5](https://doi.org/10.1016/S0021-9258(17)37154-5)
 - **Slimen, S; Kais, R; Dhekra, G; Azhar, H; Karim, H; Lamjed, M; Hichem, S., (2016).** Antioxidant properties of *Artemisia herba-alba* and *Eucalyptus*
 - **Soro, L. C ; Grosmaire, L ; Atchibri, A. O. A ; Munier, S ; Menut, C ; et Pelissier, Y., (2015).** Variabilité de la composition chimique de l'huile essentielle des feuilles de *Lippia multiflora* cultivées en Côte d'Ivoire. Journal of Applied Biosciences, 88, 8180-8193.

0,89

- **Starmans, D; Nijhuis, H., (1996).** Extraction of secondary metabolites from plant
Stevens, D. L; Dotter, B; et Madaras-Kelly, K., (2004). A review of linezolid:
the first oxazolidinone antibiotic. *Expert review of anti-infective therapy*, 2(1), 51-
59.
- **Sudbery, P. E., (2011).** Growth of *Candida albicans* hyphae. *Nature Reviews
Microbiology*, 9(10), 737-748.
- **Sutton, S.K; Davidson, R.J; Prefrontal Brain Asymmetry. (1997).** A Biological
Substrate of the Behavioral Approach and Inhibition Systems. Psychological material:
a review. *Trends Food Sci Technol* 7(6):191–7.
- **Starmans, I. D. A. J; et Nijhuis, H. H., (1996).** Metabolites from plant material : A
review. 71(June).
- Science.;8(3):204-210. doi:[10.1111/j.1467-9280.1997.tb00413.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.1997.tb00413.x)
- **Tabanca, N ; Kirimer, N ; Demirci, B ; Demirci, F ; et Can Başer, K. H., (2001).**
Composition and antimicrobial activity of the essential oils of *Micromeria cristata*
subsp. phrygia and the enantiomeric distribution of borneol. *Journal of Agricultural
and Food Chemistry*, 49(9), 4300–4303. <https://doi.org/10.1021/jf0105034>
- **Tahraoui, A; El Hilaly, J; Israili, Z.H; Lyoussi, B., (2007).** Ethnopharmacological
survey of plants used in the traditional treatment of hypertension and diabetes in south-
astern Morroco (Errachidia province). *J. Ethnopharmacol.*,110, 105-117.
- **Taylor, P., Fleisher, Z., Fleisher, A., Nachbar, R. B., Fleisher, A., & Fleisher, Z.
(2002).** Chemovariation of *Artemisia herba Alba* Asso Aromatic Plants of the Holy
Land and the Sinai. Part XVI. December 2014, 37–41.
<https://doi.org/10.1080/10412905.2002.9699809>
- **Taylor, P; Boukrich, F; Zouari, S; Neffati, M; Abdelly, C; Liu, K; Casanova, J; et
Tomi, F., (2010).** Chemical Variability of *Artemisia herba-alba* Asso Chemical
Variability of *Artemisia herba-alba* Asso Growing Wild in Semi-arid and Arid Land (
Tunisia). November 2014, 37–41. <https://doi.org/10.1080/10412905.2010.9700339>
- **Tilaoui, M; Mouse, H. A ; Jaafari, A ; Aboufatima, R ; Chait, A ; et Zyad, A.,
(2011).** Chemical composition and antiproliferative activity of essential oil from aerial
parts of a medicinal herb *Artemisia herba-alba*. *Revista Brasileira de
Farmacognosia*, 21, 781-785.
- **Touil, S., (2012).** Composition chimique et activite antimicrobienne des huiles
essentielles d'*Artemisia herba alba* asso et *Artemisia campestris* de la region aride
de Djelfa. memoire de Magister. Universite Saad Dahlab de blida

- **Toure, D., (2015).** Etudes chimique et biologique des huiles essentielles de quatre plantes aromatiques médicinales de Côte d’ivoire.
- **Ueda-Nakamura, T ; Mendonça-Filho, R. R ; Morgado-Díaz, J. A ; Korehisa Maza, P ; Prado Dias Filho, B ; Aparício Garcia Cortez, D ; Alviano, D. S ; Rosa, M ; Do S. S ; Lopes, A. H. C. S ; Alviano, C. S ; et Nakamura, C. V., (2006).** Antileishmanial activity of Eugenol-rich essential oil from *Ocimum gratissimum*. *Parasitology International*, 55(2), 99–105. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2005.10.006>
- **Ultee, A; Bennik, M. H. J; et Moezelaar, R., (2002).** The Phenolic Hydroxyl Group of Carvacrol Is Essential for Action against the Food-Borne Pathogen *Bacillus cereus*. May. <https://doi.org/10.1128/AEM.68.4.1561>
- **Yashphe, J; Feuerstein, I; Barel, S; et Segal, R., (1987).** The antibacterial and antispasmodic activity of *Artemisia herba-alba* Asso. II. Examination of essential oils from various chemotypes. *Int. J. Crude-DrugRes.* 25 (2): 89-96.
- **Yashphe, J; Segal, R; Breuer, A; Erdreich-Naftali, G., (1979).** Antibacterial activity of *Artemisia herba alba*. *Journal of Pharma. Sci.* 68(7): 924-925.
- **Younsi, F; Trimech, R; Boulila, A; Ezzine, O; et Dhahri, S., (2016).** Essential Oil and Phenolic Compounds of *Artemisia herba-alba* (Asso.): Composition , Antioxidant , Antiacetylcholinesterase , and Antibacterial Activities Essential Oil and Phenolic Compounds of *Artemisia*. *International Journal of Food Properties*, 19(7), 1425–1438. <https://doi.org/10.1080/10942912.2015.1079789>
- **Zaim, A ; El Ghadraoui, L ; et 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.
- **Ziyyat, A ; Legssyer, H ; Mekhfi, A; Dassouli, M; Serhrouchni, W; Benjelloun., (1997).** Phytotherapy of hypertension and diabetes in oriental Morocco. *Journal of Ethnopharmacol.* 58(1): 45-54.
- **Zouari, S; Zouari, N; Fakhfakh, N; Bougatef, A; et Ayadi, M. A., (2010).** Chemical composition and biological activities of a new essential oil chemotype of Tunisian *Artemisia herba alba* Asso. 4(10), 871–880. <https://doi.org/10.5897/JMPR09.506>

