

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. M. OULHADJ - Bouira
Faculté des Sciences et des Sciences Appliquées
Département de Génie des Procédés



Mémoire

Présenté par

Keddachi Djamila

Mihoubi Sara

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière: GENIE DES PROCEDES

Spécialité : SCIENCES ET GENIE DE L'ENVIRONNEMENT

**Extraction et caractérisation de l'huile essentielle
extraite à partir de la plante *Artemisia herba-alba***

Soutenu le 28/09/2015

Devant le jury composé de:

Mme A. Zaabar Maitre de conférences B UAMO, Bouira Présidente

Mme S. Bettayeb Maitre Assistante B UAMO, Bouira Examinatrice

Mme L. Arbia Maitre Assistante A UAMO, Bouira Promotrice



Remerciement

*Premièrement, un grand merci à DIEU
qui nous a donné*

*Le courage et la volonté pour compléter ce travail.
Nous exprimons nos profonds remerciements et nos
reconnaissances à Mme Arbia Leila,*

*maitre assistante classe A à l'université Akli Mohend
Oulhadj de bouira, d'avoir encadré ce travail. Merci également pour sa
confiance, ses précieux conseils et sa disponibilité.*

*Sincères remerciement aux membres de jury, la présidente: madame
Zaabar A., maitre de conférence classe B, et l'examinatrice: madame
Bettayeb d'avoir accepté d'examiner notre travail*



*A tout le personnel du département des sciences et technologie
A tous les enseignants qui nous ont suivis tout au long de notre cursus
universitaire.*

*Nous tenons à remercier également les responsables des différents
laboratoires de génie des procédés de l'université Akli Mohend Oulhadj,
bouira pour leur patience, leur gentillesse, et l'encouragement durant
l'expérimentation en particulier :*

*Mme hamani Siham, Mme Daoud F, Mme Borasse F, monsieur
Ammouch Ahmed, monsieur Hamadache Aziz,
Mme Bouchafa chahrazad, Mme kerffouf naima.*

*Un grand merci pour tous qui nous ont aidés de près
ou de loin à la réalisation de ce travail.*

Un grand merci pour tous (es) les amis(es).





Dédicace

Je dédie ce mémoire

*A mes chères parents que Dieu les protège, pour
leurs amours, leurs soutiens, leurs prière, que*

Dieu les préserve.

Ames chers frères.

A mes chères sœurs.

A mes neveux et mes nièces.

A toute ma famille.

A toutes mes amies.

KEDDACHI DJAMILA



Dédicace

Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents

A mes très chers frères: Mostapha, Ali, Rezki

A mes très chères sœurs: Fatima, Nacira, Naima, Hafsa,

Hamida et Nouara

A mon Fiancé Abdelghani

A mes nièces

A mes neveux

A mes cousins et cousines.

A toutes mes amies

A toute ma famille

A ma promotrice M^{me} Arbia

A toute l'équipe du laboratoire de recherche

MIHOUBI SARA



Liste des figures

Figure 1: des photos qui représentent (A): L'Aspect d' <i>Artemisia herba-alba</i> en été, (B): <i>Artemisia herba-alba</i> fraîche, (C): Spécimen déraciné	9
Figure 2: Morphologie générale de plante d' <i>Artemisia herba alba</i>	10
Figure 3: Dispositif de l'hydrodistillation.....	23
Figure 4: Dispositif de l'entraînement à la vapeur d'eau.....	25
Figure 5: Schéma de procédé d'extraction par micro-ondes.....	26
Figure 6 : Morphologie d' <i>Escherichia coli</i> sous microscope électronique.....	33
Figure 7: Photo représente le montage de l'hydrodistillation.....	42
Figure 8: Photo de l'ampoule à décanter représentant les deux phases organique et aqueuse.	42
Figure9: Le spectre FTIR de la plante sèche <i>Artemisia herba alba</i>	47
Figure10: Le spectre IFTR d'HE d' <i>Artemisia herba alba</i>	50
Figure 11: Photo de la bactérie <i>Escherichia coli</i> sous microscope photonique.....	51
Figure 12: Photo de la bactérie <i>Staphylococcus aureus</i> sous microscope photonique.....	52
Figure 13: Photo de la bactérie <i>Pseudomonas aeruginosa</i> sous microscope photonique.....	52

Liste des tableaux

Tableau 1: classification de la plante <i>Artemisia herba alba</i>	10
Tableau 2: Composition de l'huile essentielle de l' <i>Artemisia herba alba</i>	16
Tableau 3: Avantages et inconvénients des différents procédés d'extraction.....	28
Tableau 4: Les maladies provoquées par les bactéries pathogènes.....	30
Tableau 5 : taxonomie d' <i>Escherichia coli</i>	33
Tableau 6 : Taxonomie de <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	36
Tableau 7: Taxonomie de <i>Staphylococcus aureus</i>	38
Tableau 8: Différents caractères bactériologiques de <i>Staphylococcus aureus</i>	38
Tableau 9: le milieu de culture et leur aspect microscopique des souches bactériennes étudiées.....	45
Tableau 10: Propriétés physicochimiques de la plante fraîche <i>Artemisia herba alba</i>	47
Tableau 11 : Caractère organoleptique de l'HE d' <i>Artemisia herba alba</i>	48
Tableau 12 : Les propriétés physico-chimiques de l'HE d' <i>Artemisia herba alba</i>	48
Tableau 13 : Récapitulatif des bandes obtenues par spectroscopie infrarouge.....	51
Tableau 14: l'activité antibactérienne de l'HE d' <i>Ah</i>	52
Tableau 15: La concentration minimale inhibitrice de l'HE d' <i>Ah</i>	53

Liste des abréviations

AFNOR: Association Française de Normalisation

Ah: *Artemisia herba Alba*

ATCC: American Type Culture Collection

BHIB: brain heart infusion bouillon

CMI: Concentration Minimale Inhibitrice

D: la densité relative

DMSO: Diméthylsulfoxyde

Et OH : éthanol

FTIR: Fourier transform infrared spectroscopy

H: Humidité

HE: Huile Essentielle

IA: Indice d'acide

IE: Indice d'ester

ISO: International Standard Organisation

GC : guanine cytosine

MS: Matière Sèche

pH: potentiel Hydrogène

TC: Taux de Cendre

UFC: Unité Formant Colonie

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	1
PARTIE THEORIQUE	
Chapitre I: les plantes médicinales et aromatiques	
I.1.Généralités sur les plantes médicinales.....	3
I.1.1.Histoire des plantes médicinales en Algérie.....	3
I.1.2.Définition des plantes médicinales.....	3
1 - Plantes spontanées.....	3
2- Plantes cultivées.....	4
I.1. 3. Identification des plantes.....	5
I.1. 4. Récolte des plantes médicinales.....	5
I.1.5. Conservation des plantes médicinale.....	5
I.1.6. Domaines d'application des plantes médicinales.....	6
I.1.7. Plantes et homme.....	7
I.2.Présentation de la plante <i>Artemisia herba-Alba</i>	9
I.2.1. Historique et terminologie.....	9
I.2.2. Description botanique.....	9
I.2.3. Noms vernaculaires.....	10
I.2.4. Nom scientifique.....	10
I.2.5.Classification des plantes.....	10
I.2.6. Composition chimique de la plante.....	11
I.2.7. Ecologie de la plante.....	12

I.2.8. Biologie de la plante <i>Artemisia herba alba</i>	12
I.2.9. Place de l' <i>Artemisia herba alba</i> en phytothérapie.....	12
I.2.10. Utilisations de la plante.....	13

Chapitre II: les huiles essentielles

II.1.Généralités sur les huiles essentielles.....	14
II.1.1.Historique.....	14
II.1.2.Définition.....	14
II.1.3.Composition et propriétés des huiles essentielles.....	14
II.1.3.1.Composition chimique.....	14
II.1.3.2.Propriétés physiques.....	16
II.1.4.Répartition et localisation.....	17
II.1.4.1.Répartition.....	17
II-1-4-2-Localisation.....	17
II.1.5.Rôles des huiles essentielles.....	18
II.1.6.Facteurs influençant la composition.....	18
II.1.7.Domaine d'utilisation des huiles essentielles.....	19
II.1.8.Mode d'emploi des huiles essentielles.....	20
II.1.8.1.Voie interne.....	20
II.1.8.2.Voie externe.....	21
II.1.9 Toxicité des huiles essentielles.....	21
II.1.10. Conservation des huiles essentielles.....	21
II.1.11.Mode d'action contre les bactéries.....	22
II.2. Techniques d'extraction des huiles essentielles.....	22

II.2.1. Extraction par expression à froid.....	22
II.2.2.Extraction par distillation.....	22
II.2.2.1.Hydro distillation.....	23
II.2.2.2.Hydro diffusion.....	24
II.2.2.3. Entrainement à la vapeur d'eau.....	24
II.2.3.Extraction par micro-ondes.....	25
II.2.4. Macération.....	26
II.2.4.1. Enfleurage.....	26
II.2.4.2. Macération à chaud.....	27
II.2.5.Extraction par solvant organique volatil.....	27
II.2.6.Extraction par les gaz supercritiques.....	28
II.3.Les avantages et les inconvénients des techniques d'extractions.....	28

Chapitre III: Etude bactériologique

III.1.Micro-organismes pathogènes.....	30
III.2. <i>Escherichia coli</i>	32
III.2.1. Historique.....	32
III.2.3. Définition d' <i>E coli</i>	32
III.2.4. Taxonomie.....	33
III.2.5. Composition d' <i>E.coli</i>	33
III.2.6. Caractères d' <i>E coli</i>	33
III.2.6.1. Caractères biochimiques.....	33
III.2.6.2. Caractères cultureux.....	34

III.2.6.7. Classification d' <i>E coli</i>	34
III.2.6.8. Mode de transmission.....	34
III.2.6.9. Maladies provoquées par <i>E.coli</i>	34
III.3. <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	35
III.3.1. Définition.....	35
III.3.2. Description.....	35
III.3.3. Pathogène opportuniste.....	37
III.4. <i>Staphylococcus aureus</i>	37
III.4.1.Définition.....	37
III.4.2.Caractéristiquesde <i>Staphylococcus aureus</i> :.....	38
III.4.3.Toxicité de <i>S. aureus</i>	38

CHAPITRE IV:PARTIE EXPERIMENTALE

Partie1: Matériel et méthodes	40
IV.1.1. Matériel végétal.....	40
- Plante <i>Artemisia herba alba</i>	40
- Microorganismes.....	40
IV.1.2. Analyses physicochimiques de la plante.....	40
IV.1.2.1. Taux d'humidité et matière sèche.....	40
IV.1.2.2.Cendres.....	40
IV.1.2.3. Analyse par spectroscopie infrarouge de la plante sèche.....	41
IV.1.3. Extraction des huiles essentielles.....	41
IV.1.3.1.Méthode d'extraction.....	41
IV.1.3.2. Caractérisation des huiles essentielles.....	42

- Caractéristique organoleptique.....	42
- Propriétés physico-chimiques.....	42
IV.1.3.3. Analyses des huiles essentielles.....	44
IV.1.3.3.1.Spectroscopie infrarouge par FTIR.....	44
IV.1.3.4. Activité antimicrobienne des huiles essentielles.....	44
Partie 2: résultats et discussions	
IV.2.1.Analyses physicochimiques de la plante.....	47
IV.2.1.1.Caractères organoleptiques de l'huile <i>d'Artemisia herba alba</i>	48
IV.2.1.2.Propriétés physico-chimiques de l'huile essentielle d' <i>A. herba alba</i>	48
IV.2.2. Analyse physicochimique par spectroscopie infrarouge.....	50
IV.2.3.Activité antibactérienne des huiles essentielles <i>d'Artemisia herba alba</i>	51
IV.2.3.1.Coloration de Gram.....	51
IV.2.3.2.Activité antimicrobienne.....	52
IV.2.3.3. Concentration minimale inhibitrice.....	53
Conclusion et perspectives.....	54
Références bibliographiques.	
Résumé.	

Introduction générale

Introduction générale

Introduction

L'Académie nationale de pharmacie est particulièrement concernée par les préoccupations croissantes concernant les relations entre l'environnement et la santé.

La contamination « santé-environnement » a ainsi été créée en son sein dès 1996. Elle a alerté l'Académie nationale de pharmacie sur le problème émergent des rejets de substances médicamenteuses dans l'environnement, plus particulièrement dans les eaux, en raison des risques potentiels pour les diverses composantes de l'environnement et pour l'homme [1].

Les bactéries et les virus se sont peu à peu adaptés aux médicaments et leur résistent de plus en plus [2]. Et le coût de certains médicaments est très élevé ainsi que leur indisponibilité sur le marché [3].

Pour cette raison une bonne partie des recherches scientifiques s'orientent actuellement vers la voie de l'usage des extraits biologiques actifs des plantes aromatiques et médicinales, notamment vers les huiles essentielles [4].

Les plantes soignent, parfois très rapidement, non seulement la fatigue, l'insomnie, les maux de tête, la grippe, la toux, les rhumatismes, mais aussi de très nombreuses maladies chroniques parmi lesquelles on cite le diabète, la leishmaniose [3].

Une huile essentielle est un produit odorant, de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, soit par un procédé mécanique sans chauffage [5].

Les huiles essentielles sont très efficaces sur les germes résistants aux antibiotiques [6].

Le domaine d'application des huiles essentielles sont diversifiés malgré l'arrivée sur le marché des composés de synthèse; C'est ainsi qu'elles trouvent de nombreuses applications dans l'industrie chimique et dans le domaine de l'agroalimentaire (condiments, épices, aromatisants,...) et l'aromathérapie (parfumerie, cosmétique et savonnerie) [5], et aussi dans l'industrie médicinale (soigner).

L'objectif de notre travail est basé sur l'extraction des huiles essentielles de la plante *Artemisia herba-alba* et étudier son pouvoir antibactérien sur des souches qui infectent l'homme. Et ceci dans le but de rechercher des substances bioactives capables d'éliminer la prolifération microbienne en limitant l'utilisation des antibiotiques qui causent de sérieux problèmes pour l'environnement.

Introduction

Cette étude est répartie en trois parties, dans la première partie, nous aborderons, l'état des connaissances bibliographiques incluant une présentation botanique de la famille astéracée (la plante *Artemisia herba alba*).et nous étudierons également, des généralités sur l'huile essentielle de cette plante.

Dans la deuxième partie, qui est la partie expérimentale, elle est consacrée aux méthodes utilisées afin de réaliser ce travail.

Dans la troisième partie, nous discuterons les résultats obtenus lors de cette étude.

Chapitre I : les plantes médicinales et aromatiques

Chapitre I : les plantes médicinales et aromatiques

I. Généralités sur les plantes médicinales:

I.1.L'histoire des plantes médicinales en Algérie:

Chaque culture a une histoire d'utilisation des plantes médicinales pour guérir les maladies. En Algérie, l'usage de plantes médicinales est une tradition de mille ans [7].

Les premiers écrits sur les plantes médicinales ont été faits au IX^{ème} siècle par Ishâ-Ben-Amran et Abdallah-Ben-Lounès né à Oran, et qui décrit l'usage de beaucoup de plantes médicinales, mais la plus grande production de livres a été réalisée au dix-septième et au dix-huitième siècle. Même pendant le colonialisme Français de 1830 à 1962, les botanistes ont réussi à cataloguer un grand nombre d'espèces comme médicinales et un livre sur les plantes médicinales et aromatiques d'Algérie a été publié en 1942 par Fourment et Roques où ils ont mentionné, décrit et étudié 200 espèces. La plupart d'entre elles étaient du Nord de l'Algérie et seulement 6 espèces ont été localisées au Sahara. Le travail le plus récent publié sur les plantes médicinales algériennes est reporté dans les ouvrages de Beloued (1998) et Baba Aissa (1999). Ainsi que Bouderra (1859), collecteur occasionnel de plantes dans le Sahara, Letourneux, botaniste (entre 1851 et 1891), Jourdan (1864), auteur des flores murales de Tlemcen et du Tombeau de la Chrétienne [7].

Les plantes médicinales ont eu une grande influence et occupent une place importante dans la vie quotidienne en Algérie, on peut observer cette influence même sur les timbres postaux [7].

I.2.Définition des plantes médicinales:

La définition d'une plante médicinale est très simple. En fait il s'agit d'une plante qui est utilisée pour prévenir, soigner ou soulager divers maux [8], Elle possède des activités pharmacologiques, pouvant conduire à des emplois thérapeutiques [9].

Elle est utilisée de différentes manières (décoction, macération, infusion...) et une ou plusieurs de ses parties peuvent être utilisées (racine, rhizome, feuilles, fleurs...).

Les plantes médicinales sont des drogues végétales Environ 35 000 espèces de plantes sont employées par le monde à des fins médicinales, ce qui constitue le plus large éventail de biodiversité utilisé par les êtres humains [8].

Il y a deux origines des plantes médicinales qui sont les plantes spontanées et les plantes cultivées:

1- Les plantes spontanées:

Ce sont des plantes difficiles ou impossibles de les cultiver. Elles représentent encore, d'après certaines firmes importatrices, 60 à 70% des drogues du marché européen. Quant à la valeur

médicinale des plantes spontanées, elle se montre très inégale puis qu'elle varie suivant l'origine, le terrain et les conditions de croissance [10].

Leur répartition dépend du sol et surtout du climat.

a- Le sol:

Les plantules se développent efficacement et naturellement dans le sol qui leur est le plus favorable.

b- Le climat:

Le climat est influencé sur la répartition des plantes médicinales, il est constitué de plusieurs facteurs[11].

➤ **La température:**

La température moyenne et l'écart de températures, sont très importants pour la répartition des plantes médicinales, certaines plantes ne supportent pas le gel, d'autres demandent de subir l'influence du froid hivernal afin de fleurir la seconde année de végétation [11].

➤ **L'humidité:**

Elle est primordiale pour certaines espèces qui ne poussent que dans les tourbières. Par opposition, les plantes dites xérophiles sont adaptées à la sécheresse. Qui peut pousser dans les pelouses très sèches [11].

