



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

جامعة الشاذلي بن جديد - الطارف-

Université Chadli Bendjedid - El Tarf Faculté des

Sciences de la Nature et de la Vie

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

Mémoire présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master II

Spécialité :

Biotechnologie et Valorisation des Plantes.

THEME

Evaluation de l'activité antimicrobienne d'huile essentielle et d'extrait méthanolique de la plante *Achillea ligustica* de la région Bougous (EL Taref).

Par :

M^{lle} Laiche Sonia

M^{me} Soltani Sonia

Soutenu le : 14-09-2020

Encadré par : Mme GHERIB Imane MAA Université Bendjedid El Tarf

Membre le jury:

Président : Mr. BELDI Moncef MAA Université Bendjedid El Tarf

Examinatrice : Dr. BOUZAATA Chahira MCB Université Bendjedid El Tarf

2019 - 2020

Remerciements



Nous remercieront d'abord la grâce de Dieu le Clément, de nous avoir guidé, éclairé la bonne voie du savoir et de la recherche scientifique pour pouvoir contribuer à notre travail.

Nous tenons à exprimer toute notre gratitude à notre encadreur M^{me} GHERIB Imane pour son soutien, sa disponibilité ainsi qu'à ses précieux conseils et ses orientations pertinentes

Nous tenons également à exprimer nos remerciements aux membres du jury qui ont bien voulu juger notre travail

Nous remercierons Mr. BELDI Moncef qui a fait le grand honneur d'accepter de Présider ce jury.

Nous remercions également chaleureusement M^{me} : BOUZAATA Chahira d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Nos remerciements s'adressent également à tous nos enseignants et

à ceux et celles qui nous ont aidés de près ou de loin à achever ce projet.



DÉDICACE



JE DÉDIE CE MODESTE TRAVAIL À:
MES CHERS PARENTS, POUR LEUR ENDURANCE ET LEURS
SACRIFICES SANS LIMITES
MON FRÈRE, EN RECONNAISSANCE DE SON
AFFECTION TOUJOURS CONSTANTE
TOUS MES PROCHES
MES AMIS
MES CAMARADES DE LA PROMOTION

SONIA LAICHE



Dédicace



**Je dédie ce modeste travail
A mes grands chers parents
A ceux qui m'ont toujours encouragé pour que je
réussisse
Dans mes études
Par leurs sacrifices et leurs soutiens tous au long de
mes étude.
A mon très cher mari qui n'a toujours pas cessé de
me soutenir pour terminer mon travail
Ainsi qu'a mes chères sœurs
ma chère fille : layan
Et a tous mes camarades de la promotion**



Sonia

Résumé

Le projet d'étude consiste à évaluer l'activité antimicrobienne d'huile essentielle et l'extrait méthanolique de la plante *Achillea ligustica* de la région de Bougous de la willaya d'El Taref, spontanée sur trois souches des bactéries ont été obtenues du laboratoire de microbiologie du centre hospitalier d'El Tarf.

L'extraction de l'huile essentielle a été effectuée par hydro distillation. Ainsi que l'extrait méthanolique est soumis à une extraction par macération dans le méthanol.

La variabilité de taux d'humidité prélevé sur l'espèce d'*Achillea ligustica* en provenance de la région a été de **83.05 %**.

La technique qu'on a utilisé lors de l'extraction par méthanol ont permis d'obtenir un rendement de **23.45%**. Ainsi que Le rendement en huile essentielle est de **0.4 %** (m/v).

L'activité antibactérienne de huile essentielle et d'extrait méthanolique de la plante *Achillea ligustica* et ses fractions a été évalué par la méthode de diffusion sur disque, en se référant à l'échelle de l'estimation de l'activité antimicrobienne donnée par **Ponce et al.** Les résultats révèlent qu'EM et HE de feuilles et de fleurs de la plante *Achillea ligustica* ont montré une activité inhibitrice sur tous les micro-organismes testés. L'efficacité était comparable, avec zones d'inhibition de la croissance varie entre 09 et 14 mm. Cette variation pourrait s'expliquer par les différentes origines géographiques des échantillons.

Mots clés : '*Achillea ligustica* ; l'activité antimicrobienne ; huile essentielle ; extrait Méthanolique ; le taux d'humidité ; le rendement.

ملخص

يتكون مشروع الدراسة من تقييم النشاط المضاد للميكروبات للزيت العطري والمستخلص الميثانولي لنبات *Achillea ligustica* من منطقة بوقوس بولاية الطارف ، تم الحصول على ثلاث سلالات من البكتيريا من المختبر. علم الأحياء الدقيقة في مركز مستشفى الطارف.

تم استخراج الزيت العطري عن طريق التقطير المائي. وكذلك استخراج الميثانول يتعرض للاستخراج بالنقع في الميثانول.

كان التغير في المحتوى الرطوبي المأخوذ من أنواع *Achillea ligustica* من المنطقة 83.05٪.

أعطت التقنية المستخدمة في استخلاص الميثانول عائد 23.45٪. وكذلك محصول الزيت العطري 0.4٪ (م / ت).

تم تقييم النشاط المضاد للبكتيريا للزيت العطري والمستخلص الميثانولي لنبات *Achillea ligustica* وأجزائه بطريقة الانتشار القرصي ، مع الإشارة إلى مقياس تقدير النشاط المضاد للميكروبات الذي قدمه Ponce وآخرون ، كشفت النتائج أن المستخلص الميثانولي (EM) و الزيت الاساسي (HE) من أوراق وأزهار نبات *Achillea ligustica* أظهر نشاطاً مثبطاً على جميع الكائنات الحية الدقيقة التي تم اختبارها. كانت الفعالية قابلة للمقارنة ، حيث تراوحت مناطق تثبيط النمو بين 09 و 14 مم. يمكن تفسير هذا الاختلاف من خلال الأصول الجغرافية المختلفة للعينات.

الكلمات الأساسية:

؛ نشاط مضادات الميكروبات؛ زيت أساسي ؛ مستخلص ميثانوليك مستوى الرطوبة, المرود. *Achillea ligustica*

Abstract

The study Project consists of evaluating the antimicrobial activity of essential oil and the méthanolic extract of the *Achillea ligustica* plant from the Bougous region of the willaya of El Taref, spontaneous on three strains of bacteria were obtained from the laboratory of microbiology of the hospital center of El Tarf.

The extraction of the essential oil was carried out by hydro distillation. As well as the méthanolic extract is subjected to extraction by maceration in méthanol.

The variability of the moisture content sampled from *Achillea ligustica* species from the region was 83.05%.

The technique used in the méthanol extraction yielded a yield of 23.45%. As well as The essential oil yield is 0.4% (m / v).

The antibacterial activity of essential oil and méthanolic extract of the *Achillea ligustica* plant and its fractions was evaluated by the disk diffusion method, with reference to the scale of the estimate of antimicrobial activity given by Ponce et al. The results reveal that EM and HE from leaves and flowers of the *Achillea ligustica* plant showed inhibitory activity on all microorganisms tested. Efficacy was comparable, with zones of growth inhibition varying between 09 and 14 mm. This variation could be explained by the different geographical origins of the samples.

Key words: '*Achillea ligustica*; antimicrobial activity; Essential oil ; Méthanolic extract; the humidity level; the yield.

Sommaire

Remerciements.....	I
Liste des tableaux.....	II
Liste des figures.....	III
Liste des abréviations.....	IV
Introduction.....	01

Partie Bibliographique

Chapitre I

Les plantes médicinales

I.1. Définition plante médicinale.....	03
I. 2. Les parties de plantes médicinales utilisées.....	03
I. 3. Conseils et préparation des plantes médicinales	05
I. 3.1. La récolte des plantes	05
I. 3.2. Séchage et conservation des plantes	05
a. Séchage.....	05
b. Conservation.....	06
I.4. Les différentes modes de préparation des plantes.....	07
I.4.1.L'infusion.....	07
I.4.2. Les décoctions.....	07
I.4.3. Les macérations.....	07
I.4.4.Extraits.....	08
I.5. L'action et l'avantage des plantes médicinales.....	08
I.5. Activité biologique des plantes médicinales.....	09
I.5.1. Activité antimicrobienne.....	09
I.5.2. Activité antioxydants.....	09
I.5.3. Les antioxydants exogènes.....	10
I.5.4. Les antioxydants endogènes.....	10
I.5.5. Les chélateurs de métaux.....	10
I.6. Les principes actifs.....	11
I.7. Différents groupes des principes actifs	11
a. Polyphénols	11
b. Acides phénoliques	11

c. Flavonoïdes	12
d. Tanins	12
e. Lignines	13
f. Alcaloïdes	13
g. Terpènes et stéroïdes	13
h. Saponosides	13
i. Huiles essentielles.....	13

Chapitre II

Présentation de la plante étudiée

II.1. Présentation de la famille des <i>Astéracées</i>	14
II.1.1. Répartition.....	14
II.1.2. Caractères généraux des Astéracées.....	15
II.1.3. Caractéristiques chimiques et thérapeutiques	15
II.1.4. Caractères écologiques	16
II.2. Présentation du genre <i>Achillea</i>	16
II.2.1. Usages traditionnels	17
II.2.2. Propriétés médicinales	18
II.2.3. Activité protectrice	18
II.3. Description de l'espèce <i>Achillea ligustica</i>	20
II.3.1. Place dans la systématique.....	20

Chapitre III

Activité antimicrobienne

Activité antimicrobienne.....	21
III.1. Les micro-organismes.....	21
III.2. Les antimicrobiens.....	21
III.2.1 Les antibiotiques.....	21
III.2.2. Les composés phénoliques.....	21
III.3. Les méthodes d'évaluation de l'activité antimicrobienne.....	22
III.3.1. Méthode de dilution en milieu liquide.....	22
III.3.2. Méthode de diffusion en milieu solide.....	22
III.3.3. Méthode de diffusion sur disque de cellulose.....	23
III.4. Description des microorganismes étudiés.....	23

a. <i>Escherichia coli</i>	23
b. <i>Staphylococcus sp</i>	24
c. <i>Streptococcus sp</i>	24

Chapitre IV

Matériels et méthodes

IV.1. Matériels utilisés	25
IV.1.1. Matériel végétal.....	25
IV.1.2. Matériels des tests biologiques.....	25
IV.1.3. Matériels non biologiques	25
IV.2.1. Les milieux de culture.....	25
IV.2.2 Matériel de laboratoire.....	25
IV.2. Méthodes expérimentales.....	26
IV.2.1. Test d'humidité.....	26
IV.2.2. Préparation des extraits	26
IV.2.3. Procédé d'extraction d'huile essentielle.....	27
IV.4. Activité microbiologiques	27
a. Stérilisation du matériel.....	27
b. Préparation des solutions des extraits.....	27
c. Préparation des suspensions bactériennes	27
d. Ensemencement des boîtes.....	27
e. Préparation des disques.....	28
f. Application.....	28

Chapitre V

Résultat et discussion

V.1. Taux d'humidité.....	29
V.2. Rendement des extractions.....	29
V.3. L'évaluation de l'activité antibactérienne	30
Conclusion	34
Références bibliographiques	35

LISTE DES TABLEAUX

	Titre	Page
Tableau 1	Les produits chimiques et les appareillages utilisés.	25
Tableau 2	L'échelle de l'estimation de l'activité antimicrobienne	30
Tableau 3	Diamètres des zones d'inhibition de huile essentielle et d'extrait méthanolique d' <i>Achillea ligustica</i>	31

LISTE DES FIGURES

	Titre	page
Figure 1	Rendement des extraits d'alcaloïdes totaux en fonction de la température de séchage	6
Figure 2	a. Caractéristique climatique de la famille des <i>Astéracées</i> (Tela Botanica, 2015)	16
	b. Caractéristique du sol de la famille des <i>Astéracées</i> (Tela Botanica, 2015)	16
Figure 3	Photos de quelques plantes du genre <i>Achillea</i> (www.google.com)	19
Figure 4	<i>Achillea ligustica</i> (www.google.com)	20
Figure 5	Diamètres des zones d'inhibition de huile essentielle et d'extrait méthanolique de la plante <i>Achillea ligustica</i> (mm)	31

Liste des abréviations

DMSO : le diméthyle sulfoxyde

HE : huile essentielle

EM : extrait méthanoïque

CMI : Concentration minimale inhibitrice

OMS : organisation mondiale de la santé

GN : la gélose nutritive

MH : le milieu Muller-Hinton

Introduction

Introduction

Les plantes aromatiques et médicinales ont des propriétés importantes, plusieurs médicaments pharmaceutiques ont été dérivés de plantes, ces derniers passent dans l'esprit de la population pour efficacité et tolérance du fait de son origine naturel faisant partie de la médecine douce (**Hami et al., 2011**) .