➤ **L'intensité de la lumière:**

Elle est nécessaire pour le bon développement des végétaux. Là encore plusieurs catégories de plantes ressortent. Les individus dits héliophiles sont ceux qui aiment le soleil, le Manioc (*Manihotesculenta*Crantz) en fait partie. Par opposition on trouve les sujets héliophobes ou ombrophiles. Ceux-ci préfèrent bien sûr les sous-bois [11].

2- Les plantes cultivées:

Une partie importante des inconvénients précédemment cités est évitée grâce à la culture des plantes [11].

Elle assure une matière première en quantité suffisante, homogène au double point de vue aspect et composition chimique [10].

Autre avantage, et pas des moindres, toute confusion possible par la cueillette est ici exclue, ce qui permet aussi une récolte plus opportune. En effet, pour la Digitale pourpre (*Digitalis purpurea*L.) par exemple, il n'est alors plus nécessaire d'attendre la formation de ses fleurs caractéristiques, indispensables à la collecte sauvage, qui évite toute erreur possible.

Ramasser ses feuilles dès la première année permet une récolte plus abondante et une drogue plus active [11].

En plus de tous ces bénéfices sur la qualité, la culture pallie la dispersion ou la disparité des peuplements naturels. Il est possible d'adapter la quantité aux besoins médicaux [11].

I.3. Identification des plantes :

Reconnaître les plantes sans se tromper est évidemment essentiel. Pour distinguer les espèces qui se ressemblent, il faut se procurer un guide des fleurs sauvages et afin d'éviter toute intoxication, ne jamais cueillir une plante dont on n'est pas sûr.

Pour les anciens, de nombreuses plantes pouvaient être distinguées grâce à ce qu'ils appelaient la «signature» (signum : signe). Ils pensaient que la forme ou la couleur du végétal suffisait pour indiquer clairement son emploi et ses propriétés [12].

Quoi qu'il en soit, les indications fournies par la forme, la saveur, l'odeur et la couleur sont les seules caractéristiques qu'il est possible de retenir pour choisir les végétaux, ainsi, les plantes à suc jaune, telles que la chélidoine, par exemple, guérissaient les maladies du foie, les plantes à suc rouge, telles que le millepertuis, guérissaient les maladies du sang [12].

I.4. Récolte des plantes médicinales :

La plante entière est souvent récoltée car les principes actifs se trouvent dans toutes les parties de végétal. Suivant les cas, on récoltera avant la floraison ou en pleine époque des fleurs. On évitera d'arracher les racines en coupant la tige à quelques centimètres du pied. Récolter les plantes par temps sec, plutôt par une matinée bien ensoleillée [7].

Puisque les plantes mouillées de pluie ou de rosée s'altèrent, moisissent, fermentent, et perdent, de toute façon, toute valeur thérapeutique [10].

Les plantes cueillies dans de bonnes conditions climatiques au moment de leur pleine maturité ont une teneur très élevée en composants actifs [7].

I.5. Conservation des plantes médicinales:

Il existe diverses méthodes de conservation, les plus courantes et les plus simples étant le séchage à l'air ou au four. Un endroit chaud et sec est l'idéal. Poser toujours les plantes sur du papier journal. Une fois séchées, les plantes se conservent plusieurs mois dans un sac ou un pot en verre ou dans un sac en papier kraft [12].

I.5.1. Séchage:

Le séchage est une étape importante dont la qualité du produit est conservée. Cette opération, qui permet d'éliminer l'humidité des végétaux, doit être effectuée immédiatement après la cueillette. Les plantes cueillies doivent être étalées dans une pièce bien aérée, sur des toiles de jute ou de coton, les différentes espèces étant bien séparées [12].

Sauf indication contraire, elles ne seront pas exposées directement aux rayons du soleil. En effet, elles risqueraient alors de perdre de nombreuses propriétés, à cause de la volatilisation de nombreuses substances [12].

Si les plantes sont salies par la terre, il sera nécessaire de les nettoyer, de les laver et de les sécher soigneusement. Cela est particulièrement vrai pour les racines, il est conseillé de couper ces dernières en petits morceaux pour en accélérer le séchage [12].

I.5.2. Conservation:

Une fois que les plantes seront séchées, passer immédiatement à la phase de conservation, afin d'éviter que la poussière ne s'accumule inutilement. A cette fin, procurer des sachets de papier, des boîtes en fer blanc, des sacs en plastique (sauf pour les espèces contenant des huiles étherées) et des bocaux en verre [12].

Vérifier toujours, au bout de quelques temps, que la condensation ne s'est pas formée sur les parois des récipients car cela constitue un symptôme de mauvais séchage [12].

I.6. Domaines d'application des plantes médicinales:

Les substances naturelles issues de plantes ont des intérêts multiples en industrie : en alimentation, en cosmétologie et en pharmacie [9]. Les plantes médicinales sont riches en produits naturels ce qui permet de les utiliser en divers domaines [13].

➤ En médecine:

En urologie, dermatologie, gastrites aiguës, toux, ulcères d'estomac, laxatifs, sommeil et désordres nerveux de l'homme et maladies du Système cardiovasculaire [9]. Elles sont utilisées aussi contre le diabète [14] comme le romarin, sauge, thym, origan, sarriette, clou de girofle, gingembre et curcuma, ont révélé une grande capacité d'inhibition des réactions oxydatives, d'autres plantes sont réputées [9]. Comme des agents antiseptiques, anti-inflammatoires et antioxydants, contre la maladie de stress [14].

Actuellement, il existe des laboratoires de médicaments vétérinaires à base de plantes. L'aromathérapie, appliquée en médecine vétérinaire pour ses bienfaits thérapeutiques à base d'huiles essentielles dans le traitement des affections pulmonaires [9].

➤ **En cosmétique :**

Les produits de beauté, parfums et articles de toilette, produit d'hygiène, crème pour la peau et corps, les gommages de visage, etc. [14].

➤ **En alimentation :**

Assaisonnement des boissons des colorants et des composés aromatiques, les épices et les herbes aromatiques utilisées dans l'alimentation sont considérés comme condiments et aromates [14].

I.7. Les plantes et l'homme :

La phytothérapie moderne est fondée sur une somme d'expériences et de connaissances dont les origines remontent à plusieurs millénaires. Le recours à la thérapeutique des plantes est aussi vieux que l'humanité.

L'Égypte ancienne ; les Grecs et les romains se sont transmis ce savoir. Nous en avons hérité grâce aux écrits des érudites arabes et perses et aux jardins des abbayes médiévales européenne.

L'emploi des plantes médicinales est très valorisé dans toutes les traditions médicales. Il y a deux cents ans encore, les moyens thérapeutiques naturels étaient les seuls remèdes dont disposait l'humanité. Leur utilisation et leurs effets ont donc été minutieusement étudiés, documentés et développés

Depuis longtemps, les hommes se sont soignés avec les plantes. Qu'est-ce qui les a guidés à employer une plante plutôt qu'une autre ? Le hasard ? La religion ? La superstition ? L'expérience, certainement.

Plusieurs théoriciens ont entrepris d'expliquer l'action des plantes sur l'organisme et leurs propriétés. Toutes les civilisations antiques : mésopotamienne, égyptienne, chinoise, indienne, précolombienne avaient une panoplie de remèdes végétaux impressionnante [7].

➤ **L'inde :**

La médecine traditionnelle de l'inde suit le concept global de l'Ayurveda où *ayur*, «longévité », et *veda*, « connaissance » ou « science» ou bien « La vie bien remplie » que les hommes recevaient ces règles par l'intermédiaire des Dieux, selon la conception spirituelle du monde indien elles sont recensées dans les quatre livres fondamentaux de la science, la fameux Veda. Les deux plus anciennes sont la « collection de Caraka » et la « collection de Sushruta », datant des débuts de 1ère chrétienne, les sources historiques recensent quelque trois mille plantes différentes employées à des fins médicales aussi ils mentionnèrent dans leur ancien manuel de médecine intitulé Ts'ao Kang Mou que certaines plantes peuvent guérir des maladies allant de la stérilité jusqu'au cancer [7].

➤ **La chine :**

La médecine chinoise est une médecine très ancienne, d'après l'association suisse de la médecine traditionnelle chinoise (MTC). Elle est une médecine énergétique dont le but est de restaurer un équilibre au niveau des différentes fonctions de l'organisme et ainsi de lui permettre d'envisager les «agressions» du milieu extérieur de la meilleure façon possible. C'est donc une médecine complète, à la fois préventive et curative. Les conceptions de la médecine chinoise trouvent leur origine dans les 17 philosophies chinoises [7]. Il est basé sur trois piliers fondamentaux:

L'acupuncture :

L'acupuncture consiste en l'insertion d'aiguilles fines à des points précis dans le corps dans le but de soigner.

La phytothérapie :

Selon les chinois, la découverte des premiers remèdes naturels essentiellement issus du règne végétal

Le massage chinois :

Est une méthode de traitement, elle stimule des points précis du corps et provoque des réactions locales ou générales de manière à régulariser les fonctions de l'organisme, éliminer les facteurs pathogènes et guérir certaines maladies [7].

➤ **La médecine égyptienne et sumérienne:**

L'exercice de la médecine égyptienne s'étendait sur plus de cinq mille ans, elle se dotait ainsi d'une médecine riche et complète permettant de guérir tous les maux de la vie quotidienne allant des morsures de serpents à la gynécologie, en passant par les fractures et les tumeurs.

De nos jours, certaines plantes de la médecine égyptienne sont toujours utilisées comme sédatifs (Pavot, Jusquiame) et autres.

Les populations babyloniennes et sumériennes utilisaient des plantes pour se soigner grâce à la découverte de 600 tablettes d'argile cuites portant des listes mentionnant 1000 plantes telles que le Pavot [7].

Les voyageurs ont joué un grand rôle dans le domaine du transfert des connaissances des plantes médicinales, et c'est grâce à eux que le contact a été établi entre les pays du bassin méditerranéen et ceux d'extrême orient, et que les drogues même orientales ont été reprises par les grecs, romains, arabes et européens [7].

I.2. Présentation de la plante *Artemisia herba alba*:

I.2.1. Historique et terminologie:

Connue depuis des millénaires, l'armoise, herbe blanche a été décrite par l'historien grec Xénophon, au début du IV^e siècle, dans les steppes de la Mésopotamie [8].

Elle a été répertoriée en 1779 par le botaniste espagnol Ignacio Jordan Claudio di Asso y de IRio. C'est une plante essentiellement fourragère, très appréciée par le bétail comme pâturage d'hiver. Elle présente une odeur caractéristique d'huile de thymol et un goût amer d'où son caractère astringent [13].

I.2.2. Description botanique:

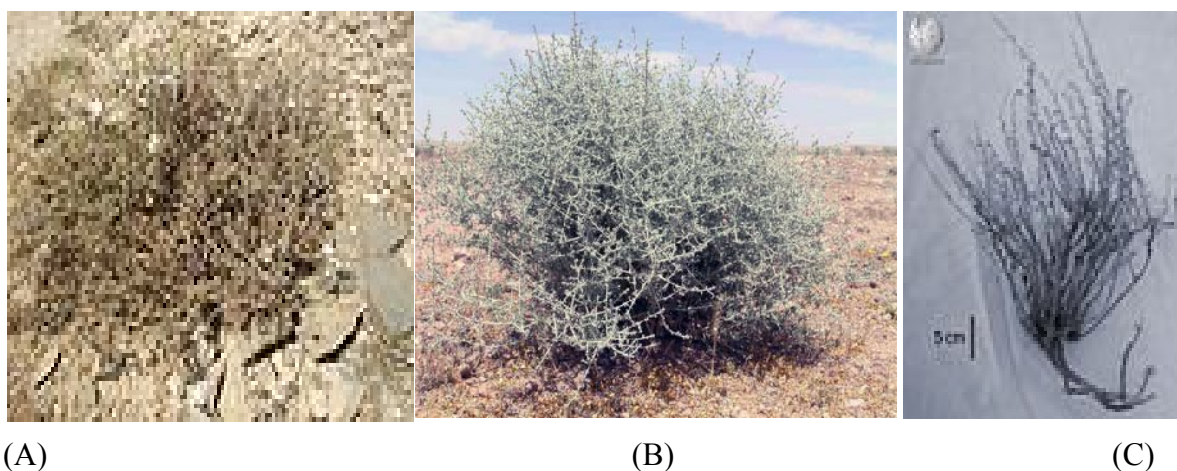


Figure 1: des photos qui représentent (A): L'Aspect d'*Artemisia herba alba* en été, (B): *Artemisia herba alba* fraîche, (C): Spécimen déraciné

Le genre *Artemisia* appartient à la famille des Astéracées (Composites), avec plus de 350 espèces différentes qui se trouvent principalement dans les zones arides et semi arides d'Europe, d'Amérique, d'Afrique et du Nord et d'Asie [13].

L'*Artemisia* est une plante herbacée à tiges ligneuses et ramifiées vivace de 30-50 cm de long. Ces tiges sont rigides et droites et les feuilles sont courtes, généralement pubescentes avec un aspect argenté.

Les fleurs sont hermaphrodites, emballés dans des petites capitules (comprenant chacun de 3 à 8 fleurs) sessiles et en bottes.

Les fruits sont groupées en grappes, à capitules très petites (3/1,5mm) et ovoïdes. Le réceptacle floral est nu avec 2 à 5 fleurs jaunâtres par capitule toutes hermaphrodites [8].

La croissance végétative de l'*Aha* lieu à l'automne, la floraison commence en Juin et se développe essentiellement en fin d'été [8].

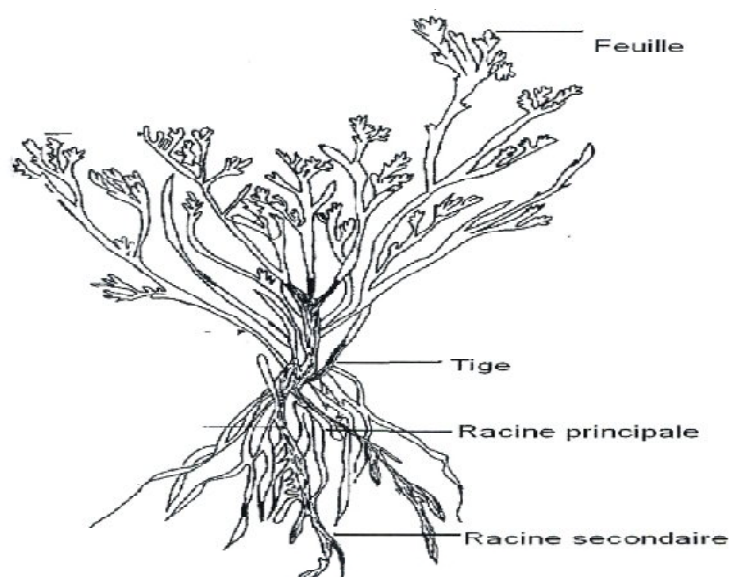


Figure 2: Morphologie générale de plante d'*Artemisia herba Alba*[15].

I.2.3. Noms vernaculaires:

Plusieurs noms sont attribués à l'armoise herbe blanche:

- Thym des steppes, absinthe des steppes (français).
- En Afrique du Nord et au Moyen-Orient elle est nommée Chih شيح (arabe).
- Le nom Wormwood (Anglais) fait allusion à son pouvoir vermifuge bénéfique pour l'homme et le bétail [13].

I.2.4. Nom scientifique:

- *Artemisia herba-alba* Asso. ou *Artemisia inculta* Del [13].

I.2.5. Classification des plantes:

Ah est une petite espèce vivace de la famille des composées (astéracées), et sont classées comme suit [13]:

Tableau 1: classification de la plante *Artemisia herba alba*

Embranchement	Phanérogames
Sous-Embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Ordre	<i>Synantherales</i>
Famille	Composées (astéracées)

Sous-Famille	Tubulifères
Tribu	Anthémidiées
Genre	<i>Artemisia</i>
Espèce	<i>Artemisia Herba Alba</i> Asso.

I.2.6. Composition chimique de la plante:

Au Maghreb, l'*Ah* constitue un fourrage particulièrement intéressant. En effet, la plante présente un taux de cellulose beaucoup moins élevé malgré que son aspect extérieur indique l'inverse (17 à 33%). La matière sèche (MS) apporte entre 6 et 11% de matière protéique brute dont 72% est constituée d'acides aminés. Le taux de -carotène varie entre 1,3 et 7mg/kg selon les saisons [16].

La valeur énergétique de l'armoise herbe blanche, très faible en hiver (0,2 à 0,4 UF /kg MS), augmente rapidement au printemps (0,92 UF/kg MS) pour diminuer de nouveau en été (0,6 UF/kg MS).

En automne, les pluies de septembre provoquent une nouvelle période de croissance et la valeur énergétique augmente de nouveau (0,8 UF/kg MS) [17, 15].

Les plantes de la famille des Astéracées, auquel appartient l'*Ah*, ont fait l'objet de plusieurs études phytochimiques par intérêt économique surtout pour leurs huiles essentielles.

Les molécules identifiées sont les sesquiterpènes lactones, les coumarines et les hydrocarbures acétyléniques [18].

I.2.6.1. Terpènes de l'*Artemisia herba-alba*:

Les terpènes sont des polymères constitués d'unités en C 5. Les monoterpènes(en C 10) sont des substances légèrement volatiles qui forment les huiles essentielles. Ils protègent les végétaux contre les parasites, inhibent la croissance bactérienne et attirent les animaux pollinisateurs.

Les principaux monoterpènes identifiés dans l'*Ah* sont le thujone (monoterpènes lactone), le 1,8-cinéol et le thymol [18].

Le thujone est probablement l'un des constituants terpéniques les plus bioactifs de l'Armoise. Son nom provient de *Thuja occidentalis* plante de laquelle il a été extrait pour la première fois.

On a aussi identifié des sesquiterpènes (3 unités en C 5) et des sesquiterpènes lactones dans plusieurs chémotypes du Moyen-Orient [18].

I.2.6.2. Flavonoïdes de l'*Artemisia herba-alba* :

Ce sont des composés phénoliques qui contribuent à la pigmentation de la plante. Très ubiquitaires, certains d'entre eux jouent le rôle de phytoalexines, métabolites synthétisés par la plante pour lutter contre diverses parasitoses [18].

Les flavonoïdes sont rencontrés à l'état libre (soluble) ou liés à un sucre (glycosides) dans le liquide vacuolaire.

Les principaux flavonoïdes isolés à partir de l'*Ah* sont l'hispiduline, la cirsimarine. Des flavones glycosides comme la 3-rutinoside-quercétine et l'isovitexine ont été mis en évidence chez des chémotypes du Sinaï [18].

I.2.7. Ecologie de la plante:

L'armoise blanche existe dans des bioclimats allant du semi-aride jusqu'au saharien (entre les isohyètes de 400 à 500 mm).

Elle semble indifférente aux altitudes et peut vivre dans des régions d'hiver chaud à frais. *Ah* se développe dans les steppes argileuses bien drainée (marnes, marno-calcaire en pente), aux sols bruns steppiques de texture moyenne, aux sols sableux [13].

I.2.8. Biologie de la plante *Artemisia herba alba*:

L'*Ah* est une plante ligneuse basse et toujours verte. Ses caractéristiques morphologiques et physiologiques font d'elle une espèce bien adaptée aux conditions climatiques arides [18].

Le dimorphisme saisonnier de son feuillage lui permet de réduire la surface transpirante et d'éviter ainsi les pertes d'eau. Grâce à son système racinaire très dense à la surface, l'*Ah* est capable de valoriser toute humidité superficielle occasionnée par des petites pluies. Cette espèce est également capable d'exploiter l'humidité du sol jusqu'à 50 cm de profondeur et peut profiter des fractures de la croûte, pour atteindre les poches d'humidité, notamment dans les sols à encroûtement calcaire [18].

La floraison de cette espèce débute le plus souvent en juin mais les fleurs se développent essentiellement à la fin de l'été.

Lors des années pluvieuses et dans les sols qui lui conviennent, l'*Ah* présente une forte production de graines et un pouvoir de régénération élevé [18].

I.2.9. Place de l'*Artemisia herba alba* en phytothérapie:

Elle a été utilisée, tout d'abord, comme aromatisant dans le thé et le café, puis elle est devenue une panacée dans la médecine traditionnelle arabo-musulmane. Friedman et coll. (1986), ont

rapporté que l'infusion de l'armoise est assez employée par les bédouins du Néguev (Palestine) pour soulager les maux gastro-intestinaux [8].

- En Irak: également, l'armoise préparée avec le thé constitue l'une des formes d'automédication contre le DNID *diabète non insulino-dépendant*.
- En Tunisie: une enquête menée dans le milieu urbain a montré que l'armoise est, entre autres, essentiellement utilisée pour les maladies du tractus digestif et comme un traitement antidiabétique. D'après les cas interrogés elle donne un pourcentage d'amélioration élevé.

L'*Ah* est très utilisé au Moyen-Orient et en Afrique du nord contre plusieurs maladies y compris l'entérite et les troubles intestinales [8].

Dans une étude visant à révéler les raisons de l'utilisation de cette plante, l'extrait de l'huile essentielle d'*Ah* a montré une activité antibactérienne contre plusieurs bactéries telle que *Escherichia coli*, *Shigellasonnei* et la *Salmonelle typhose*.

L'effet antispasmodique de l'huile essentielle d'*Aha* été expérimentalement 100 - 1000 fois plus élevé que l'effet antibactérien observé [8].

De loin le plus fréquemment cité est l'utilisation de l'*Ah* dans le traitement du diabète sucré. Et en Afrique du nord pour soigner la bronchite, l'abcès, les diarrhées, et comme vermifuge [8].

I.2.10. Utilisations de la plante:

L'*Ah* est très utilisé en médecine traditionnelle lors d'un désordre gastrique tel que la diarrhée et les douleurs abdominales. Elle est aussi utilisée en tant que remède de l'inflammation du tractus gastro-intestinal [3].

Plusieurs études scientifiques ont également prouvées l'efficacité de l'armoise blanche en tant qu'agent antidiabétique, antiparasitaire, antibactérien, antiviral, antioxydant, anti malarien, antipyrétique, antispasmodique et antihémorragique [3].

Néanmoins, son usage dans l'industrie alimentaire reste très limité à cause de la toxicité de la bêta thujone dont le taux ne doit pas dépasser 5mg/kg [19, 15].

Chapitre II : les huiles essentielles

Chapitre II : les huiles essentielles

II.1.Généralités sur les huiles essentielles:

II.1.1.Historique:

L'huile essentielle est très ancienne et assez universelle, son utilisation date de plus de 7000 ans (on trouve les premières traces chez les aborigènes d'Australie avec fumigation) preuve en est un alambic en terre cuite retrouvé au Pakistan datant de cette époque. On retrouve des inscriptions datant de 4000 ans en Mésopotamie et des écrits Egyptiens datant de 3500 ans. Les Egyptiens obtenaient les huiles essentielles en pressant les plantes [20].

II.1.2.Définition:

La définition des huiles essentielles selon AFNOR est la suivante (norme NF T 75-006) :

« L'huile essentielle est le produit obtenu à partir d'une matière première d'origine végétale, soit par entraînement à la vapeur, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des Citrus, soit par distillation sèche » [21].

L'huile essentielle est le parfum des plantes aromatiques. Elle s'appelle aussi "essence" ou "huile volatile" qui est un produit de composition généralement assez complexe renfermant les principes volatils contenus dans les végétaux et plus ou moins modifiés au cours de la préparation [6].

L'organisation internationale de normalisation ISO propose plusieurs définitions:

Pommade florale:Corps gras parfumé obtenu à partir de fleurs soit par enfleurage à froid ou à chaud.

Epice:Produits végétaux naturelles ou mélange de ceux-ci exempts de matières étrangères, utilisée pour donner de la saveur et de l'arôme et pour assaisonner les aliments[20].

Arôme: La notion d'arôme est à la fois différente et plus vaste que celle d'huile essentielle puisqu'elle s'applique à tout principe odorant qui émane des substances naturelles ou qui est engendrée par un processus physique, chimique ou enzymatique (café torréfié, viande grillée, poisson, fromage ...)[20].

II.1.3.Composition et propriétés des huiles essentielles:

II.1.3.1.Composition chimique:

La composition chimique d'une huile essentielle peut varier considérablement :

- dans une même plante, selon les organes traités (feuille, fleur, fruit, bois)
- dans l'année, selon la saison pour une même plante

- selon les conditions de culture pour une même souche végétale (ensoleillement, humidité, longueur du jour, fertilité du sol),
- selon les races chimiques, ou chimio types, pour une même espèce : l'exemple classique est le cas du thym avec 7 races chimiques [22].

Les HE constituent des mélanges complexes organiques qui possèdent des structures et des fonctions chimiques très diverses [21].

L'ensemble de ces composés peut être divisé en deux grands groupes :

- Les hydrocarbures terpéniques.
- Les composés aromatiques.

Les composés terpéniques:

Ce sont des hydrocarbures cycliques, volatils de formule générale $(C_5H_8)_n$ qui se trouvent dans les huiles essentielles naturelles. Les terpènes ont un certain nombre de propriétés communes tenant à leur caractère insaturé : parenté d'odeur, fixation d'hydrogène, isomérisation, polymérisation.

Dans une huile essentielle, nous retrouvons presque exclusivement des mono- et sesquiterpènes [22].

Les composés aromatiques:

Une autre classe de composés volatils fréquemment rencontrés est celle des composés aromatiques dérivés du phénylpropane. Cette classe comporte des composés odorants bien connus comme la vanilline, l'eugénol, l'anéthole, l'estragole et bien d'autres. Ils sont davantage fréquents dans les huiles essentielles d'Apiaceae (persil, anis, fenouil, etc.) et sont caractéristiques de celles du clou de girofle, de la vanille, de la cannelle, du basilic, de l'estragon, etc.[21].

Composition chimique de l'huile essentielle de l'*Ah*:

L'étude qualitative de l'huile essentielle d'Armoise blanche, *Ah*, du Maroc faite par Benjilali B. et Richard H à permis d'identifier 16 composés terpéniques: a-pinène,

camphène, β -pinène, sabinène, P-cymène, cinéole-1,8, α - et β -thujones, camphre, myrténal, cuminaldéhyde, terpinène-1-ol-4, trans-pinocarvéol, bornéol, myrténol et l'acétate de bornyle, ainsi que la présence probable de deux composés: le β -guaïène et le γ -élémente. Les trois cétones, α - et β -thujones et camphre, représentent entre 60 et 80% de l'huile essentielle totale [23].

Tableau 2: Composition de l'huile essentielle de l'*Artemisia herba alba*[17].

Composés	AKROUT et <i>al.</i> (2010) Région de Béni-Khedache (Sud de Tunisie) (%)	MIGHRI et <i>al.</i> (2006) Région de Kirchaou (sud-est tunisien) (%)	BENMANSOUR (1999) Région de Tlemcen (%)	BENDAHOU (2007) Région de Mechria (%)
α-thujène	–	0,1	–	Tr
α-pinène	–	0,3	3,21	0,1
Camphène	0,8	1,5	0,73	3,2
β-pinène	–	0,7	–	0,2
Myrcène	–	0,2	–	0,5
α-terpinène	–	0,9	–	0,3
<i>p</i>-cymène	1,5	2,2	–	0,8
1,8-cineole	6	12,2	–	3,7
γ-terpinène	1,1	1,7	–	0,2
Lyratol	–	–	–	0,5
α-terpinéol	–	0,5	0,48	0,4
α-thujone	25,7	19,2	12,80	2,9
β-thujone	30	14,3	29,43	41,2
Camphre	4,5	9,4	13,71	22,2
Terpinène- 4-ol	2,8	–	–	0,2
Thymol	–	0,2	–	0,1
Sabinène	1,4	0,5	0,96	1,5

II.1.3.2. Propriétés physiques:

Les huiles essentielles possèdent un certain nombre de propriétés physiques communes très connues à savoir:

-A température ambiante, elles sont généralement liquides; alors qu'elles sont volatiles à température élevée.

-Pouvoir intense de diffusion et de pénétration.

-Elles sont incolores à jaune pâle mais il existe toutes fois des exceptions.

-Elles ont généralement une densité inférieure à celle de l'eau ($d < 1$), mais il existe des exceptions (les huiles essentielles de girofle).

-Elles sont douées d'un pouvoir rotatoire justifié par la présence des molécules asymétriques.

-Elles possèdent un indice de réfraction généralement élevé.

-Elles sont peu solubles dans l'eau (entraînables à la vapeur d'eau), et solubles dans les solvants organiques usuels, dans les graisses (liposolubles), et dans les alcools.

-Sensibles à l'oxydation ; elles ont également tendance à se polymériser pour former des produits résineux; ce qui limite leur conservation [24].

-Leur point d'ébullition varié entre 160°C et 240°C [25].

II.1.4.Répartition et localisation:

II.1.4.1.Répartition:

Les genres capables d'élaborer les constituants qui composent les huiles essentielles sont répartis dans un nombre limité de familles, par ex. : Myrtaceae, Lauraceae, Rutaceae, Lamiaceae, Asteraceae, Apiaceae, Cupressaceae, Poaceae, Zingiberaceae, Piperaceae, etc [26].

La production d'HE dans les plantes est, généralement, associée avec la présence des structures spéciales sécrétrices; des cellules sécrétrices, des poils sécréteurs, des poches sécrétrices, des canaux sécréteurs et des trichomes glandulaires qui existent dans toutes les parties aériennes de la plante [4].

Les huiles essentielles sont situées dans différentes parties de la plante aromatique:

- Dans les feuilles comme pour le basilic,
- Dans les fleurs comme chez la rose,
- Dans les fruits comme chez le citron,
- Dans les grains comme pour la coriandre,
- Dans l'écorce comme pour la cannelle,
- Et pour certaines plantes. C'est dans les racines [24].

II-1-4-2-Localisation:

Les HE sont largement répandus dans le règne végétal pour les familles à haute teneur en matières odorantes comme les labiacées, géraniacées, rutacées, myrtacées, conifères, etc. On distingue deux types de dépôts des huiles essentielles dans les végétaux;

Les dépôts exogènes et endogènes:

- Le dépôt exogène:

C'est un dépôt à la surface des organes du végétal qui produit l'huile essentielle durant la végétation donnant l'odeur caractéristique du végétal.

- Le dépôt endogène:

C'est un dépôt à l'intérieur des organes du végétal, constitué de cellules mortes ou vivantes.

Toutes les parties d'une plante puissent contenir des essences, leurs compositions chimiques varient d'un organe à un autre, mais la plus importante concentration se trouve au niveau des fleurs et des feuilles [24].

II.1.5. Rôles des huiles essentielles:

Plusieurs hypothèses ont été avancées sur le rôle des HE. Les constituants des huiles essentielles sont considérés par Lutz comme des modérateurs des réactions d'oxydation intramoléculaire protégeant la plante contre les agents atmosphériques.

Les travaux de Nicholas ont montré que les monoterpènes et sesquiterpènes peuvent jouer des rôles aussi variés qu'importants dans la relation des plantes avec leur environnement. Par exemple, le 1,8-cinéole et le camphre inhibent la germination des organes infectés ou la croissance des agents pathogènes issus de ces organes [26].

Réduction de la compétition des autres espèces de plante (allélopathie) par inhibition chimique de la germination des graines, et protection contre la flore microbienne infectieuse par les propriétés fongicides et bactéricides, et contre les herbivores par goût.

L'huile comme source énergétique, facilitant certaines réactions chimiques, conservent l'humidité des plantes dans les climats désertiques [27].

Rôle défensif protection du bois contre les insectes et les champignons, action répulsive contre les animaux herbivores [12].

II.1.6. Les facteurs influençant la composition:

La composition chimique et le rendement en HE varient suivants diverses conditions : l'environnement, le génotype, origine géographique, la période de récolte, le séchage, lieu de séchage, la température et durée de séchage, les parasites, les virus et mauvaises herbes [14], le taux d'humidité, la durée d'ensoleillement, la composition du sol sont autant de facteurs d'ordre environnemental susceptibles d'exercer des modifications chimiques. Chez la

Mentha piperita par exemple, les nuits froides favorisent la formation de menthol alors que les nuits tempérées favorisent celle du menthofuranne.

L'heure de la récolte du matériel végétal ainsi que le moment dans l'année sont en effet des facteurs importants [19].

II.1.7. Domaine d'utilisation des huiles essentielles :

Les HE peuvent être utilisés dans les cas suivants: friction, inhalation, vaporisation, bain aromatique, diffusion, bain de pieds en compresse, massage et soin de la peau...

Différents secteurs ont utilisé les huiles essentielles [4]:

❖ Phytothérapie:

Les HE sont largement utilisés pour traiter certaines maladies internes et externes, en médecine dentaire, le traitement et la prévention des caries [16].

Les HE ont un grand intérêt en pharmacie. Elles s'utilisent sous forme de préparations galénique et dans la préparation d'infusion. Aussi, elles s'emploient pour leurs propriétés aromatisants pour masquer l'odeur désagréable des médicaments destinés à la voie orale.

Plus de 40% des médicaments sont à base de composants actifs issus de plantes. De nombreuses huiles se trouvent dans la formule d'un très grand nombre de produits pharmaceutiques: sirops, gouttes, gélules... [12].

❖ Utilisation en aéro-ionisation (désinfection de l'air):

Les HE sont composés d'un grand nombre de molécules volatiles, en diffusion dans l'atmosphère, ou diluées dans les produits de nettoyage. Elles désinfectent, désodorisent et parfument agréablement et naturellement l'air en éliminant 90% du pouvoir bactérien. Cette pratique est utile en particulier dans le milieu hospitalier, comme elle peut être utilisée également pour l'assainissement de l'atmosphère des locaux[17].On peut aseptiser l'atmosphère avec un ionisateur d'huiles essentielles. Il se forme ainsi des aérosols vrais aromatiques, ionisées, créant de l'oxygène naissant ionique, fortement bactéricide, tout en contribuant à dépolluer l'atmosphère [16].

La conservation du patrimoine bibliographique des musées et des archives, ou pour traiter la qualité de l'air dans les bâtiments[17].

❖ En parfumerie ou cosmétologie :

Les HE sont largement utilisés par les grands laboratoires [24] pour préserver ces cosmétiques grâce à leur activité antiseptique et antioxydante, tout en assurant leur odeur agréable [16].

❖ En agro -alimentaire :

Les HE donnent la saveur aux condiments (poivre). Dans l'industrie agro-alimentaire, c'est les huiles essentielles de menthes qui sont très utilisées (confiserie) [24].

❖ Dans divers industries:

Ce sont surtout des industries chimiques qui utilisent des isolats (substances pures isolées des huiles essentielles) comme matières premières pour la synthèse de principes actifs médicamenteux, de vitamine, des substances odorantes, etc.

L'huile de Melaleuca, issue de la distillation de feuilles d'un arbre australien, a une forte utilisation dans ce pays. Elle est intégrée à des produits de lavage et utilisée comme ingrédient pour des préparations à but thérapeutique, traitement d'allergies, piqures d'insectes, irritations [28].

II.1.8.Mode d'emploi des huiles essentielles:**II.1.8.1.La voie interne:**

La voie interne peut être utilisée avec beaucoup de précaution [29].

❖ La voie orale:

Le contact des essences avec les délicates muqueuses digestives peut être irritant, en outre, les dosages doivent être établis avec soin afin d'éviter le risque d'intoxication aigue ou chronique. Le dosage des essences administrées par voie interne est en moyenne de 3 gouttes par prise (mélangées dans une petite cuillerée de miel vierge) pour un total maximum par jour oscillant entre 5 et 20 gouttes, selon les essences utilisées, à prendre avant ou pendant les repas [10].

❖ La voie gynécologique:

Elle permet une action rapide localement avec l'emploi d'ovules vaginaux fabriqués sur le même modèle que les suppositoires en aromathérapie [29].

II.1.8.2. La voie externe:

❖ La voie cutanée :

L'HE est appliquée pure ou en mélange avec une huile végétale préférentiellement au niveau des poignets ou du plexus solaire [29].