Ces plantes naturelles ont joué un rôle très significatif dans la découverte des médicaments (**Newman et Cragg., 2007**). Il est reporté qu'au minimum 119 composés dérivés de 90 espèces de plantes peuvent être considérés comme des médicaments importants. La croissance de l'industrie pharmaceutique et le développement incessant de nouveaux produits médicaux synthétiques et biologiques plus efficaces n'ont pas réduit l'importance de l'utilisation des plantes médicinales. Au contraire, la croissance démographique dans le monde en développement et l'intérêt croissant manifesté au niveau des nations industrialisées ont considérablement augmenté la demande spécifique aux plantes aromatiques et médicinales et à leurs produits dérivés (**Benayad., 2013**). Actuellement, plusieurs questions se sont soulevées concernant l'efficacité et la sécurité des produits chimiques utilisés en médecine ou dans l'industrie alimentaire. En effet, le développement de la résistance des micro-organismes aux divers antibiotiques préoccupent les spécialistes en médecine. D'un autre côté, l'utilisation des additifs tels que les antioxydants est suspectée d'avoir des effets négatifs sur la santé du consommateur.

Ce pendant, l'usage des plantes médicinales peut apporter directement des réponses à certains problèmes de santé, mais avant de pouvoir recommander l'usage de telle ou telle espèce pour une maladie, il est nécessaire de valider l'usage traditionnel qui en est fait. En d'autres termes, il convient d'évaluer scientifiquement l'activité pharmacologique de la plante médicinale retenue, et appréciée si celle-ci confirme sa réputation. De plus, il est impératif de vérifier également l'absence de toxicité des plantes employées. L'usage de plantes médicinales locales, en réponse à des problèmes de santé peut être perçu comme une alternative aux médicaments, en particulier dans les pays du sud où ces médicaments sont souvent chers, peu accessibles et quelque fois contrefaits.

Donc, la recherche des nouveaux agents thérapeutiques se lance fort, et l'objectif reste toujours de découvrir des armes thérapeutiques efficaces. Les produits naturels donc donnent une grande chance pour découvrir une médication effective contre les maladies qui n'ont pas été traitées, par l'effet thérapeutique directe, après une modification semi-synthétique ou bien par une nouvelle synthèse d'un modèle moléculaire à partir des produits naturels (**Cragg et al., 1997**).

L'Algérie abrite un ensemble d'espèces importantes et variées et témoigne de ce fait d'une richesse floristique incontestable.

Dans le présent travail, notre étude est axée vers l'évaluation des activités antimicrobienne de l'extrait méthanolique et l'huile essentiel de la plante *Achillea ligustica* et ses fractions, récoltés dans la région Bougous, wilaya d'El tarf.

Dans le cadre de cette étude, nous avons fixé comme objectifs à atteindre

- Préparation de l'huile essentielle et d'extrait méthanolique des parties aériennes de la plante *Achillea ligustica*
- Evaluation de l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle et d'extrait méthanolique de la plante *Achillea ligustica* vis-à-vis des souches par la méthode de diffusion sur gélose.

Les plantes Médicinales

I.1. Définition plante médicinale

Ce sont des plantes utilisées en médecine traditionnelle dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses. Leur action provient de leurs composés chimiques (métabolites primaires ou secondaires) ou de la synergie entre les différents composés présents (**Sanago, 2006**).

Une plante médicinale est une plante utilisée pour ses propriétés thérapeutiques. Cela signifie qu'une de ses parties (feuille, bulbe, racine, graines, fruits, fleurs) peut être employée dans le but de guérir. Leur utilisation remonte à des milliers d'années, où l'homme utilisait les plantes pour se soigner. A l'époque, le choix des plantes se faisait instinctivement, ce qui a permis de déceler petit à petit celles qui pouvaient être utilisées, et celles qui s'avéraient être toxiques (**January.,2012**). Mais Dans le code de la Santé publique, il n'existe pas de définition légale d'une plante médicinale au sens juridique, mais en France « une plante » est dite médicinale lorsqu'elle est inscrite à la pharmacopée et que son usage est exclusivement médicinal. C'est-à-dire qu'elles sont présentées pour leurs propriétés préventives ou curatives à l'égard des maladies humaines ou animales (**Moreau, 2003 ;Ghabrier, 2010**)

Actuellement grâce ou progrès scientifique considérables enregistrés depuis la fin du XIXème siècle (technique d'analyse et extraction... etc.) les plantes médicinales constituent des ressources inestimables qui ont été utilisées pour trouver de nouvelles molécules nécessaire à la mise au point de futurs médicaments (**Gurib-Fakim, 2006 ; Harrar ,2012**).

D'après **Odile et Daniel (2007)**, environ plus de 30% des médicaments contiennent des principes actifs d'origine naturelle.

I. 2. Les parties de plantes médicinales utilisées

Les différentes parties de la même plante médicinale peuvent présenter des constituants chimiques très différents et qui n'ont pas la même action thérapeutique. Généralement, en médecine traditionnelle, la partie qui contient le plus de principes actifs est la plus employée. Les différentes parties de plantes qui peuvent être employées chez la plupart des populations sont ceux qui ont été décrites par **Gurib-Fakim, 2006** :

- **Racine:** Les racines peuvent être fibreuses, solide ou charnues
- **Rhizome:** Le rhizome est une tige ligneuse ou allongée charnue qui pousse généralement horizontalement en dessous du sol, formant des feuilles au-dessus du sol et des racines dans le sol.

- **Bulbe** : Un bulbe est une pousse souterraine verticale disposant de feuilles modifiées utilisées comme organe de stockage de nourriture par une plante à dormance. Les bulbes les plus populaires en médecine traditionnelle sont l'oignon et l'ail.
- **Tubercule**: Un tubercule est une structure charnue gonflée, généralement souterraine, qui assure la survie des plantes pendant la saison d'hiver ou en période de sécheresse. Ces organes peuvent être formés sur les racines ou se développent sur les parties aériennes de la plante. La pomme de terre africaine (*Hypoxis* sp. De la famille *Hypoxidaceae*) est un exemple bien connu.
- **Écorce**: L'écorce est la couche protectrice externe d'un tronc d'arbre, elle est souvent riche en toxines (phénols) et principes amers (tanins) ce qui la rend plus protectrice. Exemple :(*Cinchona* sp. Rubiaceae) et (*Cinnamomum camphora* et *C. camphora*, les deux de la famille Lauraceae).
- **Bois**: Le bois est la tige épaisse ou le bois lui-même. Exemple : *Santalum album* de la famille Santalaceae.
- **Feuilles** : Les feuilles peuvent être utilisées seules ou mélangées avec leur pétiole. Exemple :*Ginkgo biloba* de la famille Ginkgoaceae.
- **Gommes** : les gommes sont des composés solides constituent d'un mélange de polysaccharides. Ils sont solubles dans l'eau et partiellement digérés par les êtres humains. Exemple (*Acacia Senegal*; *Terminalia bentzoe*).
- **Huiles essentielles** : Exemple (*Mentha x piperita*; *Cananga odorata*).
- **Les parties aériennes**: Toutes les parties de la plante qui se trouvent au dessus du sol. Elles sont récoltées, très souvent, lors de la floraison. Exemple : *Hypericum perforatum* de la famille Hypericaceae.
- **Fleurs** : Les fleurs sont très utilisées dans la médecine traditionnelle.
- **Fruits** : Exemple (*Punica granatum* ; *Citrus* sp).
- **Graines** : Exemple (*Ricinus communis*; *Foeniculum vulgare*).

I. 3. Conseils et préparation des plantes médicinales

I. 3.1. La récolte des plantes

La récolte des plantes médicinales est une étape très importante, notamment en médecine traditionnelle. Elle doit être effectuée au moment le plus favorable afin de conserver l'efficacité des principes actifs. Certaines plantes peuvent être cueillies toute l'année, mais la plupart doivent être récoltées à un moment précis de leur croissance pour être utilisées

immédiatement ou conservées (**Larousse des plantes médicinales ., 2001**).

Les auteurs de cette référence (**Larousse des plantes médicinales ., 2001**) ont proposés quelques conseils pour faire une meilleure récolte :

- Identifier les plantes, ne jamais cueillir une plante dont on n'est pas sûr.
- Ne pas cueillir les plantes sauvages rares ou inhabituelles.
- Ne pas ramasser de plantes au bord des routes, à proximité des usines ou dans les zones où sont vaporisés des insecticides sur les cultures.
- Utiliser, si possible, un panier ouvert pour y déposer les plantes, ce qui évite de les abîmer.
- Dans la nature, un sac à dos (évitiez le Nylon) ou un sac en toile sera plus pratique.
- Récolter uniquement des plantes saines.
- Récolter les plantes par temps sec, plutôt par une matinée bien ensoleillée.

I. 3.2. Séchage et conservation des plantes

a. Séchage

Le séchage des plantes médicinales est, normalement, effectué juste après la récolte, il permet de réduire la teneur en eau afin de limiter les dégâts dus aux enzymes et autres agents biologiques tels que les moisissures et les microbes.

Le séchage doit être rapide et dans un endroit bien aéré et à l'abri de la lumière (**Berton., 2001**).

Il existe également d'autres procédés de séchage : les procédés mécaniques (presse, décantation ou centrifugation), les procédés physico-chimiques (adsorption, absorption, réfrigération et séchage par évaporation) (**Bouletages., 2011**).

Kémajou et al., 2012 ont évalué l'influence de la température de séchage sur les principes

actifs (alcaloïdes totaux) de la plante médicinale *Alstonia boonei* WILD, plante antipaludéenne. Ils ont trouvé que la teneur en alcaloïdes totaux est diminuée progressivement en fonction de la température de séchage des écorces (**figure 1**) Cette diminution du rendement est en moyenne de 0,00091% par degré Celsius.