❖ Le bain :

On peut également mettre quelques gouttes d'HE dans un bain. Là encore, la dilution avec une huile végétale hydrosoluble est recommandée pour éviter tout risque de réaction cutanée du fait de leur insolubilité et ainsi de leur contact avec la peau en trop grande concentration.

Les huiles essentielles sont toujours insolubles dans l'eau, pour cette raison, il faut utiliser un dispersant en quantité quatre fois supérieure à celle de l'HE pour disperser le tout dans le bain [29].

❖ Frictions:

2 ou 3 gouttes d'essence diluées dans une base alcoolisée que l'on frictionnera sur la région cutanée correspondant à l'organe touché, jusqu'à ce que cette partie soit réchauffée [10].

❖ Rinçages et gargarismes:

Ajoutez 2 ou 3 gouttes d'essence dans un verre d'eau bouillie pour des rinçages ou des gargarismes en cas d'inflammation des muqueuses de la bouche ou de la gorge [10].

II.1.9. La toxicité des huiles essentielles:

Les HE ne sont pas des produits qui peuvent être utilisés sans risque. Comme tous les produits naturels: "ce n'est pas parce que c'est naturel que c'est sans danger pour l'organisme" [19].

Certaines huiles essentielles sont dangereuses lorsqu'elles sont appliquées sur la peau en raison de leur pouvoir irritant (huiles riches en thymol ou en carvacrol), allergène (huiles riches en cinnamaldéhyde, Il existe aussi quelques huiles essentielles dont certains composés sont capables d'induire la formation de cancers. C'est le cas par exemple de dérivés d'allylbenzènes ou de propénylbenzènes comme le saffrole(*Sassafras*), l'estrégole(*Artemisiadracunculus*), la B-asarone(*Acorus calamus*) et le méthyl-eugénol [19].

II.1.10. Conservation des huiles essentielles :

Les HE de bonne qualité peuvent se conserver plusieurs années sous certaines conditions, jusque cinq ans pour les H.E.C.T par exemple. Seules les essences de *Citrus* se gardent un peu moins longtemps (trois ans).

Les HE sont volatiles, il ne faut donc pas oublier de bien fermer les flacons. Il est préférable de les conserver dans un flacon en aluminium ou en verre teinté (brun, vert, ou bleu) et de les garder à l'abri de la lumière à une température ambiante jusque vingt degrés.

Il existe des normes spécifiques sur l'emballage, le conditionnement et le stockage des huiles essentielles (norme AFNOR NF T 75-001, 1996) ainsi que sur le marquage des récipients contenant des HE (norme NF 75-002, 1996) [29].

II.1.11.Mode d'action contre les bactéries:

L'activité antimicrobienne des HE a fait l'objet d'un grand nombre de publications à l'échelle internationale. Cependant, la majorité des travaux cités dans ces publications s'arrêtent au niveau de la mise en évidence de l'activité antimicrobienne de ces HE. Il est très probable que chacun des constituants des HE ait son propre mécanisme d'action d'une manière générale, leur action se déroule en trois phases :

- attaque de la paroi bactérienne par l'huile essentielle, provoquant une augmentation de la perméabilité puis la perte des constituants cellulaires.
- acidification de l'intérieur de la cellule, bloquant la production de l'énergie cellulaire et la synthèse des composants de structure.
- destruction du matériel génétique, conduisant à la mort de la bactérie [29].

II.2. Les techniques d'extraction des huiles essentielles:

II.2.1. Extraction par expression à froid:

L'extraction par expression à froid, est souvent utilisée pour extraire les huiles essentielles des agrumes comme le citron, l'orange, la mandarine, etc.[6].

Dans les agrumes, l'huile essentielle se trouve répartie dans la partie externe du fruit [24].Ce procédé consiste à broyer, à l'aide de presses, les zestes frais pour détruire les poches afin de libérer l'essence. Le produit ainsi obtenu porte le nom d'essence, car n'a subi aucune modification chimique [30].

L'HE est séparé par décantation ou centrifugation. D'autres machines rompent les poches par dépression et recueillent directement l'huile essentielle, ce qui évite les dégradations liées à l'action de l'eau [6].

II.2.2.Extraction par distillation:

C'est une méthode découverte au dixième siècle par le grand médecin arabe Avicenne, elle est aujourd'hui la méthode d'obtention d'huile essentielle la plus utilisée et la plus répandue ;

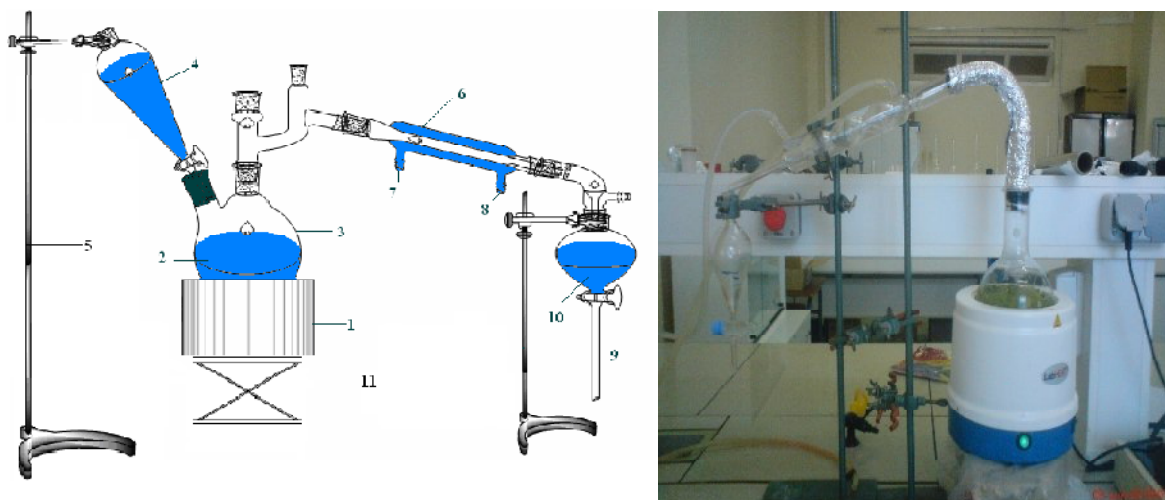
elle est employée avec des plantes peu sensibles à la chaleur comme la lavande, la menthe, ainsi qu'avec la plupart des feuilles, des graines et des bois.

La distillation est un procédé de séparation des composés d'un mélange de deux ou plusieurs liquides basés sur la différence de volatilité.

Pour capter les HE contenues dans les plantes à parfum par distillation, trois procédés sont régulièrement mis en pratique [24]: L'hydro distillation, l'hydro diffusion, et l'entraînement à la vapeur d'eau.

II.2.2.1. Hydro distillation:

Le principe de l'hydro distillation est celui de la distillation des mélanges binaires non miscibles. Elle consiste à immerger la biomasse végétale dans un alambic rempli d'eau, placé sur une source de chaleur, le tout est ensuite porté à l'ébullition[6]. Les espèces chimiques volatiles non miscibles à l'eau sont entraînées par la vapeur [22]. Les vapeurs d'eau et d'huile essentielle sont condensées dans un réfrigérant et l'huile est séparée des eaux de condensation par décantation [22, 24].



(A)(B)

Figure 3: Schéma (A) et photo (B) du dispositif de l'hydro distillation

- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1 : Chauffe ballon. | 7 : Sortie de l'eau de refroidissement. |
| 2 : Mélange eau/matière végétale. | 8 : Entrée de l'eau de refroidissement. |
| 3 : Ballon. | 9 : Ampoule à décanter, récipient de recette. |
| 4 : Ampoule à couler. | 10 : Distillat. |
| 5 : Support. | 11 : Support élévateur. |
| 6 : Réfrigérant. | |

II.2.2.2. Hydro diffusion:

Cette technique relativement récente est particulière. Elle consiste à faire passer du haut vers le bas, et à pression réduite la vapeur d'eau au travers la matière végétale [27].

L'avantage de cette méthode est d'être plus rapide donc moins dommageable pour les composés volatils. Cependant, l'huile essentielle obtenue avec ce procédé contient des composés non volatils ce qui lui vaut une appellation spéciale: « essence de percolation », et traduit par l'amélioration qualitative et quantitative de l'huile récoltée, l'économie de temps, de vapeur et d'énergie [6, 27].

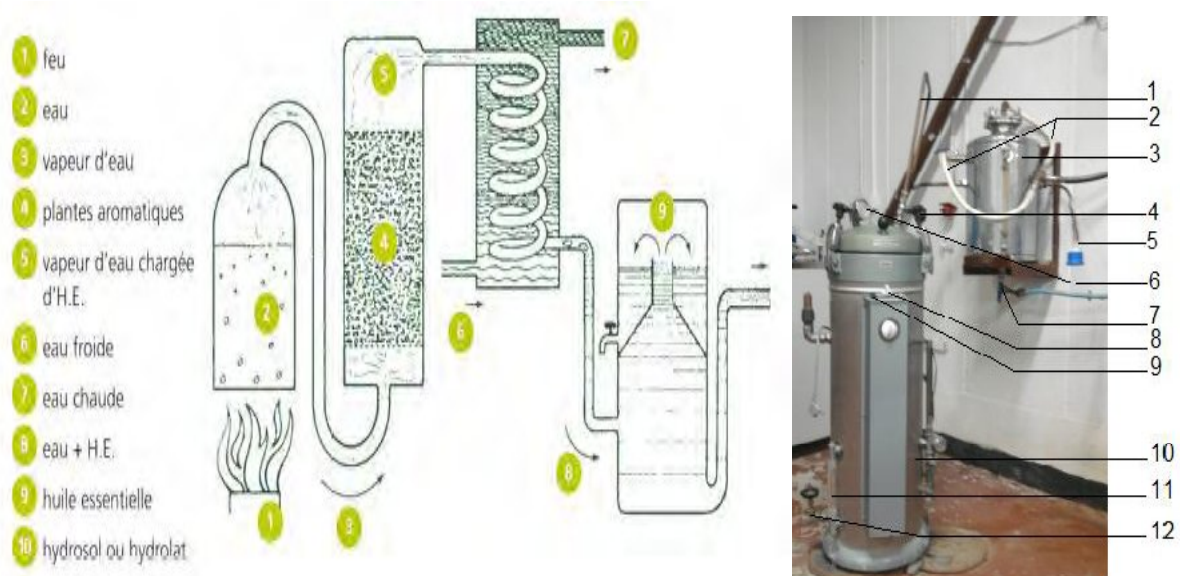
II.2.2.3. Entraînement à la vapeur d'eau:

C'est le procédé le plus ancien et le mieux adapté à l'extraction des essences des végétaux. C'est aussi la seule distillation préconisée par la pharmacopée française car elle minimise les altérations hydrolytiques (notamment des esters) [31].

A la différence de l'hydro distillation, cette technique ne met pas en contact direct l'eau et la matière végétale à traiter. De la vapeur d'eau fournie par une chaudière traverse la matière végétale située au-dessus d'une grille [21].

Les vapeurs chargées d'huile sont refroidies, décantées, distillées et l'huile essentielle est récupérée. La vapeur d'eau, sous l'action de la température élevée, pénètre à l'intérieur des tissus végétaux où elle constitue avec l'huile essentielle de la plante une émulsion de très grande miscibilité [24].

L'absence de contact direct entre l'eau et la matière végétale, puis entre l'eau et les molécules aromatiques évite certains phénomènes d'hydrolyse ou de dégradation pouvant nuire à la qualité de l'huile[21].Donc Cette méthode apporte une amélioration de la qualité de l'huile essentielle en minimisant les altérations hydrolytiques [27].



(A) (B)

Figure 4: Schéma (A) et photo (B) du dispositif de l'entraînement à la vapeur d'eau [4].

- | | |
|---|--------------------------------------|
| 1) Le serpent; | 2) Tuyau de sortie d'eau ; |
| 3) Condenseur; | 4) Vanne de sortie; |
| 5) Tuyau de récupération de distillat; | 6) indicateur de pression; |
| 7) Vanne d'entrée d'eau; | 8) Interrupteur; |
| 9) Lampe témoin; | 10) La chaudière et le distillateur; |
| 11) Indicateur de niveau d'eau dans la chaudière; | 12) Vanne de décharge de chaudière. |

II.2.3.Extraction par micro-ondes:

Les micro-ondes sont des rayonnements électromagnétiques, caractérisées par un champ magnétique et un champ électrique; elles sont courtes à haute fréquences comprise entre les ondes radio et les ondes infrarouges[20]. Dans ce procédé, la matière végétale est chauffée par micro-ondes dans une enceinte close dans laquelle la pression est réduite de manière séquentielle. Les composés volatils sont entraînés par la vapeur d'eau formée à partir de l'eau propre à la plante. Ils sont ensuite récupérés à l'aide des procédés classiques de condensation, refroidissement, et décantation [30].

Les micro-ondes provoquent la vibration des molécules d'eau présentent dans le système glandulaire et vasculaire du végétale, ce qui produit un échauffement suivi de l'évaporation de l'HE, qui est entrainés dans le mélange azéotrope formée avec la vapeur d'eau propre à la plante traitée (sans ajout d'eau pour les produits traités en frais) [20].

Ce procédé permet un gain de temps (temps d'extraction divisé par 5 à 10) et d'énergie (température plus basse) considérable [14]. Et un rendement d'extraction élevé [30].

La composition de l'HE obtenue par ce procédé est bien souvent semblable à celle obtenue avec un procédé d'entraînement à la vapeur traditionnel. Toutefois, une plus grande proportion de composés oxygénés est généralement observée dans les huiles essentielles extraites par micro-ondes [14].

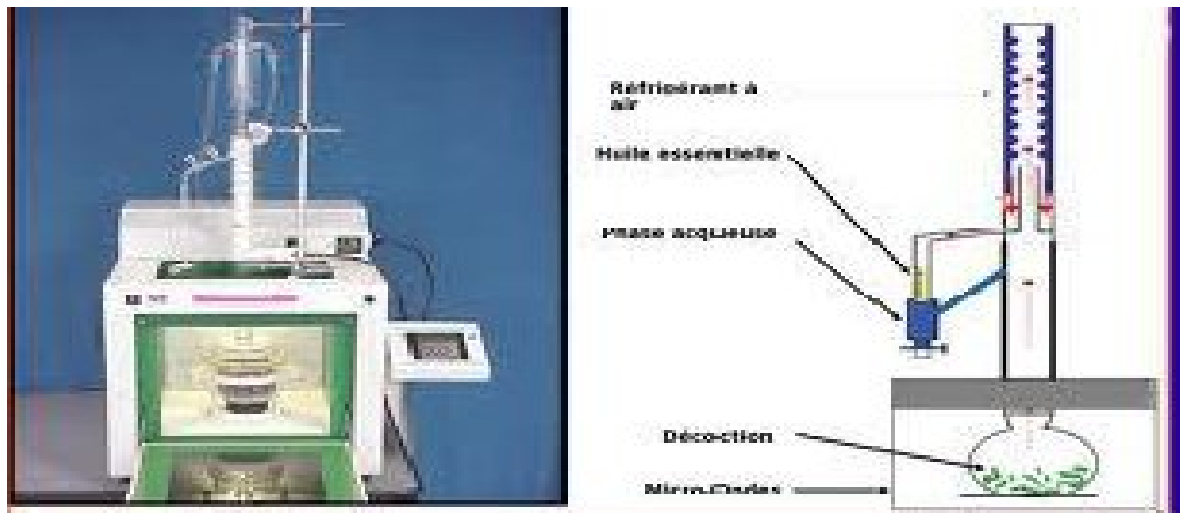


Figure 5: Schéma de procédé d'extraction par micro-ondes [30].

II.2.4. Macération:

La macération est un procédé d'extraction des huiles essentielles à partir des organes végétaux particulièrement fragiles dont les fleurs.

Le principe de ce procédé est l'épuisement de la matière végétale par les corps gras et se base sur l'affinité des essences vis-à-vis de ce corps gras (ils ont la possibilité d'absorber et de retenir les essences).

Deux méthodes sont employées :

- Macération à froid ou enfleurage ;
- Macération à chaud ou digestion [24].

II.2.4.1. Enfleurage :

Cette technique consiste à mettre les pétales en contact avec un corps gras pendant une durée de temps, l'HE passe des fleurs à la graisse et devient facile à récupérer, en lui ajoutant

de l'alcool, qui ne se dissout que dans les huiles. Finalement par simple évaporation de l'alcool, on récupère l'huile essentielle seule. L'essence obtenue est dite absolue [24]. Cette technique est employée en parfumerie [21].

II.2.4.2. Macération à chaud :

Cette méthode est une macération des plantes dans une graisse pure fondue au bain marie, la température d'utilisation varie entre 50 et 70°C, les pétales sont agités avec une palette en bois. Cette graisse est ensuite filtrée et la pommade obtenue est traitée de la même manière que la technique à froid pour l'obtention de l'essence absolue [24].

II.2.5.Extraction par solvant organique volatil:

Certains organes de végétaux, en particulier les fleurs, sont trop fragiles et ne supportent pas les traitements par entraînement à la vapeur d'eau et l'hydro distillation.

Il faut donc, pour ces végétaux, recourir à d'autres méthodes d'extraction des composés odorants volatils. Ces méthodes sont l'extraction par les solvants fixes c'est-à-dire une extraction par les corps gras (enfleurage) et l'extraction par les solvants volatils (extraction par l'hexane) [14].

L'extraction par solvant organique volatil reste la méthode la plus pratiquée. Parmi les solvants les plus utilisés, on recense : le méthanol, l'éthanol, l'éther de pétrole ou encore le dichlorométhane.

Le choix du solvant d'extraction va s'avérer très délicat, d'autant que la législation sur les produits à destination de l'industrie agro-alimentaire est extrêmement rigoureuse.