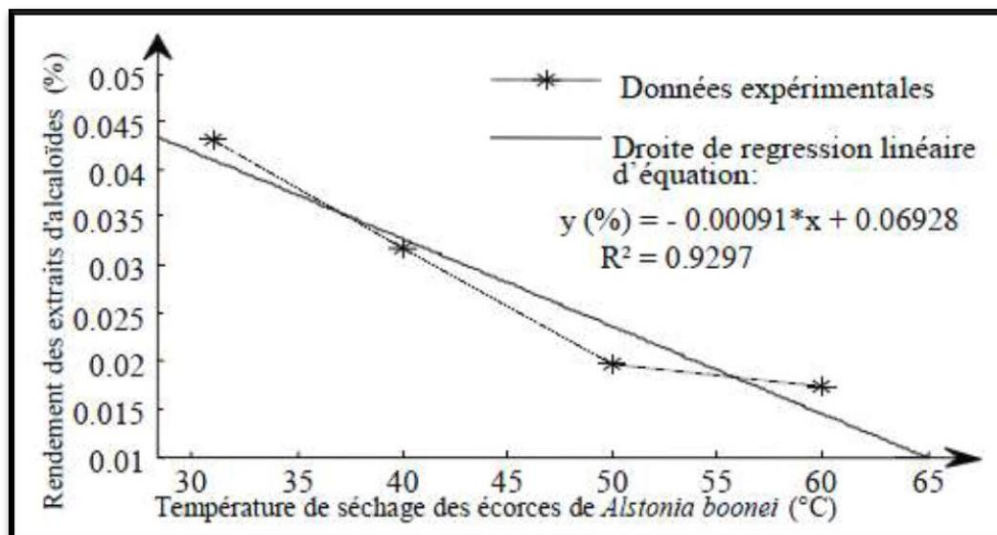


Figure 1 : Rendement des extraits d'alcaloïdes totaux en fonction de la température de séchage

b. Conservation

Il existe diverses méthodes de conservation, les plus courantes et les plus simples étant le séchage à l'air ou au four (**Larousse des plantes médicinales ., 2001**).

Les plantes séchées sont coupées grossièrement et disposées dans des bocaux de verre ou dans des sacs en papier, à l'abri de l'air et de la lumière. Les boîtes en fer sont naturellement proscrites (**Berton., 2001**).

Les plantes séchées peuvent être conservés pendant une année dans de bonnes conditions. Au-delà de cette période, leur pouvoir diminue sensiblement et l'action thérapeutique disparaît. C'est pourquoi il faudra renouveler le stock de plants chaque année (**Berton., 2001**).

Il existe également d'autres méthodes pour la conservation des propriétés médicinales des plantes (**Larousse des plantes médicinales ., 2001**) telles que l'aspiration de l'humidité des plantes par un déshumidificateur ou la congélation dans des sacs en plastique.

I.4. Les différents modes de préparation des plantes

Le mode de préparation d'une plante médicinale est la méthode d'extraction des principes actifs responsables d'action guérisatrice. Il peut avoir un effet sur la quantité ces produits chimiques présents. Selon **Hosttmann (1997)** les plantes médicinales peuvent être utilisées sous plusieurs formes.

I.4.1.L'infusion

Une infusion se fait généralement avec les fleurs et les feuilles des plantes, mais dans certains cas, il est possible de faire également infuser des racines et des écorces. Le principe est simple : Vous versez de l'eau bouillante sur la plante (il faut compter une cuillerée à café de plante par tasse), et vous laissez infuser entre dix et vingt minutes. Une infusion peut se conserver au réfrigérateur pendant 48 heures maximum. En principe, il est préférable de ne pas sucrer les tisanes (**Nogaret-Ehrhart., 2003**).

I.4.2.Les décoctions

On place le matériel végétal dans de l'eau froide que l'on porte à ébullition et que l'on maintient en cet état environ 15 mn ou plus. On laisse ensuite reposer et on filtre après environ 15 mn pour récupérer le jus (**Potel., 2002**).

I.4.3.Les macérations

Elle consiste à mettre une plante ou partie de plante, dans de l'eau froide (maceration aqueuse) ou une huile végétale (maceration huileuse), pendant plusieurs heures, voire plusieurs jours, pour permettre aux constituants actifs de bien diffuser. Elle convient pour l'extraction de plantes contenant du mucilage, comme les graines de lin ou les graines du plantain des sables, leur forte concentration en amidon ou pectine peut causer une gélatinisation s'ils se préparent dans de l'eau bouillante. Egalement utilisée pour empêcher l'extraction de constituants indésirables qui se dissolvent dans l'eau chaude (**Kraft et Hobbs., 2004**). Elle concerne aussi les plantes dont les Substances actives risquent de disparaître ou de se dégrader sous l'effet de la chaleur par ébullition (**Baba-Aissa., 2000**).

I.4.4.Extraits

Grace à un solvant, on obtient des formes galéniques qui contiennent des concentrations plus importantes en principes actifs. Les solvants utilisés sont en général l'eau, l'alcool, la glycérine et ils sont employés seuls ou en association. Il est à savoir que la chaleur a la capacité d'améliorer le produit d'extraction (**Boukhobza et Goetz., 2014**).

I.5.L'action et l'avantage des plantes médicinales

L'action de la phytothérapie sur l'organisme dépend de la composition des plantes, depuis XVIIIème siècle, au cours duquel des savants ont commencé à extraire et à isoler les Substances chimiques qu'elles contiennent. On considère les plantes et leurs effets en fonction de leurs principes actifs. La recherche des principes actifs extraits des plantes est d'une importance capitale car elle a permis la mise au point de médicaments essentiels.

La phytothérapie, qui propose des remèdes naturels et bien acceptés par l'organisme, est souvent associée aux traitements classiques. Elle connaît de nos jours un renouveau exceptionnel en & xOccident, spécialement dans le traitement des maladies chroniques, comme l'asthme ou l'arthrite. De plus, les effets secondaires induits par les médicaments inquiètent les utilisateurs, qui se tournent vers des soins moins agressifs pour l'organisme. On estime que 10 à 20% des hospitalisations sont dues aux effets secondaires des médicaments chimiques.

Aujourd'hui les plantes sont de plus en plus utilisées par l'industrie pharmaceutique, il est impossible d'imaginer le monde sans la quinine qui est employée contre la malaria ou sans la digoxine qui soigne le coeur, ou encore l'ephedrine que l'on retrouve dans de nombreuses prescriptions contre les rhumes (**Iserin et al. , 2001**).

Généralement, les plantes médicinales d'usage courant ne provoquent que très peu, voire aucun effet indésirable : c'est l'un de leurs principaux avantages. De plus, l'action synergique des divers constituants commence à être mieux comprise et acceptée scientifiquement (**Decaux., 2002**) contrairement à certaines croyances populaires, plusieurs plantes ont des effets pratiquement immédiats sur le métabolisme (**Pinto et al .,2003 ; Salgueiro et al.,2003**)

Par contre, les médicaments de synthèses ont souvent une action plus directe et plus spectaculaire puisqu'ils sont formulés pour être immédiatement assimilés par l'organisme. Il est également plus facile de s'assurer de leur composition exacte, de leurs conditions de conservation (**Simon et Mills., 2001**)

I.6.Activité biologique des plantes médicinales

I.6.1.Activité antimicrobienne

Dès la naissance l'homme se trouve en contact avec des micro-organismes qui vont progressivement coloniser son revêtement cutanéomuqueux. Pour résister à ces microorganismes de nombreux moyens sont mis en jeu. On peut distinguer 3 groupes: les barrières anatomiques, les mécanismes de résistance naturelle (ou innés) et l'immunité acquise (**Kaufmann., 1997**) L'utilisation des antibiotiques conduit dans la très grande majorité des cas à la sélection de populations microbiennes résistantes. Cette résistance est due à des mutations chromosomiques ou à l'acquisition de gènes de résistance portés par des éléments génétiques mobiles (plasmides, phages, transposons, intégrons). Ces résistances ont conduits à chercher de nouveaux agents antimicrobiens possédant une efficacité plus importante que les drogues synthétiques d'une part et bien acceptée par l'organisme d'autre part (sans exercer des effets délétères sur la santé humaine) (**García-Ruiz et al., 2008 ; Kempf et Zeitouni., 2009**).

Beaucoup de groupes de recherches ont étudié l'activité antimicrobienne des extraits de plantes médicinales telles que fenouil (*Foeniculum vulgare*), menthe (*Mentha piperita*), thym (*Thymus vulgaris*), ils ont trouvé que ces extraits sont actifs non seulement contre les bactéries mais aussi contre les champignons, les levures et les virus (**Jürgen et al., 2009 ; Huang et al., 2008 ; Dogruoz et al., 2008 ; Deliorman-Orhan et al., 2012**).

D'autres groupes de chercheurs ont franchi une étape plus loin, ils ont isolé et identifié les métabolites responsables de l'activité antimicrobienne des extraits de plantes, cette étape constitue une plateforme pour plusieurs implications incluant l'industrie pharmaceutique, la médecine alternative, et la thérapie naturelle (**Huang et al., 2008 ; Dar et al., 2012 ; Ghaima et al., 2013**).

I.6.2. Activité antioxydantes

Il existe de nos jours un intérêt croissant vis-à-vis de la biologie des radicaux libres. Ce n'est pas seulement du à leur rôle dans des phénomènes aigus tels que le traumatisme ou associées au vieillissement mais aussi à d'autres maladies tels que le cancer, les maladies cardiovasculaires et inflammatoires et la dégénérescence du système immunitaire (**Guinebert et al., 2005**).

Les antioxydants sont des substances capables de neutraliser ou de réduire les dommages causés par les radicaux libres dans l'organisme et permettent de maintenir au niveau de la cellule des concentrations non cytotoxiques de l'espèce d'oxygène réactive (réactive oxygen species, ROS) (**Vansant., 2004**). Notre organisme réagit donc de façon constante à cette production permanente de radicaux libres et on distingue au niveau des cellules deux lignes de défense inégalement puissantes pour détoxifier la cellule (**Favier., 2003**).

I.6.3. Les antioxydants exogènes

Contrairement aux enzymes antioxydantes, une molécule d'antioxydant piège un seul radical libre. Pour pouvoir fonctionner à nouveau, cette molécule d'antioxydant doit donc être régénérée par d'autres systèmes (**Dacosta., 2003**). Plusieurs substances peuvent agir en tant qu'antioxydants *in vivo* ont été proposés. Elles incluent : la vitamine E, l'acide ascorbique, la β -carotène, les flavonoïdes, les composés phénoliques, ...etc. Elles peuvent stabiliser les membranes en diminuant leur perméabilité et elles ont également une capacité de lier les acides gras libres (**Kohen et Nyska., 2002**).

I.6.4 Les antioxydants endogènes

L'organisme humain possède un système enzymatique, constitué principalement de trois enzymes: la superoxyde dismutase (SOD), la catalase et la glutathion peroxydase (GPx)

(Avissar et al . ,1989).

Ces enzymes ont une action complémentaire sur la cascade radicalaire au niveau du superoxyde et du peroxyde d'hydrogène, conduisant finalement à la formation d'eau et d'oxygène moléculaire (Marfak., 2003).

I.6.5 Les chélateurs de métaux

Plusieurs protéines qui circulent dans le sérum peuvent prendre en charge des ions métalliques libres qui sont potentiellement toxiques, il s'agit de la transferrine et de la lactoferrine pour le fer et la cérulé plasmine pour le cuivre. Elles agissent comme des chélateurs et maintiennent les ions métalliques sous forme inactive par rapport à la combinaison possible avec le peroxyde d'hydrogène (Jacques et André., 2004).

I.7. Les principes actifs

Le principe actif c'est une molécule contenu dans une drogue végétale ou dans une préparation à base de drogue végétale et utilisé pour la fabrication des médicaments (Pelt., 1980). Cette molécule présentant un intérêt thérapeutique curatif ou préventif pour l'homme ou l'animale, elle est issue de plantes fraîches ou des séchées, nous pouvons citer comme des parties utilisées: les racines, écorces, sommités fleuries, feuilles, fleurs, fruits, ou encore les graines (Benghanou, 2012).