Le solvant choisi, doit répondre à de très nombreuses exigences :

- Non miscible dans l'eau, car le cas contraire rendrait impossible la séparation entre l'eau, le solvant et l'huile essentielle;

-Avoir une température d'ébullition basse afin d'être facilement et rapidement éliminé après l'opération d'extraction, par évaporation sans l'application d'une température élevée qui pourrait altérer la qualité du produit final;

-Être suffisamment puissant pour dissoudre les molécules responsables du parfum, mais sans extraire les autres molécules inutiles dans la composition du parfum, comme les pigments par exemple;

-Être liquide à la température et la pression sélectionnées pour l'opération d'extraction, tout en étant ininflammable;

-Être non réactif avec les composants du produit final;

- Être peu chère [21];

II.2.6.Extraction par les gaz supercritiques :

Le fluide dans cette extraction est porté au-dessus du point critique, qui est caractérisé par la température et la pression qui correspondent à un changement de l'état physique de la substance, autrement dit, au-delà du point critique, le fluide peut avoir la densité d'un liquide et la viscosité d'un gaz, ce qui lui confère une bonne diffusibilité dans les solides et un bon pouvoir solvant [20].

Si plusieurs gaz peuvent en théorie être utilisés, l'intérêt s'est porté initialement sur le dioxyde de carbone, ce qui s'explique si l'on considère ses atouts: produit naturel, inerte chimiquement, ininflammable, strictement atoxique, facile à éliminer totalement, sélectif, aisément disponible, peu réactif chimiquement et peu couteux.

Le point critique se situe à P=73,8 bars et T= 31,1°C [6].

II.3.Les avantages et les inconvénients des techniques d'extractions:

Tableau 3:Avantages et inconvénients des différents procédés d'extraction [24]

Procédés d'extraction	Avantages	Inconvénients
Expression à froid	- Essence de très bonne qualité, non trop altérable	- Procédé non généralisé. - Rendement très faible en essence.
Hydro distillation	- Rendement en huile essentielle très élevé. - Essence de bonne qualité, très concentrée. - Contact direct entre matière végétale- eau	- Altération de certaines substances odorantes à la température d'ébullition de l'eau. - Perte d'une partie d'essence par évaporation, oxydation, dissolution et cyclisation. - Procédé violent.
Entraînement à la vapeur d'eau	- Réduire l'altération des constituants d'huile essentielle. - Economie énergie, de	- Agglutination de la charge végétale sous l'effet de la vapeur d'eau. - Mauvaise qualité de l 'huile

Micro-ondes	temps d'extraction.	- Réaction secondaire hydrolyse et formation d'artéfacts.
	- Efficacité d'extraction	
Enfleurage	- Rapidité	- Détérioration des constituants odorants par les micro-ondes qui possèdent une grande énergie de pénétration
	- Réduction considérable du temps d'extraction	
	- Amélioration du rendement.	
	- L'optimisation des conditions de l'extraction	
Digestion (Macération à chaud)	- Obtention d'absolues ou concentré de pommade qui garde toute la finesse et l'odeur de la fleur épuisée.	- Coût très élevé. - Diffusion lente et processus délicat.
	- Rapidité	
Solvants organiques volatils	- Réduction considérable du temps d'extraction, du rendement.	- Toutes les fleurs ne peuvent être traitées par ce procédé, ça pourrait diminuer le rendement en huile essentielle.
	- L'optimisation des conditions de l'extraction	
	- Universalité.	
Dioxyde de carbone à l'état supercritique	- Procédé doux, non violent.	- Danger sur l'homme et l'environnement en cas de manque de prévention.
	- Principes actifs olfactivement proche du végétal lui-même.	- Impossible de contrôler les paramètres de pression et de température.
	- Opérer à température basse d'où éviter la dégradation.	- Exige une technologie sophistiquée.
	- Non agressif vis à vis des substances fragiles.	- Matériel et personnel spécialisé et important.

Chapitre III : étude bactériologique

Chapitre III : étude bactériologique

III.1. Les micro-organismes pathogènes:

Un micro-organisme ou microbe, est un organisme vivant microscopique, invisible à l'œil nu, qui ne peut être observé qu'à l'aide d'un microscope. Un micro-organisme *pathogène*, est tout micro-organisme (virus, bactérie, protozoaire, etc.) apte à provoquer une maladie chez d'autres organismes, l'homme ou les animaux [32].

Les bactéries pathogènes sont les bactéries qui possèdent des caractéristiques spécifiques leur permettant de déclencher une infection. La mobilité, l'adhésion et le chimiotactisme bactérien sont aussi considérés des critères renforçant la virulence chez une bactérie pathogène.[33].

Tableau 4: Les maladies provoquées par les bactéries pathogènes [34]

les agents responsables et leurs maladies	Les symptômes	Les voies d'infections
<i>Brucella spp</i> (Brucellose)	Mal de tête, fièvre intermittente (peut persister pendant des années).	La bouche, les conjonctives ou des blessures
<i>Staphylococcus</i> ou <i>Streptococcus</i> (cellulite)	Inflammation diffuse qui propage, affectant typiquement les tissus sous-cutanés.	Blessure
<i>Bacillus anthracis</i> (charbon)	Pustules localisées sur la peau, infection pulmonaire ou intestinale.	Blessures, inhalation, ingestion.
<i>Vibrio cholerae</i> (Choléra)	Infection intestinale, selles liquides abondantes et déshydratation.	Par voie orale-fécale
<i>Shigella spp</i> (Dysenterie)	Douleur intestinale, selles séreuses accompagnées de la fièvre et malaise.	Voie orale-fécale: aliments, eaux contaminés.

<p><i>Bacillus cereus, campylobacter jejuni, Clostridium perfringens, Escherichia coli, Salmonella typhimurium, Staphylococcus aureus, vibrioparahaemolyticus, Yersinia enterocolitica</i> (Empoisonnement alimentaire)</p>	<p>Douleurs, malaises abdominaux, diarrhée habituelle, nausées et vomissements apparaissent fréquemment, mais pas toujours.</p>	<p>Voie orale-fécale.</p>
<p><i>Streptococcus pyogenes</i> (Erysipèle)</p>	<p>Affectant souvent le visage, fièvre, prostration, septicémie possible.</p>	<p>Blessures, éraflures.</p>
<p><i>Leptospira interrogans</i> (Leptospirose)</p>	<p>Fièvre, mal de tête, myalgie, dysfonctionnement rénal.</p>	<p>Blessures, à travers les muqueuses.</p>
<p><i>Salmonella typhi</i>. (Typhoïde)</p>	<p>Fièvre, éruption passagère, inflammation intestinale, septicémie, parfois avec nécrose tissulaire et hémorragie intestinale.</p>	<p>Voie orale-fécale, par une nourriture ou une eau contaminée</p>
<p><i>Streptococcus pneumoniae, Haemophilus influenzae type b, Staphylococcus aureus, Klebsiella pneumoniae</i>. (pneumonie)</p>	<p>Fièvre, difficulté respiratoire, douleur thoracique, toux.</p>	<p>Aérosols.</p>
<p><i>Streptococcus pyogenes</i>. (Scarlatine)</p>	<p>Chez les enfants: gorge enflammée, fièvre,</p>	<p>Aérosols, ingestion de lait contaminé.</p>

	gonflement des ganglions lymphatiques du cou, éruption.	
<i>Treponema pallidum</i>(Syphilis).	Lésion au site d'infection (muqueuses génitales), éruption cutanée, dans les cas non traités: lésions du cœur, du système nerveux central.	Infection par contact direct, particulièrement sexuel.

III.2. *Escherichia coli*:

III.2.1. Historique:

L'espèce bactérienne *Escherichia coli* a été isolée pour la première fois par Theodor Escherich (1857-1911), connu comme le premier médecin spécialiste des maladies infectieuses de l'enfant.

Après le décès de Theodor Escherich en 1911 et en son honneur, *Bacterium coli commune* à été renommée *Escherichia coli* en 1919[35].

E. coli est responsable de la mort de deux millions de personnes par an, que ce soit par infections intestinales ou extra-intestinales [23,25]. Ces caractéristiques soulignent l'intérêt de chercher la transition entre pathogénicité et commensalisme, de trouver comment le lien entre les deux peut fluctuer d'une relation de symbiose à celle d'une pathologie [36].

III.2.3. Définition d'*E coli*:

Escherichia coli est un bacille à Gram négatif de l'intestin et de l'environnement humain ou animal (tube digestif), soit mobile, soit immobile, parfois capsulé [37].

L'espèce *E. coli* est considérée comme un hôte normal, c'est-à-dire commensal, de la microflore digestive de l'homme et de la plupart des animaux à sang chaud [38]. Cependant, certaines souches d'*E.coli* peuvent être pathogènes entraînant alors des gastro-entérites, des infections urinaires, des méningites, ou des septicémies [12], cette espèce peut être responsable d'intoxications à cause d'un développement [39].

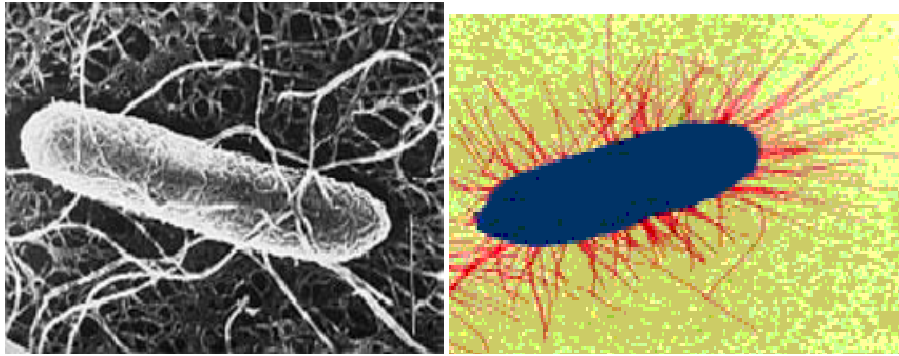


Figure 6 : Morphologie d'*Escherichia coli* sous microscope électronique [33, 39].

III.2.4. Taxonomie [12]:

Tableau 5: taxonomie d'*E.coli*

Régne	<i>Bactéria</i>
Embranchement	<i>Proteobacteria</i>
Classe	<i>Gamma Proteobacteria</i>
Ordre	<i>Enterobacteriales</i>
Famille	<i>Entérobactériaceae</i>
Genre	<i>Escherichia</i>
Espèce	<i>Escherichia coli</i>

III.2.5. Composition d'*E.coli*:

L'ingrédient le plus important dans une cellule d'*Escherichia coli* est l'eau : 70 %, qui représentent environ 70 % du poids de la cellule. Les 30 % restants sont des protéines, d'acides nucléiques, d'ions et d'autres molécules [35].

III.2.6. Les Caractères d'*E coli*:

III.2.6.1. Caractères biochimiques:

E.coli appartient à la famille des *Entérobactériaceae* qui se définit par les caractères suivants:

- ❖ Bacilles à Gram négatif (2 à 4 μ de long sur 0,4 à 0,6 μ de large),
- ❖ Mobiles avec ciliature péritriche ou immobiles,
- ❖ Poussant sur milieux de culture ordinaires,
- ❖ aéro-anaérobies facultatifs,
- ❖ Fermentant le glucose avec ou sans production de gaz,
- ❖ Réduisant les nitrates en nitrites,

- ❖ Dépourvus d'oxydase [40].

III.2.6.2. Les caractères culturels:

Les entérobactéries sont des germes aéro-anaérobies facultatifs poussent facilement sur les milieux ordinaires en 18 heures. La température optimale de croissance est 37°C mais la culture est possible entre 20° et 40°C. Ce sont des germes mésophiles et neutrophiles (pH optimum voisin de 5,5-8) [41].

Leurs exigences nutritionnelles sont, en général, réduites et la plupart se multiplient en milieu synthétique avec une source de carbone simple comme le glucose. Sur milieux gélosés, les colonies d'entérobactéries sont habituellement rondes, lisses, brillantes à contour régulier et leur diamètre est de 2 à 3 mm après 18 heures d'incubation à 35 - 37 °C [41].

III.2.6.7. Classification d'*E. coli*:

Les *E. coli* pathogènes peuvent être séparés en deux grands groupes en fonction du type d'infection dont ils sont à l'origine, Le premier groupe, nommé ExPEC pour *E. coli* pathogènes extra-intestinaux, Le deuxième groupe *E. coli* pathogènes intestinaux (IntEC)[42].

III.2.6.8. Mode de transmission:

- ❖ **Transmission alimentaire:**Les produits carnés sont à l'origine d'un grand nombre d'infections à *E. coli*.La viande de bœuf constitue la source majeure de contamination .La viande d'autres animaux de boucherie, ou de volailles a également été mise en cause.Les fruits et légumes crus (salade, radis, épinards, oignons, etc.) peuvent être directement contaminés par l'eau d'irrigation, à partir du sol contaminé suite à l'épandage d'effluents d'élevages ou via l'activité de la faune du sol.
- ❖ **Transmission hydrique:**Les épidémies d'origine hydrique sont généralement associées à la consommation d'eau de boisson ou à l'ingestion accidentelle d'eau lors de baignades. La consommation d'eau de puits, d'eau de source privée et d'eau de distribution non traitées a été à l'origine de cas isolés d'infection et d'épidémies à *E. coli*.
- ❖ **Transmission interhumaine:**La majorité des cas résulte d'une contamination indirecte mise en évidence chez les personnes en contact avec les malades [43].

III.2.6.9. Maladies provoquées par *E.coli*:

- ❖ **Infection urinaire:** L'infection urinaire basse à *E. coli* est vulgairement appelée <<colibacillose>>. *E. coli* représente à lui seul l'agent responsable de la très grande majorité de cas d'infection urinaire spontanée ou après instrumentation [37].

La majorité des infections urinaires de la femme jeune observées en pratique de ville est due à *E. coli* [12]. L'*E. Coli* de l'infection est dominant dans le rectum et la sphère génito-urinaire [37].

- ❖ **Septicémies et Méningites:** Les *E. coli* sont isolés dans 20 % des septicémies et représentent 45 % des septicémies dues aux bacilles à Gram négatif. Les méningites sont rares, elles surviennent surtout chez le nourrisson mais sont souvent graves [37], les souches en cause possèdent le plus souvent un antigène polysaccharidique [12].
- ❖ **Suppurations diverses :** les *E. coli* de la flore fécale peuvent être en cause dans des péritonites, des colicystites, des salpingites, septicémies [12].
- ❖ **Infections intestinales :** Les diarrhées infectieuses à *E. coli* peuvent revêtir des formes différentes en fonction des facteurs de virulence, dans le cas des souches d'*E.coli* entérohémorragique elles causent une diarrhée hémorragique qui peut être compliquée du syndrome hémolytique – urinique – non invasif ; ils produisent de puissantes cytotoxines actives [12].

III.3. *Pseudomonas aeruginosa*:**III.3.1. Définition:**

P. aeruginosa, autrement connue sous le nom de bacille pyocyanique, est une bactérie versatile et ubiquitaire dans l'environnement [44]. On le trouve sur les mains du personnel soignant, mais surtout dans les canalisations d'eau, les réservoirs, les siphons et surtout dans les aérosols issus de l'utilisation des chasses d'eau dans les sanitaires et sur les surfaces en contact avec ces milieux [45].

P. aeruginosa est l'espèce type du groupe *Pseudomonas*, également composé de 12 autres membres [44].

III.3.2. Description:

P. aeruginosa est un bacille à Gram négatif ubiquitaire, [46] mobile, [47] aérobic strict, oxydase positif, lactose négatif. [44]. Présent notamment dans le sol et dans les milieux aquatiques, [46] cette bactérie est un germe non sporulé, en forme de bâtonnet de 0,5 à 0,8 µm de diamètre et d'une longueur de 1,5 à 3 µm. [44] Bien que ce pathogène, ayant un

métabolisme oxydatif, non fermentaire, aérobie stricte, plusieurs isolats ont montré une capacité à croître en milieu anaérobie [46]. Elle utilise l'oxygène comme accepteur d'électrons mais en absence de ce dernier, elle peut utiliser les nitrates comme accepteur d'électrons en croissance anaérobie [47, 48].

P.aeruginosa est une bactérie mobile grâce à la présence d'un flagelle mono triche polaire. Elle possède une versatilité nutritionnelle remarquable pouvant utiliser une variété de sucres simples et complexes, d'alcools et d'acides aminés comme seule source de carbone.

P.aeruginosa est une bactérie mésophile capable de se multiplier à l'intérieur d'un large spectre de température allant de 4 à 45°C. La température optimale de croissance se situe entre 30 et 37°C. La morphologie de *P.aeruginosa*, de même que pour tout le genre *Pseudomonas*, est facilement distinctive grâce à la production de la pyocyanine, un pigment bleu-vert diffusible dans le milieu extracellulaire, d'où le nom de bacille pyocyanique [46].

P. aeruginosa sécrète un certain nombre de composés qui vont augmenter sa virulence et sa pathogénicité, notamment :

- des enzymes extracellulaires de type oxydase, comme des élastases et des protéases, qui vont avoir une activité au stade invasif de l'infection. Associées, l'élastases et la protéase alcaline peuvent détruire l'intégrité des tissus de l'hôte en dégradant des protéines telles que l'élastine, le collagène et les transférines.
- des toxines protéiques extracellulaires, l'exoenzyme S et l'exotoxine A. L'exoenzyme S a une activité ADP-ribosyl transférase nécrosante. L'exotoxine A entraîné une ribosylation de l'ADP du facteur d'élongation 2 eucaryote, entraînant une inhibition de la synthèse protéique dans les cellules affectées.
- la pyoverdine et la pyochéline, des sidérophores sécrétés par la bactérie en condition de carence en fer, qui agiraient comme des toxines pour l'hôte en séquestrant le fer de l'hôte.
- la pyocyanine, un pigment soluble bleu-vert, qui serait aussi associé à la virulence du pathogène. Cette toxine de faible poids moléculaire peut facilement traverser les membranes biologiques et affecterait différentes fonctions dans la cellule hôte, telles que l'inhibition de la respiration cellulaire, de la fonction ciliaire ou de la croissance des cellules épidermiques [44].

Tableau 6: Taxonomie de *Pseudomonas aeruginosa* [46]

Règne	Bacteria
Embranchement	<i>Prokaryota</i>
Division	<i>Proteobacteria</i>
Classe	<i>Gammaproteobacteria</i>

Ordre	<i>Pseudomonadales</i>
Famille	<i>Pseudomonadaceae</i>
Genre	<i>Pseudomonas</i>
Espèce	<i>Aeruginosa</i>

III.3.3. Un pathogène opportuniste:

P. aeruginosa est un pathogène opportuniste émergent causant des infections nosocomiales et montrant de plus en plus de résistance face aux antibiotiques couramment utilisés en milieu hospitalier, [49] capable d'infecter un large spectre d'hôtes : hommes, animaux, plantes.

Chez l'homme, cette bactérie affecte particulièrement les personnes immunodéprimées, les grands brûlés, les patients en soins intensifs ou atteints de la mucoviscidose. Elle est capable de coloniser une grande diversité de tissus provoquant, entre autres, des bactériémies, ou des infections oculaires, intestinales, ou urinaires. *P. aeruginosa* est également capable de causer des méningites et ostéomyélites en infectant le système nerveux central et les structures osseuses [47].

III.4. *Staphylococcus aureus*:

III.4.1. Définition:

Staphylococcus aureus: est une bactérie aérobie Gram positif, non sporulée, facile à cultiver.

Des types spécifiques sont identifiés dans de nombreuses espèces animales [50]. *Staphylococcus aureus* est l'espèce la plus pathogène au sein du genre *Staphylococcus* [51].

Les espèces de *Staphylococcus* sont présentes sur la peau et les muqueuses des animaux à sang chaud et des humains, le sol, l'air et l'eau. Elles font partie des communautés microbiennes des laits, des produits fermentés, des fromages et des produits de salaison [52].

Tableau 7: Taxonomie de *Staphylococcus aureus* [53]

Classe	<i>Bacilli</i>
Ordre :	<i>Bacillales</i>
Famille	<i>Staphylococcaceae</i>
Genre	<i>Staphylococcus</i>
Espèce	<i>Staphylococcus aureus</i>

III.4.2. Caractéristiques de *Staphylococcus aureus*:

Staphylococcus aureus est un germe appartenant au groupe des Cocci à Gram positif ubiquitaire qui pousse en amas. Cette bactérie non productrice de spores mais résistante [53], [54].

Tableau 8: Différents caractères bactériologiques de *Staphylococcus aureus* [53]

Morphologie	Regroupé en paire, tétrade ou amas réguliers Immobile ; non sporulé
Dimension (µm)	0,5-1
Teneur en GC (mol%)	33%
Taille du génome (Mb)	2,8 - 2,9
Type respiratoire	Aéroanaérobie facultatif
Type trophique	Chimioorganotrophe
Métabolisme	Fermentaire et /ou respiratoire
Autres caractères	Catalase positive – oxydase négative Halophile – mésophile (37°C) et psychrophile (6-12°C) Neutrophile pH optimal =7

III.4.3. Toxicité de *S. aureus*:

Les hommes constituent le réservoir naturel de *S. aureus* (30 à 50% d'individus sains colonisés, dont 10 à 20 % de façon persistante).

Les contaminations sont dues à des transmissions interhumaines directes (contact de personne à personne, dissémination manu portée, matériel contaminé,...) ou indirectes (par

l'intermédiaire d'aliments infectés), ce germe pénétrant de préférence l'organisme suite aux brûlures, blessures accidentelles, interventions chirurgicales ou maladie de la peau primitive. Il est, dès lors, impliqué dans des infections communautaires et nosocomiales [55].

S. aureus peut être la cause de différentes infections chez l'homme. Il est impliqué dans des infections cutanées plus ou moins localisées [52] essentiellement au niveau du nez alors que la peau, l'oropharynx et les selles sont le siège d'une colonisation transitoire [55].

Les infections à *S. aureus* les plus fréquentes sont les infections de la peau et des tissus mous:

Furoncles, abcès, infections des plaies (traumatiques, chirurgicales), Cellulite, Impétigo (aussi causé par les Streptocoques) [53].

S. aureus peut être responsable d'endocardites (infection de l'endocarde), de septicémies, de pneumopathies, d'ostéomyélites (infection du tissu osseux) [52, 56].

Chapitre IV :

Partie 1 : **Chapitre IV :** matériels et méthodes

Partie 1 : matériels et méthodes

IV.1.1. Matériel végétal:**- La plante *Artemisia herba alba*:**

La plante *Artemisia herba alba* a été collectée de la zone de Boussaâda qui se situe dans la wilaya de Msila. Elle a été identifiée au sein de laboratoire écologie génétique, par Professeur Amirouche Rachid. à la faculté des sciences naturelles et de la vie, université des sciences et des technologies Houari Boumediene. L'échantillon a été lavé et séché à température ambiante ensuite broyé à l'aide d'un broyeur électrique.

- Les microorganismes:

Les microorganismes *E. coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC29733 et *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ont été récupérées de laboratoire des aérobies de l'institut Pasteur d'Alger.

IV.1.2. Analyses physicochimiques de la plante:**IV.1.2.1. Le taux d'humidité et la matière sèche:**

Le taux d'humidité de la plante a été déterminé par le procédé de séchage à l'étuve:

- 1g de matière végétale est introduit dans un creuset, puis séchée dans une étuve à 105 C° jusqu'au poids constant, après refroidissement dans un dessiccateur, le creuset est pesé.

Le taux d'humidité est donné par la relation :

$$H (\%) = (M_1 - M_2) / M_1 \times 100$$

H % = taux d'humidité exprimé en pourcentage.

M₁ = Poids de l'échantillon en gramme après la récolte (plante fraîche).

M₂ = poids de l'échantillon en gramme après le séchage (plante sèche).

Le taux en matière sèche est donné par la relation suivante:

$$MS \text{ en } \% = 100 \% - H\%$$

IV.1.2.2. Les cendres:

- Introduire 1 g de matière végétale dans un creuset,
- Mettre l'échantillon dans un four avec une température de 500 C° pendant 2 heures.
- Laisser refroidir l'échantillon dans un dessiccateur,

Le taux de cendres en pourcentage est donné par:

$$TC = (P_2 - P_3 / P_2 - P_1) \times 100$$

P1: poids du creuset vide.

P2: poids du creuset + poids de l'échantillon avant calcination.

P3: poids du creuset+ poids de l'échantillon après calcination.

IV.1.2.3. Analyse par spectroscopie infrarouge de la plante sèche:

-Principe:

La spectroscopie infrarouge à transformée de fourrier (FTIR) est une technique de caractérisation non destructive, dont le principe est basé sur l'absorption d'un rayonnement infrarouge par un matériau donnée. En effet, si l'énergie apportée par le faisceau lumineux est de l'ordre des énergies de vibrations des molécules de l'élément analysé, elle sera absorbée.

Le spectre d'absorption obtenu par spectroscopie infrarouge constitue l'empreinte digitale d'un produit, en mettant en évidence sous forme de pics (ou bandes) caractéristiques des différentes liaisons chimiques et de groupements organiques. Nous avons utilisé cette technique d'une part pour identifier quelques liaisons présentes dans les huiles essentielle [57].

IV.1.3. Extraction des huiles essentielles:

IV.1.3.1. La méthode d'extraction:

L'extraction des huiles essentielles (HE) de *l'Artemisia herba alba* à été réalisée par la méthode d'hydro distillation, pour cela, 50g de la plante (la partie aérienne) sont introduites dans un ballon de 1 litre rempli d'environ 400 ml d'eau distillée. Le tout est porté à ébullition (100°C) pendant cinq heures. Les vapeurs riches en huile essentielle surmontent et se condensent dans le réfrigèrent. Verser le distillat dans une ampoule à décanter, pour séparer la phase organique de la phase aqueuse en ajoutant quelque ml de diéthyl éther, laisses quelques minutes puis récupérer l'huiles essentielle avec le solvant.

Pour séparer le mélange (l'huile + solvant) il est nécessaire d'utiliser une ampoule à décanter.

L'huile essentielle récupérée a été conservée dans le réfrigérateur à + 4 C° dans des flacons en verre opaque hermétiquement fermés.



Figure 7: Photo représente le montage de l'hydrodistillation



Figure 8:Photo de l'ampoule à décanter représentant les deux phases organique et aqueuse

IV.1.3.2. Caractérisation des huiles essentielles:

- **Caractéristique organoleptique:**

L'aspect, la couleur, l'odeur

- **Propriétés physico-chimiques:**

- **L'indice de réfraction:**

Mesurée directement à l'aide d'un réfractomètre digital

- **La densité relative:**

C'est le rapport de la masse d'un certain volume d'huile essentielle à 20 °C à la masse d'un volume égal d'eau distillée à 20°C. Brièvement, à l'aide d'un pycnomètre de capacité de 5 ml, on pèse successivement des volumes égaux d'huile essentielle et d'eau distillée à la température ambiante (20°C) [6].

La densité relative est donnée par la formule :

$$d = (m_2 - m_0) / (m_1 - m_0)$$

Avec:

m_0 : est la masse en gramme du pycnomètre vide.

m_1 : est la masse en gramme du pycnomètre rempli d'eau distillée.

m_2 : est la masse en gramme du pycnomètre rempli d'huile essentielle.

- L'indice d'acide:

C'est le nombre de mg de KOH nécessaire à la neutralisation des acides libres contenus dans 1g d'HE. Les acides libres sont neutralisés par une solution d'éthanol titrée de KOH [58].

❖ **Le matériel utilisé:**

FiOLE de 100 ml

Burette

Bécher

Balance analytique.

❖ **Les réactifs:**

Ethanol

Hydroxyde de potassium 0,05N

Phénolphtaléine

❖ **Mode opératoire:**

- Préparer une solution de KOH de 0,05N.
- Dissolve dans un bécher 1g de l'HE avec 5ml de l'éthanol (95%),
- Après la dissolution ajouter quelques gouttes de phénolphtaléine et titrer avec le KOH jusqu'au virage de la couleur au rose.
- Noter le volume de KOH consommé.
- Préparer un essai à blanc sans le corps gras (HE).

L'indice d'acide est déterminé par la relation suivante:

$$IA = (56,11 (N \times V)) / m$$

Avec:

N: la normalité de KOH.

V: volume de KOH utilisé pour le titrage.

m: la masse de l'huile essentielle.

-L'indice d'ester:

C'est le nombre de mg de KOH nécessaire à la neutralisation des acides libérés par l'hydrolyse des esters contenus dans 1g d'HE [58].

❖ Mode opératoire:

Le mélange obtenu lors de la détermination de l'indice d'acide est chauffé à reflux avec 25ml de potasse pendant une heure. Après chauffage et une fois la température est diminuée, la solution est dosée avec l'acide chlorhydrique jusqu'au virage de la couleur de la solution au jaune.

En parallèle on a effectué un essai à blanc dans les mêmes conditions mais sans le corps gras.

L'indice d'ester est déterminé par la relation suivante:

$$IE=28,05(V_0 - V_1/m) - IA$$

Avec:

V_0 : volume en millilitre de la solution d'acide chlorhydrique utilisée pour l'essai à blanc.

V_1 : volume en millilitre de la solution d'acide chlorhydrique utilisée pour la détermination de l'indice d'ester.

m: masse de la prise d'essai (g).

IA: la valeur d'indice d'acide déterminée.

-Le point de congélation:[6]

Le point de congélation d'une huile essentielle est la température constante ou maximale observée pendant la phase de la libération de la chaleur de solidification, lorsque cette huile essentielle à l'état liquide est refroidie.

L'huile essentielle est mise dans des tubes à essais à l'intérieur d'un congélateur, accompagnés d'un thermomètre, d'où l'observation des variations de température accompagnant la solidification de l'huile [20].

-Le pH:

Plonger l'électrode de pH mètre dans un bécher rempli avec l'huile essentielle

IV.1.3.3. Analyses des huiles essentielles:**IV.1.3.3.1.Spectroscopie infrarouge par FTIR:****- L'échantillon:**

Les mesure infrarouge par l'FTIR est effectuée sur un échantillon de l'huile essentielle de la plante *Artemisia herba alba*.

IV.1.3.4. Activité antimicrobienne des huiles essentielles:**-Coloration de Gram:**

La coloration de Gram est utilisée pour différencier les bactéries de Gram négative ou positive, les étapes comme suit:

Préparation du frottis:

- Déposer une goutte d'eau distillée sur une lame, et à l'aide de pipette Pasteur prélever une petite quantité de germe et l'étaler sur la lame.
- Fixer la préparation par séchage à la flamme du bec benzène.

La coloration:

- Colorer la préparation par le violet de gentiane, laisser pendant 1min puis rincer avec l'eau distillée.
- Ajouter sur la lame le lugol et laisser pendant 30 s (le mordantage).
- Décolorer à l'alcool pendant 30s puis rincer avec l'eau distillée.
- Recolorer avec la fuchsine, et laisser 1min, laver à l'eau.
- Sécher la lame au-dessus de la flamme de bec benzène et observer au microscope.

-L'ensemencement dans un milieu liquide:

- Prélever à l'aide d'une pipette Pasteur quelques colonies des souches bactériennes, puis traverser le contenu dans des tubes contenant le milieu de culture (BHIB),
- Agiter bien la pipette Pasteur dans le liquide, après l'agitation les tube sont incubés pendant 18h-24h à 37C°.

Tableau 9: le milieu de culture et leur aspect microscopique des souches bactériennes étudiées

Espèce bactérienne	Milieu de culture	gram	Aspect microscopique
<i>E coli</i>	Gélose Hecktoen	négatif	Coccobacille
<i>P.aeruginosa</i>	Gélose nutritif	négatif	Bacille
<i>S.aureus</i>	Gélose Chapman	positif	Coccus

-Préparation de l'inoculum:

- A l'aide d'une pipette Pasteur prélever quelques ml de la bactérie jeune issue d'une culture de 18h-24h,
- Verser le contenu dans des tubes d'eau physiologie,
- Ajuster l'inoculum à 0.5 Mc Farland correspondant à une densité optique de (0.08 à 0.10) à 625 nm .La concentration finale de l'inoculum est de 10^7 UFC/ml [6].

-L'antibiogramme:

- Couler le milieu de culture Muller-Hinton dans des boîtes de Pétri stériles (diamètre 90mm) et laisser se solidifier,
- Prélever l'inoculum à l'aide de l'écouvillon et ensemencer la gélose,

- Imprégner les disques de papier (diamètre 6mm) aseptiquement d'huile essentielle et placer sur la surface de gélose inoculée.
- Après une incubation aérobie pendant 24 heures à 37C°, l'activité antimicrobienne est estimée en mesurant les diamètres des zones d'inhibition en mm qui correspond à la distance autour des disques où nous constatons une absence totale de culture microbienne. En parallèle nous avons utilisé des témoins pour vérifier leur croissance après incubation [6].

-Concentration minimal inhibitrice CMI (méthode de dilution):

C'est la plus petite concentration d'huile essentielle suffisante pour inhiber la croissance d'une souche bactérienne.

Les HE utilisées sont diluées dans le DMSO.

- Préparer une série de tubes stériles et ajouter dans chacun 1ml de DMSO.
- Ajouter dans le premier tube 1ml de l'HE puis mélanger bien jusqu'à la solubilisation de l'HE dans le DMSO.
- Prélever 1 ml du premier tube et l'ajouter dans le deuxième tube (vers le tube suivant),
- Répéter l'opération jusqu'à l'obtention d'une série de tubes contenant des préparations diluées de moitié.
- Tester l'activité antimicrobienne et déterminer la concentration minimale qui a inhibé la croissance bactérienne.

Chapitre IV :
Partie 2 : résultat et discussion
**Chapitre IV :
Partie 2 : résultat et discussion**

IV.2.1. Analyses physicochimiques de la plante:

Les analyses physicochimiques de la plante fraîche *Artemisia herba-alba* réalisées dans le cadre de ce travail sont basées sur la détermination du taux d'humidité, du taux de la matière sèche, sa teneur en minéraux ainsi que l'identification par spectroscopie infrarouge. Les résultats sont rassemblés dans le tableau 10 et la figure 9.

Tableau 10: Propriétés physicochimiques de la plante fraîche *Artemisia herba alba*

Le taux d'humidité	45,54%
Le taux des minéraux (les cendres)	1,35%
La matière sèche	54,45%

Le tableau 10 montre que la plante fraîche *d'Artemisia herba-alba* a un taux d'humidité de 45.54%, une valeur de matière sèche de 54.45% et la teneur en minéraux est de 1.35%.

Ces résultats sont différents avec les autres travaux, par exemple les travaux d'Eloukili Mohamed Amine montrée que *A. herba-alba* récolté de la zone pastorale d'El Aricha à un taux d'humidité de 12,5% et un taux de minéraux de 3,1% et 87,5% en matière sèche [15].

Ces variations constatées dans les taux peuvent être dues aux différences: de la période saisonnière, de leur habitat de reproduction et de l'environnement de la plante.

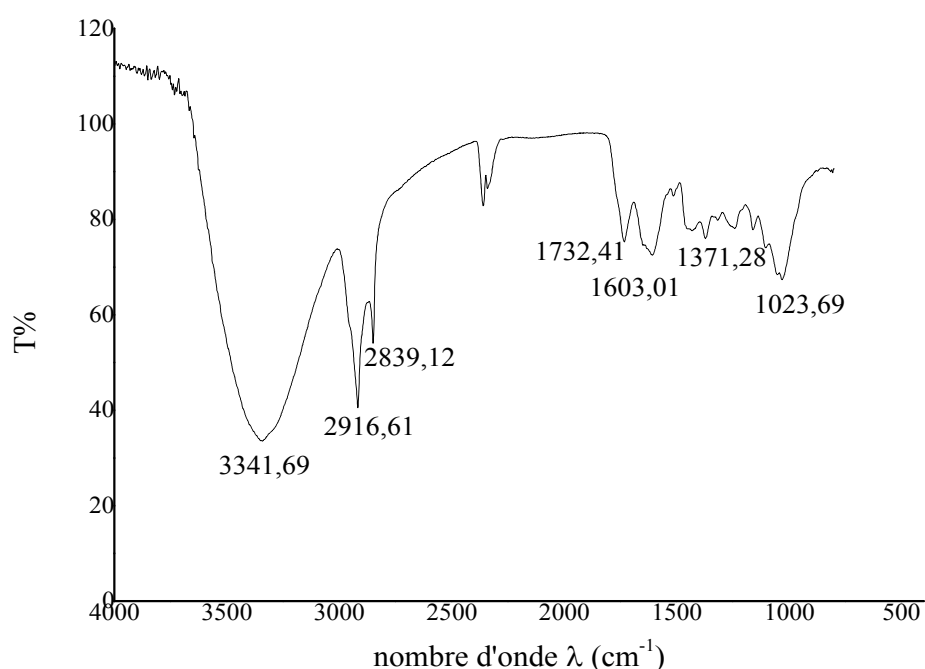


Figure 9: Le spectre FTIR de la plante sèche *Artemisia herba-alba*

Le spectre infrarouge de la plante *Artemisia herba -alba* indique la présence de liaison OH Par la bande large et arrondie entre 3200 et 3400 cm^{-1} , une bande étroite peu intense de C-H aliphatique entre 2750 et 2900 cm^{-1} et une bande moyenne de liaison C=C vers 1600 cm^{-1} , autre bande vers 1732,41 cm^{-1} correspondant a des liaison C=O.