Les plantes contiennent des métabolites secondaires peuvent être considérées comme des substances indirectement essentiels à la vie des plantes par contre aux métabolites primaires qu'ils sont les principales dans le développement et la croissance de la plante, les métabolites secondaires participent à l'adaptation de la plante avec l'environnement, ainsi à la tolérance contre les chocs (lumière UV, les insectes nocifs, variation de la température ...) (Sarnimanchado et Cheynier., 2006). Ces composés sont des composés phénoliques, des terpènes et stéroïdes et des composés azotés dont les alcaloïdes.

I.8. Différents groupes des principes actifs

- a. **Polyphénols** : Les polyphénols ou composés phénoliques forment une grande classe de produits chimiques qui on trouve dans les plantes au niveau des tissus superficielles, ils sont des composés photochimiques polyhydroxylés et comprenant au moins un noyau aromatique à 6 carbones. Ils subdivisent en sous classe principales; les acides phénols, les flavonoïdes, les lignines, les tanins... (Sarnimanchado et Cheynier., 2006). Comme ces molécules constituent la base des principes actifs que l'on trouve chez les plantes, elles ont un rôle principale à la vie de plante, à la défense contre les

pathogènes; principalement les moisissures et les bactéries phytopathogènes et la protection contre les rayonnements UV; sachant que tous les composés phénoliques absorbent les rayonnements solaires (**Sarnimanchado et Cheynier., 2006**).

- b. Acides phénoliques** : Les phénols ou les acides phénoliques sont des petites molécules constituées d'un noyau benzénique et au moins d'un groupe hydroxyle, elles peuvent être estérifiées, étherifiées et liées à des sucres sous forme d'hétérosides, ces phénols sont solubles dans les solvants polaires, leur biosynthèse dérive de l'acide benzoïque et de l'acide cinnamique (**Wichtl et Anton., 2009**).

Les phénols possèdent des activités anti-inflammatoires, antiseptiques et analgésiques (médicament d'aspirine dérivée de l'acide salicylique) (**Iserin et al., 2001**).

- c. Flavonoïdes** : Terme en latin ; flavus= jaune. Ont une structure de C6-C3-C6 à poids moléculaire faible, ils peuvent être considérés parmi les agents responsables des couleurs de plante à côté des chlorophylles et caroténoïdes (**Wichtl et Anton., 2009**).

Les flavonoïdes ont des sous-groupes caractérisés à contenant deux ou plusieurs cycles aromatiques existent sous forme libre dite aglycone ou sous forme d'hétérosides, chacun portant une ou plusieurs groupes hydroxyles phénoliques et reliées par un pont carboné (**Heller et Forkmann., 1993**).

Les flavonoïdes sont généralement des antibactériennes (**Wichtl et Anton., 2009**). Ils peuvent être exploités de plusieurs manières dans l'industrie cosmétique et alimentaire (jus de citron) et de l'industrie pharmaceutique (les fleurs de trèfle rouge traitent les rhumes et la grippe en réduisant les sécrétions nasales), comme certains flavonoïdes ont aussi des propriétés anti-inflammatoires et antivirales (**Iserin et al., 2001**).

- d. Tanins** : Tanin est un terme provient d'une pratique ancienne qui utilisait des extraits de plantes pour tanner les peaux d'animaux (**Hopkins., 2003**). On distingue deux catégories :

- Les tanins condensés, polymères d'unités flavonoïdes reliées par des liaisons fortes de carbone, non hydrolysable mais peuvent être oxydées par les acides forts libérant des anthocyanidines (**Hopkins., 2003**).
- Les tanins hydrolysables, polymères à base de glucose dont un radical hydroxyle forme une liaison d'ester avec l'acide gallique (**Hopkins., 2003**).
- Les plantes riches en tanins sont utilisées pour retendre les tissus souples

et pour réparer les tissus endommagés par un eczéma ou une brûlure, elles rendent les selles plus liquides, facilitant ainsi le transit intestinal (Iserin et al., 2001).

- e. **Lignines** : Composés qui s'accumulent au niveau des parois cellulaires (tissus sclérenchymes ou le noyau des fruits), au niveau de sève brute qu'ils permettent la rigidité des fibres, ils sont le résultat d'association de trois unités phénoliques de base dénommées monolignols de caractère hydrophobe (Sarni-machado et Cheynier., 2006).
- f. **Alcaloïdes** : Ce sont des substances organiques azotées d'origine végétale, de caractère alcalin et de structure complexe (noyau hétérocyclique), on les trouve dans plusieurs familles des plantes, la plupart des alcaloïdes sont solubles dans l'eau et l'alcool et ont un goût amer et certains sont fortement toxiques (Wichl et Anton., 2009).

Certains alcaloïdes sont utilisés comme moyen de défense contre les infections microbiennes (nicotine, caféine, morphine, lupinine) (Hopkins., 2003). Des anticancéreuses (vincristine et la vinblastine) (Iserin et al., 2001).

- g. **Terpènes et stéroïdes** : Les terpénoïdes sont une vaste famille de composés naturels près de 15000 de molécules différentes et de caractère généralement lipophiles, leurs grandes diversités due au nombre de base qui constituent la chaîne principal de formule $(C_5H_8)_n$ selon la variation de nombre n, dont les composés monoterpènes, sesquiterpènes, diterpènes, triterpènes, ... (Wichl et Anton., 2009). Ces molécules présentent en forme des huiles essentielles ; parfums et goût des plants, pigments (carotène), hormones (acide abscissique), des stérols (cholestérol) (Hopkins., 2003). Certains alcaloïdes sont utilisés comme moyen de défense contre les infections microbiennes (nicotine, caféine, morphine, lupinine) (Hopkins., 2003). Des anticancéreuses (vincristine et la vinblastine) (Iserin et al., 2001).
- h. **Saponosides** : Le terme saponosides est dérivé de mot savon, sont des terpènes glycosylés comme ils peuvent aussi se trouve sous forme aglycones, ils ont un goût amer et acre (Hopkins., 2003). Ils existent sous deux formes, les stéroïdes et les terpénoïdes (Iserin et al., 2001).
- i. **Huiles essentielles** : Ce sont des molécules à noyau aromatique et caractère volatil offrant à la plante une odeur caractéristique et on les trouve dans les organes sécréteurs (Iserin et al., 2001). Jouent un rôle de protection des plantes contre un excès de lumière

et attirer les insectes pollinisateurs (**Dunstan et al., 2013**). Ils sont utilisées pour soigner des maladies inflammatoires telles que les allergies, eczéma, favorise l'expulsion des gaz intestinales comme les fleurs frais ou séchées de plante "camomille"(**Iserin et al. ,2001**).

Présentation
de la
Plante étudiée

II.1. Présentation de la famille des Astéracées

Le nom Astéracée vient du mot grec *Aster* qui signifie étoile en relation avec la forme de la fleur (Crete., 1965). Aussi appelée Compositae, est la plus vaste famille de plantes à fleurs, Il s'agit d'une famille cosmopolite. Elle est principalement distribuée en région tempérée, subtropicale, ou tropicale, souvent en région montagneuse (Cronquist., 2001 et Singh., 2004).

II.1.1 Répartition

La famille Astéracée est l'une des familles les plus distribuées dans le règne végétal. Elle Comprend plus de 13 tribus, 1000 genres et 23000 espèces (Gaussen et Leroy., 1982 ; Guignard., 1994). Si on considère le nombre total estimé d'espèces végétales dans le monde, d'environ 298 000 espèces (Mora et al., 2011), la famille des Astéracée regrouperait donc à elle seule entre 8% à 10% des espèces. En Algérie, il en existe 109 genres et 408 espèces (Quezel et Santa, 1963).

Cette vaste famille est économiquement importante, vu que plusieurs de ses plantes sont Cultivées pour leur valeur alimentaire (le topinambour, la laitue, la chicorée, la camomille et le tournesol, cultivé pour ses graines oléagineuses qui représente le meilleur exemple de L'importance économique de cette famille) ou comme plantes décoratives (les dahlias, les Asters, les rudbeckies, les gaillardes, les chrysanthèmes, les gerberas, les zinnias etc.) (Singh, 2004). La position systématique de la famille selon la classification de (Cronquist 1981) est la Suivante:

Règne : Plantae

Sous-règne : Tracheobionta

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous-classe : Asteridae

Ordre : Asterales

Famille : Asteraceae

II.1.2. Caractères généraux des Astéracées

C'est une des familles la plus importante des angiospermes. Ce sont essentiellement des plantes herbacées, avec souvent des racines charnues: rhizomateuses, tubéreuses ou pivotantes (Crete., 1965). Cette famille présente des caractères morphologiques divers : herbes annuelles ou vivaces, plus rarement des arbustes, arbres ou plantes grimpantes et quelques fois, plantes charnues (Bonnier., 1934). En revanche, cette famille est très homogène au niveau de ses

inflorescences très caractéristiques: le capitule. C'est-à-dire les fleurs serrées les uns à côté des autres, sans pédoncules, placées sur l'extrémité d'un rameau ou d'une tige et entourées d'une structure formée par des bractées florales. Cette structure en forme de coupe ou de collecte est appelé un involucre. La partie libre des pétales est représentée par un tube appelé corolle (Ozenda., 1991). Les fruits sont des akènes, souvent couronnés d'une aigrette de soies appelée *Pappus* qui favorise la dispersion des grains par le vent (Spichiger., 2002).

II.1.3. Caractéristiques chimiques et thérapeutiques

La famille des Asteraceae fournit des espèces très importantes d'un point de vue thérapeutique, ce qui n'est pas surprenant étant donné le nombre de genres qu'elle contient. De nombreuses espèces sont utilisées en médecine traditionnelle et sont associées à un panel d'activités thérapeutiques aussi large que la diversité de cette famille. En effet, il a été rapporté que les fleurs et les feuilles de certaines plantes de cette famille, tels que le Semencontra (*Artemisia cina* Berge), l'Arnica (*Arnica montana* L.), la Chamomille (*matricaria chamomilla* L. et *Anthemis nobilis* L.), le pied de chat (*Antenaria dioca* gartn) possèdent des propriétés antibactériennes, antifongiques, antiviraux et anti-inflammatoires. En outre d'autres astéracées possèdent des propriétés antitumorale, cytotoxique, immunosuppressive, antioxydante, antiacétylcholinestérase, antimicrobienne, leishmanicide, trypanocide, antipaludique, hépatoprotective, cytotoxique, larvicide, antiulcéreuse, antinociceptive, antitussive, expectorante, antidiabétique et hémolytique. Cette liste est loin d'être exhaustive¹¹ (Abad *et al.*, 2012; Arora *et al.*, 2013; Hussain *et al.*, 2013; Zheng *et al.*, 2013; Wang *et al.*, 2014). L'effet thérapeutique de ces plantes médicinales a été corrélé à la présence de métabolites secondaires, les flavonoïdes, les coumarines, les polyphénols, les terpènes tels que les lactones sesquiterpéniques, caractéristiques de cette famille. L'un des cas les plus connus certainement est celui de l'artémisinine, lactone sesquiterpénique aux propriétés antipaludiques, isolée d'*Artemisia annua*, longtemps utilisée en médecine traditionnelle chinoise pour cet usage (Graziose *et al.*, 2010).

II.1.4. Caractères écologiques

La famille des Astéracées généralement présente dans les régions tropicales, subtropicales et semi-arides, à la toundra alpine et arctique et aux régions tempérées. Elle est adaptée à tous les écosystèmes. C'est aussi un autre hôte pour les virus végétaux (Bremer, 1994).

L'**habitat**: pelouses rocailleuses, vires rocheuses, prairies de fauche (plus rarement), Inégalement réparti, préfère les massifs calcaires de haute altitude.

L'altitude : moyenne et haute montagne (Figure 2. a et b).

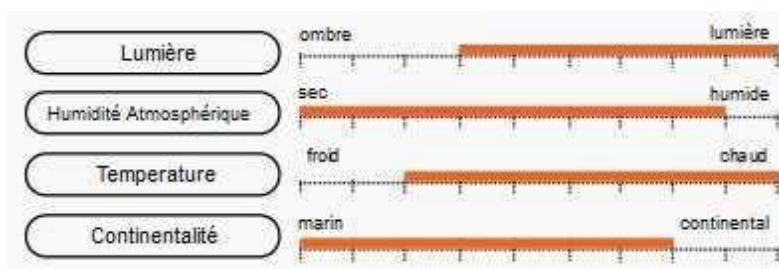


Figure 2. a. Caractéristique climatique de la famille des *Astéracées* (Tela Botanica, 2015)

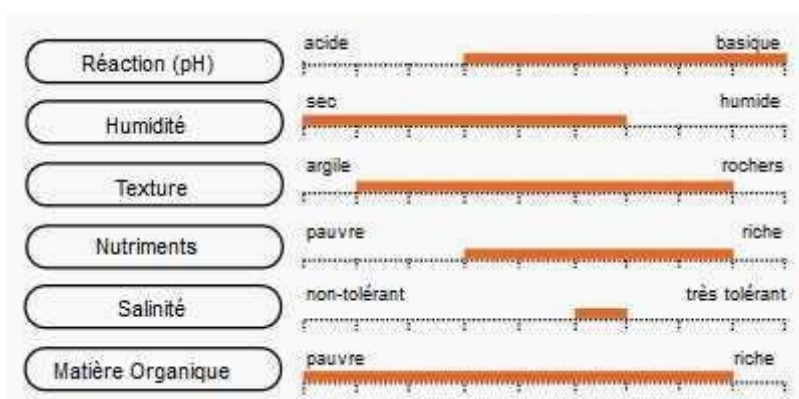


Figure 2. b. Caractéristique du sol de la famille des *Astéracées* (Tela Botanica, 2015)

II.2. Présentation du genre *Achillea*

Le genre *Achillea* est l'un des genres les plus importants de la famille des *Astéracées* et comprend 115 espèces, principalement réparties en Europe, en Asie et en Afrique du Nord (Bremer, 1994). Il y a environ cinq espèces d'*Achillea* qui sont largement distribuées en

Algérie; *A. ligustica* All., *A. leptophylla* M.B., *A. odorata* L., *A. santolinoïdes* Lag. Et *A. santolina* L. (Quézel et al., 1962) figure III. Les parties aériennes de différentes espèces du genre *Achillea* sont largement utilisées dans la médecine populaire en raison de leur utilisation et de leurs propriétés pharmacologiques dans diverses activités biologiques, comme les anti-inflammatoires (Benedek et al., 2007), anti-spasmodiques (Yaesh et al., 2006), anti-ulcères (Abd-Alla et al., 2016) et les activités anti radicales (Ardestani & Yazdanparast., 2007; Bali et al., 2015)

II.2.1. Usages traditionnels

Puisque le genre *Achillea* est répandu dans le monde entier, ses espèces ont été utilisées par

les populations locales comme plantes médicinales traditionnelles. Bumadaran est un nom populaire pour plusieurs espèces d'*Achillea* en langue persane. Ils sont déclarés comme des agents toniques, anti-inflammatoires, antispasmodiques, diaphorétiques, diurétiques et emmenagogiques et ont été utilisés pour le traitement des hémorragies, des pneumonies, des douleurs rhumatismales et des blessures guérissant dans la littérature traditionnelle persane (**Zargari., 1996; Saeidnia et al., 2005**). Au Nouveau-Mexique et dans le sud du Colorado, *A. millefolium* L. est appelé plumajillo, ou « petite plume », en raison de la forme des feuilles. Les Amérindiens et les premiers colons utilisaient l'achillée millefeuille pour ses qualités astringentes qui la rendaient efficace dans la cicatrisation et l'anti-saignement (**Dodson & Dunmire., 2007**). Les espèces d'*Achillea* sont les plantes économiques indigènes les plus importantes d'Anatolie. Les tisanes préparées à partir de certaines espèces d'*Achillea* sont traditionnellement utilisées pour les douleurs abdominales et les flatulences en Turquie (**Honda et al., 1996**). *Achillea* espèces sont les autant de soldats que l'acier et le plomb. En termes de médecine chinoise, on peut dire qu'*Achillea* a trois actions principales : vent extérieur clair (diaphorétique), déficit tonique (tonique) et flegme cardiaque clair (antihypertenseur) (**Ross., 2003**).

Bon nombre de ces usages thérapeutiques ont été confirmés par de nouvelles études expérimentales et cliniques. La consommation de tisanes de différentes espèces d'*Achillea*, en particulier pour le traitement du tractus gastro-intestinal, est courante en médecine populaire (**Skocibusic et al .,2004**). Cependant, il ya encore plusieurs aspects inconnus des plantes *Achillea* qui ont besoin de plus d'attention.

II.2.2. Propriétés médicinales

Activité de cicatrisation De nos jours, l'utilisation traditionnelle de plantes médicinales pour la cicatrisation a reçu l'attention de la communauté scientifique (**Houghton et al., 2005**). La cicatrisation est un processus complexe caractérisé par l'homéostasie, la ré-épithélisation, la formation de tissus de granulation et le remodelage de la matrice extracellulaire. Les plantes médicinales peuvent affecter différentes phases du processus de cicatrisation, la coagulation, l'inflammation et la fibroplasie (**Priya et al., 2002**). L'extrait aqueux des fleurs d'*A. Kellalensis* Boiss. & Hausskn., appliqué topiquement, a montré une activité cicatrisante significative chez les rats. La taille des plaies de l'essai par rapport aux groupes témoins a été réduite plus rapidement (**Pirbalouti et al. ,2010**).

II.2.3. Activité protectrice

L'activité protectrice des antioxydants naturels dans les systèmes biologiques a retenu l'attention. Certaines plantes médicinales se sont révélées être des radicaux libres ou des activités antioxydantes (Mantle et al., 2000). Les perfusions d'Achillea ont été testées sur des systèmes enzymatiques antioxydants d'érythrocytes et A. falcata L. était le plus efficace contre les systèmes enzymatiques CAT (catalase), Gpx (glutathion peroxidase) et SOD (superoxyde dismutase) des érythrocytes. Parmi les infusions de plantes, les activités les plus élevées sur les enzymes leucocytes ont été par A. crithmifolia Waldst. & Kit. Et A. nobilis L. subsp. Neilreichii sur CAT, par A. millefolium subsp. Pannonica sur SOD, par A. teretifolia Willd. Sur Gpx et par A. nobilis subsp. Sipylea sur LPO (lactoperoxidase). Par conséquent, l'espèce Achillea peut être une source potentielle de Par conséquent, les espèces d'Achillea peuvent être des sources potentielles d'antioxydants naturels pour le traitement ou la prévention de maladies connexes (Konyalioglu & Karamenderes., 2005). L'influence des extraits d'A. alexandri-regis Bornm. On a déterminé la quantité de radicaux hydroxyle et superoxyde dans différents systèmes in vitro. L'extrait d'acétate d'éthyle présentait une activité de balayage des radicaux hydroxyles dans tous les systèmes biologiques testés (homogénat hépatique, sang hémolysé, sérum et fraction hépatique post-mitochondriale), alors que l'extrait de butanol a réduit les radicaux hydroxyles de façon significative seulement dans la fraction hépatique post-mitochondriale (un homogénat de cellules hépatiques restant après la sédimentation de la fraction mitochondriale par centrifugation). Les deux extraits concernés seulement sang hémolysé (Kundakovic et al., 2005).

L'extrait hydroalcoolique d'A. Santolina L. a été étudié sur divers systèmes antioxydants in vitro et il a été signalé que l'extrait empêchait la formation de substances réactives à l'acide thiobarbiturique dans la peroxydation lipidique induite par Fe²⁺+ascorbate dans le tissu hépatique du rat. L'oxydation protéique induite par les radicaux libres a également été supprimée de façon significative par une concentration élevée (1000 µg/ml) de l'extrait (Ardestani & Yazdanparast., 2007). Des extraits d'éthanol de huit échantillons sauvages d'A. Ligustica All., et d'un échantillon de A. millefolium cultivé ont été évalués pour les activités de balayage radical



Achillea santolinoides



Achillea ligustica



Achillea millefolium



Achillea biebersteinii

Figure 3 : Photos de quelques plantes du genre Achillea (www.google.com)

II.3. Description de l'espèce *Achillea ligustica*

Plante vivace de 30-100 cm, à souche courte et peu rameuse. Tiges anguleuses. Feuilles des Rosettes et basilaires a 5-7 segments de chaque côté. Inflorescences en corymbe relativement lâche. Fleurons à corolle ne coiffant pas ou coiffant à peine l'ovaire ou l'akène, elle pousse dans les forêts claires et aux bords des ruisseaux (**Quezel et Santa., 1963**).

Cette plante se trouve sous le nom vernaculaire « erba santa » (herbe sainte), qui fait référence à son rôle dans les traditions corses. Par conséquent, il était utilisé dans les cataplasmes pour soulager les entorses et les piqûres d'insectes et avait également la réputation d'arrêter les hémorragies (**Simonpoli., 1993**).



Figure 4 : *Achillea ligustica* (www.google.com)

II.3.1. Place dans la systématique

Règne : Plantae.
Embranchement : Magnoliophyta.
Classe : Magnoliopsida
Sous-classe : Asteridae
Ordre : Astérale
Genre : *Achillea*
Espèces : *ligustica*.

*Activité
Antimicrobienne*

III. Activité antimicrobienne

Les antibiotiques et l'hygiène n'ont pas fait disparaître la pathologie infectieuse. La fréquence et le pronostic de certaines ont changé. Mais des nouvelles pathologies infectieuses existent (Avril *et al.*, 1992). Face à ces besoins, de nouveaux composés chimiques doivent donc être identifiés et la recherche de nouvelles molécules thérapeutiques évolue (Boughachiche., 2012).

III.1. Les micro-organismes

Un microbe ou micro-organisme est un organisme vivant autonome, généralement unicellulaire, invisible à l'oeil nu. Les protozoaires, les champignons microscopiques, les bactéries et les virus sont des microbes (Prigent-Combaret et lejeune., 1999). Appelés protistes, divisés en deux grandes catégories selon leur structure cellulaire : les protistes supérieurs ou eucaryotes et les protistes inférieurs ou procaryotes (Salbonière, 2006).

III.2. Les antimicrobiens

III.2.1. Les antibiotiques

Du grec anti, "contre" et bios, "vie", les antibiotiques sont des composés chimiques ayant la propriété de tuer ou d'empêcher la prolifération des micro-organismes pathogènes. Certains sont des substances produites naturellement par les moisissures et bactéries (Salbonière, 2006).

III.2.2. Les composés phénoliques

La phytothérapie est l'art de se soigner par les plantes qui contiennent une ou des substances pouvant être utilisées à des fins thérapeutiques ou qui sont des précurseurs dans la synthèse de drogues utiles (Sofowora, 2010).

Les recherches récentes sur les composés phénoliques en général et les flavonoïdes en particulier sont très poussées en raison de leurs diverses propriétés physiologiques notamment l'activité antimicrobienne (Middleton *et al.*, 2000; Ksouri *et al.*, 2007).