D'après **J.D.Gomis et al.1979**, la plante d'armoise blanche contient des hydroxyles situés entre 3450 et 1030 cm^{-1} et une bande de C=C à 1662 cm^{-1} . Egalement, les travaux de **D. Khlifi et al. 2013**, ont montré que *A. herba alba* est constituée des composés phénoliques, de flavonoïdes, des tanins et des anthocyanines. La structure chimique de ces composés contient des fonctions hydroxyles et des esters. De même, **A. Nabel et al. 1985** ont constaté que la plante d'*A. Herba alba* est riche en flavonoides glycosidiques de type patuletin 3-rutinoside.

IV.2.1.1.Caractères organoleptiques de l'huile d'*Artemisia herba alba*:

L'étude de caractère organoleptique de l'huile est fondée sur son aspect, sa couleur et son odeur. Les résultats sont illustrés sur le tableau suivant:

Tableau 11:Caractère organoleptique de l'HE d'*Artemisia herba alba*

Aspect	Liquide
Couleur	Jaune pale
Odeur	Peu désagréable

On constate d'après le tableau 11 que l'huile essentielle d'*Artemisia herba -alba* à un aspect liquide, une couleur jaune avec une odeur qui est peu désagréable.

IV.2.1.2.Propriétés physico-chimiques de l'huile essentielle d'*A. herba- alba*:

Les indices physico-chimiques sont l'un des caractères essentiels pour contrôler la qualité des huiles essentielles. Ces indices sont: Indice de réfraction, indice d'acide, indice d'ester, le pH. Et leur point de congélation. Le tableau ci-dessous représente les résultats obtenus.

Tableau 12: Les propriétés physico-chimiques de l'HE d'*Artemisia herba alba*.

Indice de réfraction	1.4730
Densité relative	0.97
Indice d'acide	0.64
Indice d'ester	3.84
pH	6.31
Point de congélation	-15

D'après les résultats du tableau, on remarque que l'HE d'*A. herba-alba* a un indice de réfraction de 1.473, une densité de 0.97, un indice d'acide et d'ester de 0.64 et 3.84, respectivement. Aussi, cette huile présente un pH acide de 6.31 et un point de congélation de -15.

En effet, l'indice de réfraction varie avec la composition chimique. Cette dernière dépend des longueurs des chaînes d'acides et essentiellement à la teneur en monoterpènes et aux dérivés oxygénés. Une forte teneur en monoterpènes donnera un indice élevé [6].

Un indice d'acide inférieur à 2 est une preuve de bonne conservation de l'essence (faible quantité d'acides libres). Inversement, si la valeur de l'indice d'acide est élevée, cela signifie une dégradation de l'HE durant sa conservation, ce qui est à terme préjudiciable [57]. De même, l'indice d'ester est lié à la présence des composés à fonction ester.

L'indice de réfraction permet de déterminer une variété et son degré de pureté. Quant au pH, sa valeur est légèrement acide qui permet de neutraliser les microorganismes.

Ces résultats se diffèrent avec les résultats de **Ibrahim S. et al., 2013** qui ont montré dans leurs travaux que l'HE d'*A. Herba alba* a une indice de réfraction de 1,48.

Cette différence est due à la composition chimique de l'HE extraite et qui dépend d'un grand nombre de paramètres: l'origine botanique, la période saisonnière de la récolte ainsi que la méthode d'extraction utilisée.

La détermination des propriétés physico-chimiques (densité, indice d'ester, de réfraction...) est une étape nécessaire mais non suffisante pour caractériser les huiles essentielles. Il est donc nécessaire de la compléter par des analyses chromatographiques CG/SM, ces deux derniers, sont souvent utilisés comme moyens analytiques complémentaires pour l'analyse structurale des substances volatiles.

IV.2.2. Analyse physicochimique par spectroscopie infrarouge

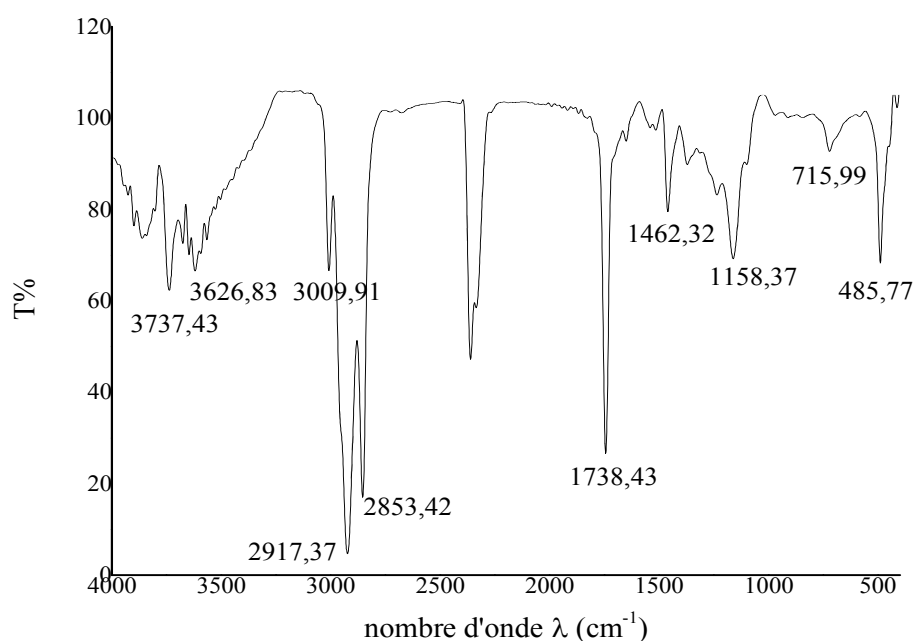


Figure 10: Le spectre IFTR d'HE d'*Artemisia herba-alba*

Le spectre infrarouge de l'huile essentielle d'*Artemisia herba-alba* indique la présence de la liaison C=O par la bande vers 1738,43 cm^{-1} . Une autre bande intense entre 2800 et 3000 cm^{-1} correspondent à des liaisons C-H, et une bande de faible intensité entre 1450 et 1600 cm^{-1} qui correspond à des liaisons C=C.

En effet, les huiles essentielles d'*Artemisia herba-alba* sont constituées par les sesquiterpènes, les lactones, les coumarines et les hydrocarbures acétyléniques [18]. Ces molécules contiennent les fonctions ester et les liaisons C-H et C=C dans leurs structures chimiques. Effectivement, les travaux de S. Salido et *al.*, 2004 ont montré que les huiles essentielles d'*A. Herba alba* récoltée de différentes régions sont composées de 30% de chacun de ces molécules: davanone, 1.8-cineole, chrysanthenol et cis-chrysanthenol. Deux autres types d'huiles présentent une composition riche en p-cymène et cis-chrysanthenyl acétate. Egalement, **H.Mighri et al., 2010**, **R. Belhattab et al., 2014** rapportent que ces huiles contiennent de β -thujone, α -thujones, 1-8, Cineole Camphor, etc. Tous ces composants justifient les pics obtenus par spectre IR.

Les fonctions qui existent dans notre échantillon sont présentées dans le tableau suivant:

Tableau13: Récapitulatif des bandes obtenues par spectroscopie infrarouge

	Nombre d'onde (cm ⁻¹)	Les liaisons
La plante <i>Artemisia herba alba</i>	3200-3400	OH
	2750-2900	C=O
	1600	C=C
	2750-2900	C-H
L'huile d' <i>Artemisia herba alba</i>	2800-3000	C-H
	1700	C=O
	1450-1600	C=C

IV.2.3.L'activité antibactérienne des huiles essentielles d'*Artemisia herba alba*:

IV.2.3.1.La coloration de Gram:

La coloration de Gram permet la distinction des deux grands groupes de bactéries: Gram positif et Gram négatif. Cette différence est liée à la composition chimique de leur paroi cellulaire.

L'observation microscopique des trois souches étudiées dans notre travail est représentée dans les figures suivantes:

La figure 11 montre que *E. Coli* est une bactérie Gram négatif du fait de sa coloration rose avec une forme de bacille.

Et la figure 12 montre que la bactérie *Staphylococcus aureus* à une forme coccus en amas à gram positif parce que sa coloration est violet.

La figure 13 montrée que la bactérie *Pseudomonas aeruginosa* est un bacille à gram négatif.

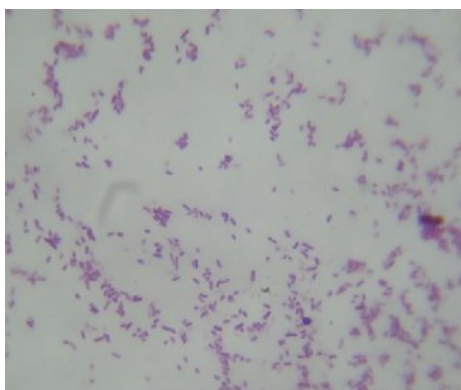


Figure 11: Photo de la bactérie *Escherichia coli* sous microscope photonique

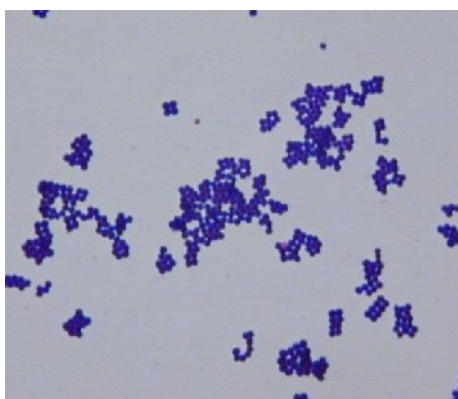


Figure 12: Photo de la bactérie *Staphylococcus aureus* sous microscope photonique



Figure 13: Photo de la bactérie *Pseudomonas aeruginosa* sous microscope photonique

IV.2.3.2. L'activité antimicrobienne:

L'activité antibactérienne a été évaluée par la méthode des disques par diffusion de l'huile sur la géloseensemencée par les bactéries testées. Les résultats obtenus sont donnés dans le tableau 14.

Tableau 14: l'activité antibactérienne de l'HE d'Ah

Les bactéries testées	L'HE de l'Ah herba alba	Diamètre d'inhibition
<i>E. coli</i>	+	0 mm
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	8mm
<i>Staphylococcus aureus</i> 25923	+	0mm

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

Nous remarquons d'après le tableau que les huiles obtenus dans notre travail inhibent la croissance de la souche *P. aeruginosa* avec une zone d'inhibition de diamètre de 8 mm. Par contre les deux autres souches *E. coli* et *S. aureus* sont résistantes.

Il est à noter que ces résultats se diffèrent avec ceux de **H. Mighri et al., 2010** qui ont montré que les huiles de l'armoise tunisienne sont efficaces contre *S. aureus*, *E.coli*, *Candida albicans*, *Bacillus cereus* et d'autres espèces microbiennes. Ces mêmes auteurs confirment que l'activité antimicrobienne des huiles essentielles est due à la présence des molécules comme le β -thujone, α -Thujone, thujone (α et β) qui donne une large zone d'inhibition contre *S. aureus* avec un diamètre de 22mm., 1.8-Cineole, camphor et thujones (α et β). Cette différence de résultats est probablement liée à la différence de la composition chimique des deux types d'huiles et même à la méthode et aux conditions d'extraction. Sachant que la région, la période saisonnière et le climat de reproduction ont un effet significatif sur cette composition.

IV.2.3.3. La concentration minimale inhibitrice:

La concentration minimale inhibitrice de l'huile essentielle d'*Ah herba alba* a été étudiée en préparant des dilutions de moitié à partir de la solution mère. Le solvant utilisé est le DMSO et les concentrations n'ont pas été calculées parce que les molécules qui composent cette huile et leur concentration n'ont pas été identifiées. Pour cette raison, nous avons travaillé avec les dilutions seulement. Les résultats sont illustrés dans le tableau 15.

Tableau 15: La concentration minimale inhibitrice de l'HE d'*Ah*

La dilution	1/2	1/4	1/8	1/16	1/32
Zone d'inhibition	+	-	-	-	-

Les résultats du tableau montrent que l'huile essentielle inhibe la croissance de *Pseudomonas aeruginosa* à la dilution de 1/2 et le diamètre de la zone d'inhibition observée est 8 mm.

Les travaux de **H. Mighri et al. 2010** ont montré que les huiles d'*Ah herba alba* de la Tunisie riche en thujones (α et β) ont une valeur de la concentration minimale inhibitrice de 0.156 mg/ml contre *S. aureus*, une CMI de 0.078 contre *Bacillus cereus*. La CMI des molécules β -thujone et α -thujone sont de 0.625 mg/ml contre *S. aureus*.

Conclusion générale

Conclusion générale

Certains produits chimiques ont des effets néfastes pour la santé humaine et l'environnement. Ces effets sur la santé peuvent concerner aussi bien le travailleur qui les produit, ou les utilise, que le consommateur final.

Face à ce problème, les chercheurs trouvent d'autres solutions pour protéger les écosystèmes et la santé humaine. Parmi les solutions on trouve les produits naturels.

Les produits naturels sont et restent toujours une source inépuisable de structures complexes et diverses. Ils jouent un rôle important dans de nombreuses applications: la parfumerie, l'industrie pharmaceutique, cosmétique et agro-alimentaire.

L'objectif principal de notre travail était d'extraire une huile essentielle de la plante *Artemisia herba-alba* par la méthode d'Hydrodistillation et le contrôle de cette huile obtenue par des indices physico-chimiques qui permet de mettre en évidence sa qualité ainsi que ses caractéristiques organoleptiques, et l'activité antibactérienne contre trois souches testées.

L'analyse IRTF a été utilisée afin de déterminer les caractéristiques de la plante et son huile essentielle.

Les résultats de notre étude sur les propriétés physico-chimiques ont montré que:

- le taux d'humidité de la plante fraîche est de 45,54%
- un teneur en minéraux (cendres) de 1,35%, et
- 54,45% de la matière sèche.

L'analyse de la plante *Artemisia herba-alba* et son huile essentielle nous ont conduit aux résultats suivants:

-Le spectre enregistré dans le cas de la plante a montré la présence des groupements fonctionnels O-H, C=C, C=O, C-H.

-le spectre IRTF de l'huile essentielle a montré la présence des fonctions C=C, C-H, C=O, en revanche aucun groupement O-H n'est observé.

Notre étude nous ont mené à conclure que l'huile essentielle de la partie aérienne de l'*Artemisia herba-alba* étudiée est d'une couleur jaune pâle, avec une odeur peu désagréable et un aspect liquide.

L'étude des caractéristiques physico-chimiques montre que cette huile possède:

- Un indice de réfraction est de 1,4730.

- Une densité relative est de 0,97.
- L'indice d'acide et l'indice d'ester sont 0,64 et 3,84, respectivement.
- Un pH acide 6,31, et leur point de congélation est environ de -15 C°.

L'étude de l'effet antibactérien de l'huile essentielle par la méthode d'antibiogramme donne une résistance de deux bactéries *E.coli* et *Staphylococcus aureus* et une sensibilité de la bactérie *Pseudomonas aeruginosa* avec un diamètre de la zone d'inhibition de 8mm.

Pour la concentration minimale inhibitrice notre résultat a montré que l'huile essentielle inhibe la croissance de *Pseudomonas aeruginosa* à la dilution de $\frac{1}{2}$ avec 8mm de diamètre d'inhibition.

Perspectives:

- Améliorer de la méthode d'extraction en utilisant l'appareil clevenger qui permet d'obtenir des huiles essentielles avec un bon rendement et sans utiliser de solvants.
- Identifier les molécules qui composent l'huile par la technique de GC-MS
- Faire le test de l'activité antibactérienne sur d'autres espèces microbiennes comme les champignons

Référence bibliographique

Référence bibliographique

Références bibliographiques

- [1] **Médicaments et environnement** ; Septembre 2008 ; Rapport de l'Académie nationale de pharmacie.
- [2] **Maamri épouse Habibatni Zineb**; 2008-2009 ; Effet toxicologique de quelques plantes algériennes ; mémoire de magistère ; université Mentouri de Constantine.
- [3] **Boudjelal Amel** ; 2012 ; Extraction, identification et détermination des activités biologiques de quelques extraits actifs de plantes spontanées (*Ajuga iva*, *Artemisia herba alba* et *Marrubium vulgare*) de la région de M'Sila, Algérie ; thèse de doctorat ; Université Badji Mokhtar Annaba.
- [4] **Merouane Abdelaziz**; 2013; Caractérisation, activité antimicrobienne et antioxydante des huiles essentielles de trois espèces de sauges (*Salvia algeriensis*, *Salvia nargentea* et *Salvia barrelieri*) ; mémoire de magister ; Université Hassiba Ben Bouali –Chlef.
- [5] **Chemloul Feyza**;2013-2014;Etude de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de *Lavandula officinalis* de la région de Tlemcen; mémoire de master ; université Abu Bekr Belkaid Tlemcen-Alger.
- [6] **Chouitah Ourida** ; Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles des feuilles de *Glycyrrhiza glabra*; Thèse de doctorat ; université d'Oran.
- [7] **Laghouiter Oum Kelthoum**;2011;Etude des activités biologiques des huiles essentielles de *menthe* de la région de Ghardaïa ; mémoire de Magister ; université Amar Telidji- Laghouat.
- [8] **Khiredine Hamida**;2012 ; Comprimés de poudre de dattes comme support universel des principes actifs de quelques plantes médicinales d'Algérie; Mémoire de Magister ; Université M'hamed Bougara- Boumerdes.
- [9] **Aribi Ibtissem**; 2012 ; Etude ethnobotanique de plantes médicinales de la région de Jijel : Etude anatomique, phytochimique, et recherche d'activités biologiques de

Références bibliographiques

deux espèces ; mémoire de magister ; Université des sciences et de la technologie-Houari Boumediene.