Pour ces composés, il semble que la présence de 2 groupements hydroxyles libres soit essentielle à l'activité. Il a été démontré que les 5-hydroxyflavanones et les 5 hydroxyisoflavanones avec un, deux ou trois groupements hydroxyles en position 7, 2' et 4' inhiberaient la croissance de *Streptococcus sp* (Chen *et al.*, 2012). Les flavonoïdes agiraient à plusieurs niveaux : le cycle B jouerait un rôle important dans l'intercalation avec les acides nucléiques inhibant ainsi la synthèse d'ADN et d'ARN des microorganismes, ils peuvent également inhiber l'ADN gyrase d'*Escherichia coli* (Wu *et al.*, 2013).

Certaines catéchines (flavan-3-ols), la 2, 4,2'-trihydroxy-5'-méthylchalcone, la naringénine et la quercétine possèdent un effet antibactérien en provoquant un changement de perméabilité membranaire. Les licochalcones interféreraient avec le métabolisme énergétique en inhibant la NADH cytochrome c réductase (Cushnie *et al.*, 2005).

III.3. Les méthodes d'évaluation de l'activité antimicrobienne

Le paramètre le plus souvent utilisé pour évaluer l'effet d'un antibiotique est la CMI. Elle correspond à la concentration minimale qui inhibe la croissance visible du germe en 24h.

Parmi les méthodes applicables dans l'évaluation de l'activité antimicrobienne :

- La dilution en milieu liquide (croissance bactérienne appréciée par l'apparition d'un trouble) ;
- La diffusion en milieu solide;
- La diffusion sur disque de cellulose (bandelettes imprégnées d'un gradient d'antibiotique) (Burnichon *et al.*, 2003).

III.3.1. Méthode de dilution en milieu liquide

En milieu liquide, les bactéries se dispersent librement et leur multiplication se traduit par un trouble. On distribue dans un premier temps, pour la macro dilution, dans une série de tube à hémolyses stériles ou pour la micro dilution dans les cupules d'une plaque, sous un même volume, des concentrations décroissantes d'antibiotique puis on ajoute dans chacun des tubes ou cupules sous un même volume, une culture de bactéries en phase exponentielle de croissance. La CMI de l'antibiotique sur la souche étudiée est définie comme la plus faible concentration inhibant, après 18 à 24 heures de contact à 37°C, toute croissance visible à l'oeil nu (Ndoye, 1993).

III.3.2. Méthode de diffusion en milieu solide

Cette méthode consiste à la diffusion d'un antibiotique dans des puits de 6 mm de diamètre et 3 mm de profondeur avec un puit témoin, creusés dans des boîtes de pétri contenant le milieu Muller Hinton, après avoir étéensemencées par une suspension bactérienne.

Ensuite une incubation à 37°C est faite pendant 18 à 24h. Le diamètre des zones d'inhibition est mesuré à l'aide d'un pied à coulisse (Menasria, 2014).

III.3.3. Méthode de diffusion sur disque de cellulose

Cette méthode est la plus connue et la plus utilisée, elle consiste en l'ensemencement sur un milieu gélosé, dans une boîte de Pétri, d'une suspension bactérienne. La substance à tester est ensuite imprégnée sur des disques de cellulose, eux-mêmes déposés sur la boîte de pétri avec un disque imprégné d'un solvant qui servira comme témoin négatif. Durant l'incubation, la

substance est alors censée diffuser dans la gélose (à la surface et/ou dans la masse) ce qui crée un gradient de concentration dépendant de la substance. L'activité antibactérienne est évaluée par la mesure de la zone de clarification en mm tout autour des disques (Fontanay, 2015).

III.4. Description des microorganismes étudiés

a. Escherichia coli

C'est une bactérie à Gram négatif, commensal du tube digestif de l'homme et de l'animal (Kaper *et al.*, 2004), non sporulé, aérobic facultative, généralement mobile grâce aux flagelles (Steven *et al.*, 2004). Certaines souches sont virulentes, capables de déclencher spécifiquement chez l'homme ou chez certaines espèces animales des infections spontanées des voies digestives ou urinaires ou bien encore des méningites néo-natales (Patrick *et al.*, 1988).

▪ Classification

Règne : Bacteria

Embranchement : Proteobacteria

Classe : Gamma proteobacteria

Ordre : Enterobacterales

Famille : Enterobacteriaceae

Genre : *Escherichia*

Espèce : *coli*

b. Staphylococcus sp :

C'est une bactérie du genre : coques, Gram positifs, coagulase positive pour *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus intermedius*, *Staphylococcus pseudintermedius*, *Staphylococcus delphini* et certains *Staphylococcus schleiferi*, négatif pour les autres.

Une vingtaine d'espèces de la famille des **staphylocoques** sont actuellement identifiées, dont l'espèce principale : *Staphylococcus aureus*, responsable de nombreuses infections humaines et animales.

▪ Classification

Règne : Bacteria

Division : Firmicutes

Classe : Bacilli

Ordre : Bacillales

Famille : Staphylococcaceae

Genre : *Staphylococcus*

Espèce : *Sp*

c. Streptococcus sp

Ces bactéries Gram positives de forme sphérique (coques) sont responsables de nombreuses affections, notamment l'angine streptococcique, la pneumonie, ainsi que les infections des plaies, de la peau, des valves cardiaques et de la circulation sanguine.

Les streptocoques sont divisés en groupes suivant leur aspect en culture et suivant leur composition chimique. Chaque groupe est responsable d'infections spécifiques. Groupes les plus souvent responsables de maladies chez l'homme :

- Groupe A
- Groupe B
- Groupe viridans

Une espèce, *Streptococcus pneumoniae* (pneumocoque), est généralement considérée à part

▪ **Classification**

Règne : Bacteria

Division : Firmicutes

Classe : Bacilli

Ordre : Lactobacillales

Famille : Streptococcaceae

Genre : *streptococcus*

Espèce : *Sp*

Matériels et Méthodes

IV.1. Matériels utilisés

IV.1.1. Matériel végétal

Les parties aériennes d'*Achillea ligustica* sont récoltées d'El ghora de la région de Bougous (El taref) en janvier 2020 à une altitude de 876 m.

Le séchage s'est fait à la température ambiante, à l'abri de la lumière et de l'humidité afin d'éviter la dégradation des principes actifs et le développement des moisissures (Catier et Roux., 2007). Après séchage, la plante a été broyée et stockées soigneusement dans un endroit sec en vue de leur analyse.

IV.1.2. Matériels des tests biologiques

L'activité antibactérienne a été évaluée dans laboratoire de microbiologie au niveau de la faculté SNV de l'université Chadli Bendjedid El tarf, sur des souches bactéries, *Escherichia coli*, *Staphylococcus sp*, et *streptococcus sp*. Ces souches ont été obtenues du laboratoire de Microbiologie du centre hospitalier d'El Tarf.

IV.1.2. Matériels non biologiques

Les milieux de culture

Les milieux de culture utilisés dans cette étude sont :

- La gélose nutritive (GN) pour l'isolement et l'entretien des souches bactériennes.
- Le milieu Muller-Hinton (MH) pour l'étude de l'activité antibactérienne.

Matériel de laboratoire

Plusieurs produits chimiques et appareillages (Tab1) ont été utilisés dans la présente étude (extraction, et activités biologiques).

Tableau 1 : Les produits chimiques et les appareillages utilisés.

Appareillages	Produits chimiques et Outils
---------------	------------------------------

- Autoclave (SELECTA. P)	- Méthanol,
- Broyeur	- DMSO
- Balance analytique	- Pipette pasteur
- Etuve (Memmert)	- Tube stériles
- Micropipettes (ISOLAB)	
- Plaque chauffante (IKA RH Basic 2)	
- Evaporateur rotatif (Heidolph)	
- Vortex (Techno Kartell TK 3S)	

IV.2. Méthodes expérimentales

IV.2.1. Test d'humidité

La teneur en eau est la quantité d'eau contenue dans la matière végétale (**Doymaz et al. 2004**). La méthode utilisée est la dessiccation par évaporation dans une étuve ventilée (BINDER, Allemagne) à température de $103 \pm 2^\circ\text{C}$, jusqu'à obtention d'un poids constant (**Audigie et al. ,1978**). Le pourcentage de la teneur en eau est calculé selon la formule suivante :

$$H\% = (P1 - P2) / P1 \times 100$$

H% : le pourcentage de la teneur en eau.

P1 : la masse de l'échantillon avant dessiccation.

P2 : la masse de l'échantillon après dessiccation

IV.2.2. Préparation des extraits

La macération est un procédé discontinu qui consiste à laisser tremper le solide dans un solvant, pour en extraire les constituants solubles. Les solvants alcooliques sont capables d'augmenter la perméabilité des parois cellulaires en facilitant l'extraction d'un plus grand nombre de molécules polaires, de moyenne et de faible polarité.

Suivant le protocole d'extraction décrit par (**Stanković, 2011**) ; le matériel végétal broyé (20 g) est soumis à une extraction par macération dans le méthanol pendant 24 heures avec une agitation. Les macéras sont filtrés sur papier filtre, les filtrats sont évaporés à sec au moyen d'un évaporateur rotatif (**Heidolph**), le résidu sec est repris dans le méthanol et gardé à 4°C .

IV.2.3. Procédé d'extraction d'huile essentielle

L'extraction de l'huile essentielle a été effectuée par hydro distillation en utilisant l'appareil de Clévenger.

- Hydro distillation : 100g de plante sèche est introduite dans un ballon imprégné d'eau distillée, l'ensemble est porté à ébullition pendant 3 heures.

➤ Calcul du rendement

Le rendement en huile essentielle est le rapport entre le poids de l'huile extraite et le poids de la plante à traiter. Le rendement, exprimé en pourcentage est calculé par la formule suivante:

$$\mathbf{R = 100m/m_0}$$

Tels que:

R: est le rendement en %.

M: est la masse de l'huile essentielle.

m₀: est la masse de la plante.

IV.4. Activité microbiologiques

L'activité antimicrobienne d'extrait méthanolique d'*Achillea ligustica* est évaluée par la méthode de diffusion sur gélose à partir d'un disque (Belhattab et al., 2004)

a. Stérilisation du matériel

L'eau distillée, le milieu de culture, les tubes à essai utilisés pour la préparation des solutions bactériennes et les disques en papier Wattman (6 mm de diamètre) enrobés dans du papier aluminium ont été stérilisés à l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes.

b. Préparation des solutions des extraits

Les extraits méthanoliques ont été dissouts dans le diméthyle sulfoxyde (DMSO) pour obtenir une solution mère de 500 mg/ml. L'extrait métanolique a été dissoute dans le même solvant pour préparer les différents dilutions (1/2, 1/5, 1/10.....).

c. Préparation des suspensions bactériennes

Les tests antibactériens sont effectués à partir de colonies jeunes de 18 à 24 h en phase de croissance exponentielle. Une suspension bactérienne est réalisée dans l'eau distillée stérile pour chaque souche.

d. Ensemencement des boîtes

➤ Tremper un écouvillon sec stérile dans l'inoculum.

- Eliminer l'excès d'inoculum en pressant l'écouvillon et en le faisant roulet contre les parois du tube au dessus du niveau de liquide.
- Ensemencer en stries sur toute la surface des boites à trois reprises et passer enfin l'écouvillon sur le bord de la gélose.
- Laisser sécher la boite pendant quelques minutes avant de déposer les disques sur la gélose.
- Recharger l'écouvillon chaque fois qu'on ensemence plusieurs boites de Pétri avec la même souche.

e. Préparation des disques

La préparation des disques se fait à partir du papier Wattman qui est découpé en disques de 06 mm de diamètre. Les disques sont chargés de principe actif à testés 10 µl et 20 µl d'extraits méthanoliques correspondant à 5mg/disque et 10 mg/disque respectivement et 10 µl de l'huiles essentielles à différentes dilutions. Finalement, on prépare des disques imprégnés d'eau distillée stérile et d'autres imprégnés de DMSO. Ces deux dernières catégories de disques serviront de contrôle négatif. Différents disques d'antibiotiques et d'antifongiques standards ont également été Utilisés comme control positif (le chois des antibiotiques est fait selon le genre de la bactérie)

f. Application

Les disques sont déposés à l'aide d'une pince stérile à la surface du milieu gélosé, préalablement ensemencé. Ils doivent être parfaitement appliqués à plat sans glissement en appuyant légèrement sur la surface de la gélose. Les boites sont incubées pendant 18 à 24 heures à 37 °C pour les bactéries, pendant 48 heures à 37 °C pour la levure et pendant 72

heures à 28°C pour les moisissures. Le diamètre de la zone d'inhibition au tour des disques est alors mesuré. Les déterminations sont réalisées deux fois.

La lecture se fait par la mesure du diamètre de la zone d'inhibition autour de chaque disque à l'aide d'un pied de coulisse ou une règle en (mm).

Non sensible (-) ou résistante : diamètre < 8mm.

Sensible (+) : diamètre compris entre 9 à 14 mm.

Très sensible (++) : diamètre compris entre 15 à 19 mm.

Extrêmement sensible (+++): diamètre > 20 mm.

Résultat et Discussion

V.1. Taux d'humidité

Selon **Paris et Moyse (1965)**, les végétaux sont riches en eau, les plantes fraîches renferment 60 à 80 % d'eau. Pour assurer une bonne conservation, la teneur en eau doit être inférieure ou égale à 10 %. Le taux élevé en humidité des plantes peut être lié au climat de leurs habitats. En plus, la teneur faible en eau peut être expliquée par la stratégie adaptative de l'espèce.

Le taux d'humidité prélevé sur l'espèce *d'Achillea ligustica* en provenance de la région de Bougous (EL Taref) a été de **83.05 %**.

La variabilité de taux d'humidité élevée peut être en partie attribuée aux conditions climatiques et surtout le moment de la récolte, le type de sol, l'altitude et le taux d'humidité élevée de la région de Bougous qui influencer aussi sur la teneur en matière organique des plantes.

Selon **Houerou (1980)**, les variations rencontrées dans la teneur en eau, la matière minérale et organique, peuvent être dues à certains facteurs climatiques, écologiques, l'âge de la plante, le stade de maturité, lieux de récolte ou même à des facteurs génétiques.

V.2. Rendement des extractions

La technique qu'on a utilisé lors de l'extraction par méthanol ont permis d'obtenir un rendement de **23.45%**.

D'après les recherches dans ce domaine et de façon général, les meilleurs rendements des extractions sont obtenus avec les solvants les plus polaires comme l'eau, le méthanol.... alors que le rendement faible a été obtenu avec solvant apolaire tel que l'hexane....

Il est difficile de comparer les résultats avec ceux de la bibliographie, le rendement n'est que relatif et dépend de la méthode et des conditions dans lesquelles l'extraction a été effectuée. La méthode d'extraction affecte également tout le contenu total en phénols et flavonoïdes et l'activité antibactérienne (**Lee et al. ,2003**).

Le rendement en huile essentielle est calculé à partir du volume de l'huile essentielle par rapport au poids sec du broyat végétale utilisée dans l'hydro distillation. Ce rendement est de l'ordre de **0.4 % (m/v)**.

Selon une étude faite par **Merghache et al., (2009)** sur la partie aérienne de *Ruta chalepensis* récoltée dans différentes régions de la wilaya de Tlemcen situées dans le Nord-Ouest Algérien. Les deux facteurs, zone géographique et altitude jouent un rôle important dans la variation des rendements d'huile essentielle. Son résultats obtenus confirment que la composition chimique, les propriétés physico-chimiques, ainsi que le rendement des huiles essentielles varient en fonction du lieu de récolte.

Plusieurs études ont confirmé que les fluctuations observées dans le rendement en HE peuvent être attribuées non seulement à l'origine de la plante mais également à l'imbrication d'une multitude de facteurs (biotique et abiotique). Parmi ces facteurs, nous pouvons citer la température, l'humidité relative, la durée totale d'insolation et le régime des vents, apport des engrais organiques et/ou minéraux) et aux méthodes d'extraction. Ce dernier exerce une influence directe chez les espèces végétales.

V.3. L'évaluation de l'activité antibactérienne

L'évaluation de l'activité antibactérienne de huile essentielle et d'extrait méthanolique de la plante *Achillea ligustica* et ses fractions a été réalisée par la méthode de diffusion sur disque, en se référant à l'échelle de l'estimation de l'activité antimicrobienne donnée par (**Ponce et al., 2003**) (Tab 2).

Tableau 2 : L'échelle de l'estimation de l'activité antimicrobienne (**Fontanay, 2015**).

Activité antimicrobienne	Degré de sensibilité	Le diamètre de la zone d'inhibition
Extrêmement sensible	+++	Plus de 20mm
Très sensible	++	15mm à 19mm
Sensible	+	8 mm à 14mm
Non sensible	-	Moins de 8 mm

L'étude de l'activité antimicrobienne de huile essentielle et d'extrait méthanolique de la plante *Achillea ligustica* été faite par la méthode de diffusion sur gélose. Les résultats obtenus sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Diamètres des zones d'inhibition de huile essentielle et d'extrait méthanolique de la plante *Achillea ligustica* (mm)

Concentration (Dilution)	<i>Streptococcus Sp</i>		<i>Escherichia coli</i>		<i>Staphylococcus Sp</i>	
	EM	HE	EM	HE	EM	HE
Pure	14	10	12	10	08	09
1/2	09	08	10	06	06	05
1/4	06	06	06	05	05	03
1/8	06	05	06	05	00	00

NB : Le DMSO a été testé comme contrôle négatif, les résultats montrent que le solvant ne présente aucun effet sur la croissance des souches bactériennes.

Pour mieux élucider le pouvoir antibactérien de l'extrait méthanolique et d'HE d'*Achillea ligustica* Le diamètres de la zone d'inhibition sont représentés graphiquement sur l'histogramme (figure 5)

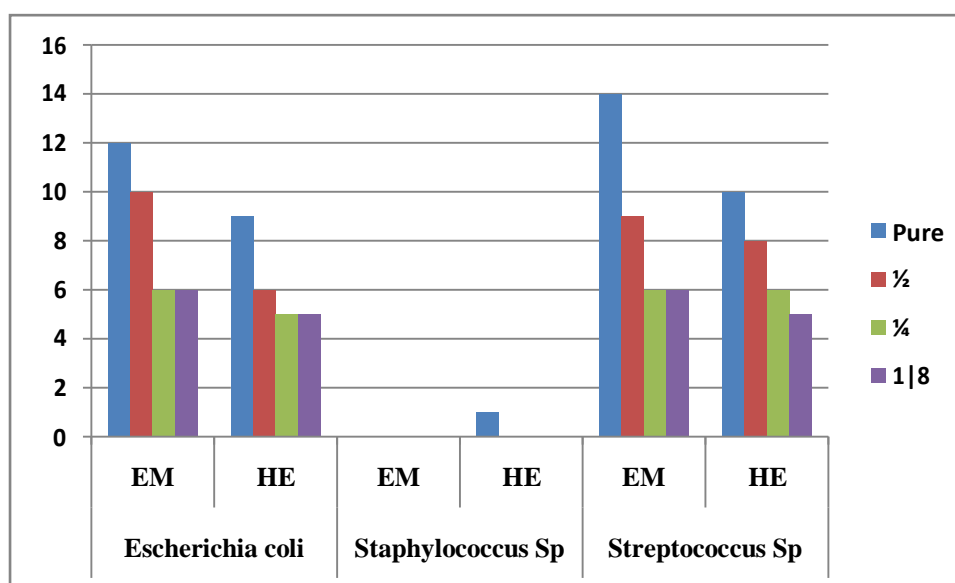


Figure 05 : Diamètres des zones d'inhibition de huile essentielle et d'extrait méthanolique d'*Achillea ligustica* (mm)

L'activité antibactérienne d'EM et d'HE a été évaluée dans cette étude par la technique de diffusion sur gélose (méthodes des disques) vis-à-vis de trois (03) souches bactériennes après 24 heures d'incubation à une température adéquate de 37°C.

Cette méthode permet de tester différents composés contre un seul microorganisme (**Rios et Recio., 2005**).

EM et HE de feuilles et de fleurs de la plante *Achillea ligustica* ont montré une activité inhibitrice sur tous les micro-organismes testés. L'efficacité était comparable, avec zones d'inhibition de la croissance varie entre 09 et 14 mm. Cette variation pourrait s'expliquer par les différentes origines géographiques des échantillons (**Berboucha et al.,2009**).

Streptococcus Sp est la plus sensible au EM de *Achillea ligustica* avec un diamètre de 14 mm.et de 10 mm a été trouve pour HE de la même plante. Ces variabilités est d'accord avec le résultat de (**Jean-Jacques F et al. 2006**). Qui ont montrent une activité prometteuse contre les espèces Streptomyces.

Le EM et HE d'*Achillea ligustica* sont moins actives à l'encontre d'*Escherichia coli* avec des diamètres entre 10-12 mm. Une valeur proche de 11.3 mm a été trouvée par (**Bader A et al. ,2007**) en étudiant l'huile *Achillea ligustica* originaire de la Italy. Mais plus sensible a l'huile *Achillea ligustica* de France selon **Jean-Jacques F et al., 2006**. Une activité similaire est obtenue en évaluant l'huile d'*A. Holosericea* (10.3mm) (**Stojanovic et al. ,2005**). Toutefois, l'huile d'*Achillea odorata* (**Bekhechi et al. ,2011**), l'huile d'*Achillea millefolium* (**Mazandarani et al., 2013**), l'huile d'*Achillea clavennae* (**Stojanovic et al., 2005**) et les huiles d'*Achillea collina* et d'*Achillea pannonica* (**Bozin et al. ,2008**) se sont avérées sensibles avec des valeurs variant entre (12mm – 17mm).

La bactérie teste de *Staphylococcs sp* a été la moins sensible au HE et EM de *Achillea ligustica* (entre 8 mm -9 mm). De même résultat ont trouvé à un diamètre de 10.3 mm pour l'huile *Achillea ligustica* par **Ammar Bader et al. ,2007**

Cependant cette même équipe a trouvé un diamètre plus faible de 9.2 mm pour l'huile d'*Achillea clavennae*. D'autres auteurs ont également trouvé des diamètres faibles (**Candan et al. ,2003; Bekhechi et al. ,2011; Issabeagloo et al., 2012**).

Toutefois, l'huile d'*Achillea millefolium* d'Iran s'est avérée très active vis-à-vis *S. aureus* (31.4mm) en utilisant la méthode de puits (**Mazandarani et al., 2013**).

Il est également possible que des composés mineurs agissent ensemble en synergie pour contribuer à la bio activité de la totalité des huiles essentielles (**Lahlou, 2004**). Néanmoins, l'antagonisme entre les constituants ne doit pas être exclu lors de l'évaluation des bio activités des huiles (**Nemeth et Bernath., 2008**). En effet, (**Bozin et al., 2008**) ont rapporté que la présence du Chamazulene dans l'huile d'*Achillea Millefolii herba* augmente son activité antimicrobienne. Ce composant est totalement absent dans les huiles testées.