[10]**Bekhechi Chahrazed et Abdelouahid Djamel Eddine**;2010; Les huiles essentielles ; Edition 1.04.5145; p10;35;36.

[11]**Jean-Yves Chabrier**; 2010 ; Plantes médicinales et formes d'utilisation en phytothérapie ; thèse de doctorat ; université Henri Poincaré- Nancy 1-France-

[12]**Abderrahim Benkaddouri** ; 2011 ; Etude des huiles essentielles de *l'Opuntia ficus-indica* Région de Mascara ; mémoire de Magister ; Université d'Oran.

[13]**Smahi Mohamed Djamel Eddine** ; 2007 ; Evaluations biométrique et énergétique de la biomasse d'espèces végétales aromatiques spontanées prépondérantes de la région de Tlemcen : *Artemisia herba alba et Thymus ciliatus* ; Mémoire de magister ; université Abou Bakr Belkaid – Tlemcen.

[14]**Bezzaz Noureddine** ; 2014 ; Détermination structurale des métabolites secondaires, et extraction des huiles essentielles de *Mentha rotundifolia* ; mémoire de magister ; Université de M'sila.

[15]**Eloukili Mohamed Amine**; 2013 ; Valeur nutritive de l'armoise blanche (*Artemisia herba alba*) comparée à l'unité fourragère de l'orge ; mémoire de master ; université Abou Bakr Belkaid – Tlemcen.

[16]**Khadija Rhayour** ; 2002, Etude du mécanisme de l'action bactéricide des huiles essentielles sur *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis* et sur *Mycobacterium phlei* et *Mycobacterium fortuitum*, thèse de doctorat, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah –Fès.

[17]**Bouchikhi Tani Zoheir** ; 2011 ; Lutte contre la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus*(Coleoptera, Bruchidae) et la mite *Tineola bisselliella*(Lepidoptera, Tineidae) par des plantes aromatiques et leurs huiles essentielles ; thèse de doctorat ; université Abou bakr Belkaid – Tlemcen.

Références bibliographiques

[18] **Messai Laid** ; 2011 ; Etude phytochimique d'une plante médicinale de l'est algérien (*Artemisia herba alba*) ; thèse de doctorat ; université Mentouri- Constantine.

[19] **Marianne Piochon**; 2008 ; Etude des huiles essentielles d'espèces végétales de la flore laurentienne : composition chimique, activités pharmacologiques et hémisynthèse ; Université du Québec à Chicoutimi-canada-

[20] **Khadidja Lahrech**; 2010 ; extraction et analyse des huiles essentielles de *Mentha pulegium* L. et de *Saccocalyx satureioides*. Tests d'activités antibactérienne et antifongique ; mémoire de magister ; Université d'Oran Es-Sénia.

[21] **Megateli Sarah** ; 2009 ; Extraction des huiles essentielles par le procédé de chauffage par induction électromagnétique (Cas du : *Ruta chalepensis* L et *Cuminum cyminum* L); Mémoire de Magister ; Université Yahia Fares - Médéa.

[22] **Abdelli Meriem née Brahim** ; 2010 ; Extraction des huiles essentielles de *Salvia officinalis* L. De *Rosmarinus officinalis* L. et de *Coriandrum Sativum* L. par hydrodistillation en présence de tensioactifs ; Mémoire Magister ; Ecole Nationale Polytechnique - El Harrach-Alger.

[23] **Fabrice Zossoungbo** ; 2013 ; Etude de l'effet synergique des huiles essentielles sur l'activité antibiotique d'un aminoside : la streptomycine ; mémoire de master ; Université Sidi Mohammed Ben Abdellah- Fès.

[24] **Benbouali Mohamed**; 2006 ; Valorisation des extraits des plantes aromatique et médicinales ; mémoire de magister ; Université Hassiba Ben Bouali –Chlef.

[25] **SAIHI Razika** ; 2011 ; étude phytochimique, extraction des produits actifs de la plante *Artemisia campestris* de la région de Djelfa. Mise en évidence de l'activité biologique ; mémoire de magister ; université d'Oran.

Références bibliographiques

- [26] **Gilles Figueredo** ; 2007 ; Etude chimique et statistique de la composition d'huiles essentielles d'origans (Lamiaceae) cultivées issus de graines d'origine méditerranéenne ; thèse de doctorat ; université Blaise Pascal.
- [27] **Hamidi Abdelrazag**;2013 ; Etude phytochimique et activité biologique de la plante *Limoniastrum guyonianum* ; mémoire de magister ; université Kasdi Merbah-Ouargla.
- [28] **Véronique Lucette Couderc** ; 2001 ; Toxicité des huiles essentielles; thèse de doctorat; Ecole Nationale Vétérinaire– Toulouse.
- [29] **Chaker El Kalamouni** ; 2010 Caractérisations chimiques et biologiques d'extraits de plantes aromatiques oubliées de Midi-Pyrénées ; thèse de doctorat ; l'Institut National Polytechnique - Toulouse.
- [30] **Hellal Zohra** ; 2010 ; Contribution à l'étude des propriétés antibactériennes et anti-oxydantes de certaines huiles essentielles extraites de *citrus*. Application sur la sardine (*sardina pilchardus*) ; mémoire de magister ; université Mouloud Mammeri-Tizi ouzou.
- [31] **Gayda Arnaud** ; 2013 ; Etude des principales huiles essentielles utilisées en rhumatologie ; mémoire de doctorat ; université Toulouse III Paule Sabatier.
- [32] **Sihem Bouguelia** ; 2012 ; Développement de biopuces dédiées à la détection de bactéries pathogènes à faibles taux ; thèse de doctorat ; université de Grenoble.
- [33] **Chouder Nedjma .Née Belkacemi** ; 2006 ; contribution a l'étude des flores intestinales des poulets conventionnels sains ; mémoire de magister ; Université Mentouri Constantine.
- [34] **paul singleton** ; 2005 ; bactériologie pour la médecine, la biologie et les biotechnologies ; 6^{ème} édition ; ISBN 2100488732 ; p : 377, 378, 379, 381, 382,383.

Références bibliographiques

[35] **Haouzi Romaissâa** ; 2013 ; Etude biologique des effets des microondes sur *Escherichia coli* ; mémoire de magister ; université des sciences et de la technologie d'Oran Mohamed Boudiaf.

[36] **Gabriel Cuevas Ramos** ; 2010 ; Effets génotoxiques des souches de *Escherichia coli* produisant la Colibactine ; thèse de doctorat ; l'Université Toulouse.

[37] **Aminata Dalla Sissoko** ; 2009 ; Sensibilité et évolution de la résistance d'*Escherichia coli* aux antibiotiques au centre hospitalier et universitaire du point. G de 2005-2007 ; thèse de doctorat ; université de Bamako.

[38] **Alpha Amadou Diallo** ; 2013 ; *Escherichia coli* pathogènes et résistantes aux antibiotiques dans les effluents d'origine humaine et animale : Prévalence et caractérisation avant et après traitement épuratoire ; thèse de doctorat ; Université de Toulouse.

[39] **Hassina Guetarni** ; Etude de l'effet des bactéries lactiques sur l'inhibition des bactéries impliquées dans la physiopathologie digestive in vitro ; mémoire de magister ; université Hassiba Ben Bouali- Chlef.

[40] **Méchai Née Debabza Manel** ; 2005 ; Analyse microbiologique des eaux des plages de la ville de Annaba Evaluation de la résistance aux antibiotiques des microorganismes pathogènes ; mémoire de magister ; Université Badji-Mokhtar-Annaba.

[41] **Meziani Meriem** ; 2012 ; Contribution du diagnostic biochimique bactérien dans l'établissement des parentés phylogénétiques: Cas des Entérobactéries et *Pseudomonas* ; mémoire de magistère ; Université Mentouri-Constantine.

[42] **Sylvie Miquel** ; 2012 ; Facteurs de virulence d'*Escherichia coli* adhérents et invasifs associées à la maladie de Crohn : caractérisation et régulation de leur expression ; thèse de doctorat ; université Blaise Pascal d'auvergne-France.

Références bibliographiques

[43] **Marie-Pierre Montet** ; 2009 ; Contamination des aliments par les *Escherichia coli* producteurs de Shiga-toxines (STEC) en France, et importance de l'acidorésistance des souches ; thèse de doctorat ; École Pratique des Hautes Études Doctorat Mention : Systèmes intégrés, Environnement et Biodiversité.

[44] **Emilie Yétérian**, 2010 à, Bases moléculaires de la maturation et de la sécrétion de la pyoverdine chez *Pseudomonas aeruginosa* ; mémoire de doctorat –Strasbourg-

[45] **Marie-Cécile PIBIRI**. .2006, Assainissement microbiologique de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huiles essentielles ; thèse de doctorat ; THÈSE NO3311 (2005).Lausanne, EPFL

[46] **Kamal Elmeskini**, 2011 ; Etude épidémiologique des infections à *Pseudomonas aeruginosa* ; mémoire de doctorat ; université Mohamed V, faculté de médecine et de pharmacie-rabat-

[47] **Didier Filipon** ; 2005, Mécanismes de régulation impliqués dans la pathogénicité de *Pseudomonas aeruginosa* : Système de Sécrétion de Type III, Epigénèse et Quorum Sensing ; thèse de doctorat ; université de Joseph Fourier - Grenoble I-

[48] **Hichem Chaker** ; 2012 ; Régulation de l'adaptation de la bactérie *Pseudomonas aeruginosa* à son hôte : implication des métabolites du tryptophane ; thèse de doctorat ; Université de Grenoble-France.

[49] **Sandra Gagnon**, 2012, *Pseudomonas aeruginosa* souche LESB58 : Étude préliminaire pour la reconstruction métabolique in silico et analyse de la distribution de flux métaboliques à l'état stationnaire ; université Laval-Canada.

[50] **Catherine, Gabrièle, Denise Solau Poissonet** ; 2004, principales maladies du lapin, du cobaye, du chinchilla, du hamster et du rat de compagnie ; thèse doctorat ; Ecole nationale vétérinaire d'Alfort

Références bibliographiques

[51] **Guillaume VIEU** ; 2014, Diversité génétique des isolats de *Staphylococcus aureus* producteurs de toxine de Panton-Valentine isolés au CHU de Toulouse. Etude de 37 cas de patients à l'hôpital des enfants ; thèse doctorat- Université Toulouse III- Paul Sabatier-

[52] **Jomaa Alomar**, 2007, Etude de propriétés physiologiques de *Lactococcus lactis* et *Lactococcus garvieae* pour la maîtrise de *Staphylococcus aureus* en technologie fromagère ; thèse de doctorat ; L'institut national Polytechnique de Lorraine.

[53] **Sid Ahmed Rebiahi**, 2011-2012 ; caractérisation de souches de *Staphylococcus aureus* et étude de leur antibioresistance au niveau du centre hospitalo-universitaire de Tlemcen; thèse doctorat ; université de-Tlemcen.

[54] **Amin Abedini**, 2013; Evaluation biologique et phytochimique des substances naturelles d'*Hyptis atrorubens* Poit. (Lamiaceae), sélectionnée par un criblage d'extraits de 42 plantes ; thèse doctorat -université Lille nord de France.

[55] **Sandrine Lemaire**, 2003-2004, Etude de l'activité de l'ertapénème vis-à-vis des infections bactériennes à *Listeria monocytogenes* et *Staphylococcus aureus* ; mémoire licence-université catholique de Louvain.

[56] **carmelo Bisognano** ; 2000, Impact de la résistance antibiotique et des fluoroquinolones sur l'adhérence à la fibronectine de *Staphylococcus aureus*: étude fonctionnelle et mécanismes moléculaires- Genève.

[57] **Mohamed Nadjib Boukhatem, Mohand Said Hamaidi, Fairouz Saidi, Yahia Hakim** ; Extraction, composition et propriétés physico-chimiques de l'huile essentielle du Géranium Rosat (*Pelargonium graveolens* L.) cultivé dans la plaine de Mitidja (Algérie) ; Université Saad Dahleb de Blida- Algérie.

[58] **ARAB K.*, BOUCHENAK O., YAHIAOUI K** ; 2014 ; Etude physico-chimique et évaluation de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de la Sarriette des montagnes vis-à-vis des bactéries isolées des infections urinaires ;

Références bibliographiques

Université Ferhat Abbas Sétif 1 ; Arab K. et al. / Revue Agriculture. 07 (2014) 12 –19

[59] **J. D. Gomis, J. A. Marco, J. P. Linares, J.S. Pakareda, J. M. Sendra and E. quiterpene Seoane**, 1979. Sesquiterpene lactones, waxes and volatile compounds from *Artemisia herba- alba* subspecies valentine. *Phytochemistry*, 1979, vol. 18, pp. 1523-1525.

[60] **D. Khlifi, R. M. Sghaier, S. Amouri, D. Lounici, M. Hamdi, J. Bouajila**, 2013. Composition and anti-oxidant, anti-cancer and anti-inflammatory activities of *Artemisia herba- Alba*, *Ruta chalpensis L.* and *PeganumharmalaL.* *Food and Chemical Toxicology* 55 202-208.

[61] **Nabiel. A.M. Saleh, I. Sabry, Elm- Negoumy and M. M. Abou- Zaid**, 1987. Flavonoids of *Artemisia judaica*, *A. monosperma* and *A. herba- Alba*. *Phytochemistry*, Vol. 26, N°.11, pp. 3059-3064.

[62] **Ibrahim S.Abaas, Mohammed. J.Hamzah, Ali.H.Majeed**; 2013; Analysis with evaluation of drying temperature on essential oil content of *achilleafrayrantissima L.* and *Artemisia herba Alba L.* ISSN- 0975-1491

[63] **H. Mighri, H. Hajlaoui, A. Akrou, H. Najjaa and M. Neffati.**, 2010; Antimicrobial and antioxidant activities of *Artemisia herba- alba* essential oil cultivated in Tunisian arid zone. *C.R. Chimie* 380-386.

[64] **R. belhattab, L. Amor, J.G. Barroso and L.G. Pedro**, 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, 243 251.

Résumé:

L'objectifs assigné à cette étude est l'extraction de l'huile essentielle de la plante *Artemisia herba-alba* par la méthode d'hydrodistillation et l'étude des propriétés physico-chimiques de la plante sèche (le taux d'humidité, le taux des minéraux, la matière sèche), Les résultats obtenus sont: 45.54%, 1.35%,54.45%, respectivement.

Les huiles essentielles obtenues ont fait l'objet d'une étude analytique comportant la détermination des indices physico-chimiques (indice de réfraction, l'indice d'acide, l'indice d'ester, le pH, le point de congélation et la densité relative) et les caractéristiques organoleptiques (l'aspect, la couleur, l'odeur) et une analyse par spectroscopie infrarouge.

Nous avons étudié aussi l'activité antibactérienne de l'huile essentielle extraite sur trois souches testée: *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus*, cette étude montre une résistance de *E. coli*, et *S.aureus*, et une action positive contre *P. aeruginosa*. (le diamètre de la zone d'inhibition est de 8 mm).

Mots clés: *Artemisia herba-alba*, huile essentielle, propriétés physico-chimiques, FTIR, l'activité antibactérienne.

Abstract:

The objective assigned to this study is the extraction of essential oil from the plant *Artemisia herba-Alba* by steam distillation method and study of physicochemical properties of plant dry (the humidity, the rate minerals, the dry matter), it has been found the following results: (45.54%, 1.35%, 54.45%, respectively). The essential oils obtained have been the subject of an analytical study involving the determination of physicochemical indexes (refractive index, acid value, ester value, pH, freezing and relative density) and organoleptic characteristics (appearance, color, and odor) and infrared spectroscopic analysis. We also studied the antibacterial activity of the essential oil extracted three strains tested: *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus aureus*, this study given the resistance of *E. coli* and *S. aureus*, and a positive action against *P. aeruginosa*. (The diameter of 8 mm zone of inhibition).
Keywords: *Artemisia herba-alba*, essential oil, physicochemical properties, FTIR, the antibacterial activity.

ملخص

الأهداف المخصصة لهذه الدراسة هي استخلاص الزيت العطري من نبتة الشبث هربا البيا بطريقة التقطير البخار ودراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية للنبتة الجافة (الرطوبة، ونسبة المعادن، والمادة الجافة)، تحصلنا على النتائج التالية: (45.54٪، 1.35٪، 54.45٪) وكانت الزيوت الأساسية التي تم الحصول عليها في موضوع دراسة تحليلية تنطوي على تحديد المؤشرات الفيزيائية (معامل الانكسار، والقيمة الحمضية، وقيمة استر، ودرجة الحموضة وتجميدها والكثافة النسبية) والخصائص الحسية (المظهر واللون، رائحة)، والتحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء.
درسنا أيضا النشاط المضاد للبكتيريا للزيت الأساسي المستخرج على ثلاث سلالات اختبار. *E.coli*, *P.aeruginosa*, *S.aureus*. هذه الدراسة أعطت مقاومة *E.coli*, *S.aureus*, و حساسية *P. aeruginosa* (منطقة التثبيط بقطر 8 مم)
الكلمات المفتاحية: شيبث هربا البيا، الزيت الأساسي، الخصائص الفيزيوية - كيميائية، FTIR، النشاط المضاد للجراثيم.