Selon (**Kalemba et Kunicka., 2003**), la sensibilité d'un microorganisme aux huiles essentielles dépend de la propriété de l'huile essentielle et de microorganisme lui-même. Une observation générale dérivée de plusieurs études faites sur beaucoup d'autre espèces végétales, indique que la résistance est généralement plus élevée chez les bactéries Gram négatives que celles chez le Gram positives (**Nostro et al., 2000; Turkmen et al., 2007**). Cela pourrait être attribué à la présence de leurs membranes phospholipidique externe pratiquement imperméable aux composés hydrophobes (**Nikaido et Vaara., 1985 ; Geogantel et al ., 2007**), ce qui n'est pas en accord avec nos résultats qui montrent que même les souches de Gram négative sont sensibles devant l'huile essentielle utilisée. Cela pourrait être expliqué par L'hydrophobicité de certaines molécules présentes dans l'huile essentielle, permet leur solubilisation dans les membranes, ce qui provoque une déstabilisation de la structure et une augmentation de la perméabilité membranaire (**Sikkema et al., 1994**). Ces modifications entraînent une fuite d'ions et de composés intracellulaires (**Carson et al., 2002; Ultee et al., 2002**), entraînant ainsi la mort cellulaire.

Conclusion

Conclusion

Les plantes médicinales, représentent une source inépuisable de substances et composés naturels bioactifs qualifiées de métabolites secondaires, leur répartition qualitative et quantitative est inégale selon les espèces, dont l'accumulation de ces composés dans les différents organes des plantes joue un rôle essentiel pour sa durabilité naturelle.

La présente étude vise une principale plante *Achillea ligustica*. Qui appartiennent aux familles des *Astéracées* et qui est parmi les familles les plus importantes et les plus utilisées en médecine traditionnelle.

L'activité antibactérienne d'extrait méthanolique et de l'huile essentielle a été évaluée dans cette étude par la technique de diffusion sur gélose (méthodes des disques) vis-à-vis de trois (03) souches bactériennes après 24 heures d'incubation à une température adéquate de 37°C.

L'extrait méthanolique et L'huile essentielle de *Achillea ligustica* qui a été testé a montre que l'activité antibactérienne est très efficace contre la multiplication des souches *Streptococcus Sp*, moyenne à bonne sur *E .coli* mais faiblement marqué sur *Staphylococcus Sp*

Références

Bibliographiques

A

- **Abad M.J., Del Olmo L.M.B., Ticona L.A. and Benito P.B. (2012).** The *Artemisia* L. genus: à review of bioactive sesquiterpene sactones. *Studies in natural products chemistry.* (37): 43-65.
- **Ammar Bader, Lirio Panizzi, Pier Luigi Cioni, Guido Flamini. (2007)** .*Achillea Ligustica* :composition and antimicrobial activity of essential oils from the leaves, flowers and some pure constituents.central European Journal of biology (2) :206-212
- **Ardestani A, Yazdanparast R.(2007).** Antioxidant and free radical scavenging potential of *Achillea santolina* extracts. *Food chemistry ;104 :21-29*
- **Ardestani, R (2007).** Yazdanparast, *Food Chem.* **104**, 21
- **Arora D., Rani A. and Sharma A. (2013).** A review on phytochemistry and ethnopharmacological aspects of genus *Calendula* ». *Pharmacognosy Reviews* 7 (14):179.
- **Audigié, C., Figgrella, J., Zonsizain, F., (1978).**Manipulation d'analyse biochimique.Doin(Ed).Paris, 247p.
- **Avissar N., WhitinJ.C., and Allen P.Z. (1989).** Plasma sélénium-dépendent glutathionne peroxidase.*J. Biol. Chem.* **2**: 15850-15855
- **Avril J.L., Dabernat H., Denis F. et Monteil H. (1992).** Bactériologie clinique. 2^{ème} édition. Paris.

B

- **Baba Aissa F. (2000) :** Encyclopédie des plantes utiles, flore d'Algérie et du Maghreb, p 4- 77, 101-87.
- **Bader A, Panizzi L, Cioni P, Flamini G (2007).** *Achillea ligustica*: composition and antimicrobial activity of essential oils from the leaves, flowers and some pure constituents
- **Bekhechi C., Bekkara F.A., Casanova J. and Tomi F. (2011).** Composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Achillea odorata* L. subsp. *pectinata* (Lamk) var. *microphylla* (Willd.) Willk. from Northwestern Algeria *Journal of Essential Oil Research.* 23:42-46.
- **Belhattab R., Larous L., Kalantzakis G., Bouskou D. and Exarchou V. (2004).** Antifungal properties of *Origanum glandulosum* Desf. extracts. *Food, Agricul. & Envir* 2: 63-69.
- **Benayad N., (2013).** Évaluation de l'activité insecticide et antibactérienne des plantes

aromatiques et médicinales Marocaines. Extraction de métabolites secondaires des champignons endophytiques isolés de plantes Marocaines et activité anticancéreuse. Thèse de doctorat. Faculté des sciences, Université Mohammed V. AGDAL. Rabat Maroc.

- **Benedek David M., Carol Fullerton, Robert J. Ursano. (2007).** First Responders: Mental Health Consequences of Natural and Human-Made Disasters for Public Health and Public Safety Workers , Center for the Study of Traumatic Stress, Uniformed Services University School of Medicine, Bethesda, Maryland 20814-4799.
- **Benghanou M., 2012.** La phytothérapie entre la confiance et mefiance. Mémoire professionnel infirmier de la sante publique, institut de formation paramédical CHETTIA (Alger): 56.
- **Berboucha, M., Ayouni, K., Atmani, D., Atmani, D., and Benboubetra M. (2009).** Kinetic study on the Inhibition of xanthine oxidase by extracts from two selected Algerian plants traditionally used for the treatment of inflammatory diseases. Journal of food medicinal. (4), 1
- **Berton H. (2001)** Sorcellerie en Auvergne : Sorciers, guérisseurs, médecine magiques et traditionnelles. *Editions De Borée (Clermont-Ferrand)*, France
- **Bonnier G. (1934).** Flore complète de France, Suisse et Belgique. édition 10, P 118.
- **Boughachiche F. (2012).** Étude de molécules antibiotiques secrétées par des Souches appartenant au genre *Streptomyces*, isolées de Sebka. Thèse de doctorat en Biotechnologies Microbiennes. Université Mentouri- Constantine
- **Boukhobza Florine &Goetz Paul. (2014) :** *Phytothérapie en odontologie*, Edition CPD.
- **Boulemtafes, A, 2011:** "Le séchage solaire des produits agricoles."
- **Bozin B., Mimica-Dukic N., Bogavac M., Suvajdzic L., Simin N., Samojlik I. and Couladis M. (2008).** Chemical Composition, Antioxidant and Antibacterial Properties of *Achillea collina* Becker ex Heimerl s.l. and *A. pannonica* Scheele Essential oils. *Molecules*. 13 : 2058-2068.
- **Bremer K. (1994).** *Asteraceae* cladistics and classification. Portland, Oregon : Timber Press.
- **Burnichon V, Jean S, Bellon L, Maraninchi M,Bideau C, Orsière T, et al. 2003.** Patterns of gene expressions induced by arsenic trioxide in cultured human fibroblasts. *Toxicol Lett* 143:155–162.

C

- **Candan F., Unlu M., Tepe B., Daferera D., Polissiou M., Sökmen A. and Akpulat H.A. (2003).** Antioxidant and antimicrobial activity of the essential oil and methanol extracts of *Achillea millefolium* subsp. *millefolium* Afan. (Asteraceae). *Journal of Ethnopharmacology*. 87: 215-220
- **Carson, C. F. ; Mee, B. J. et Riley, T. V. (2002).** Mechanism of Action of *Melaleuca alternifolia* (Tea Tree) Oil on *Staphylococcus aureus* Determined by Time-Kill, Lysis, Leakage, and Salt Tolerance Assays and Electron Microscopy. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 46(6):1914–1920.
- **Catier, O., et Roux, D., (2007).** Botanique pharmacognosie phytothérapie. Ed Wolters Kluwer, Pays-Bas
- **Chen Y.H., Yang Z.S., Wen C.C., Chang Y.S., Wang B.C., Hsiao C.A. and Shih T.L. 2012.** Evaluation of the structure-activity relationship of flavonoids as antioxidants and toxicants of zebrafish larvae. *Food chemistry*, **134**(2): 717–724.
- **Cragg G. M., Newman D. J. and Snader K. M., (1997).** Natural products in drug discovery and development. *Journal of Natural products*. 60 (1): 52-60.
- **Crete P. (1965) :** Précis de botanique. Masson, Paris, édition 2, P 429
- **Cronquist A. (1981).** An integrated system of classification of flowering plants, Columbia University press, New York.
- **Cronquist A. (2001).** Vascular Flora of the Southeastern United States: *Asteraceae*. UNC Press Books.
- **Cushnie T.P.T. and Lamb A.J. (2005).** Antimicrobial activity of flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 26: 343–356.

D

- **Dacosta Y. (2003).** Les phytonutriments bioactifs. Ed Yves Dacosta. Paris. 317p.
- **Dar S.A., Yousuf A.R., Ganai F.A., Sharma P., Kumar N. & Singh R. (2012):** Bioassay guided isolation and identification of anti-inflammatory and anti-microbial compounds from *Urtica dioica* L. (Urticaceae) leaves. *African J Biotechnol*, 11(65): 12410-12420.
- **Decaux I. (2002)** Phytothérapie: mode d'emploi. Ed Le Bien Public : p 6-7.
- **Deliorman-Orhan D., Ozcelik B., Hoşbaş S., Vural M. (2012):** Assessment of antioxidant, antibacterial, antimycobacterial, and antifungal activities of some plants

used as folk remedies in Turkey against dermatophytes and yeast-like fungi. *Turk. J. Biol.*, 36: 672-686.

- **Dodson C, Dunmire WW, (2007)**, Mountain Wildflowers of the Southern Rockies, University of New Mexico Press.
- **Dogruoz N., Zeybek Z., Karagoz A. (2008)**: Antibacterial Activity of Some Plant Extracts. *IUFS J Biol*, 67(1): 17-21.
- **Doymaz, I., Gorel, O., et Akgun, A., (2004)**., Drying characteristics of the solide by product of olive oil extraction. *Biosystems engineering*, 88: 213-219.
- **Dunstan H., Florentine S. K., Calvino-Cancela M., Westbrooke M. E., Palmer G. C., 2013**. Dietary characteristics of Emus (*Dromaius novaehollandiae*) in semi-arid New South Wales, Australia, and dispersal and germination of ingested seeds. *CSIRO PUBLISHING*, 113: 168-176.

E

- **E.B. Bali, L. Açıık, P. Elçi, M. Sarper, F. Avcu, M. Vural.(2015)**, *Pharmacogn. Mag.*11, S308

F

- **Favier A. (2003)**. Le stress oxydant. Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'actualité chimique*. pp: 108-115.
- **Filippi J, Lanfranchi D, Prado S, Baldovini N, Uwe J. Meierhenrich (2006)**., Composition, Enantiomeric Distribution, and Antibacterial Activity of the Essential Oil of *Achillea ligustica* All. From Corsica

G

- **Garcia-Ruiz A., Bartolomé B., Martinez-Rodriguez A.J., Pueyo E., Martin-Alvarez P.J., and Moreno-Arribas M.V. (2008)**. Potential of phenolic compound for controlling lactic acid bacteria growth in wine. *Food Control*. 19: 835–841.
- **Gausсен H. and Leroy H. F. (1982)**. Précis de Botanique (végétaux supérieurs), 2éme Ed.426p.
- **Georgantelis, D; Ambrosiadis, I et Katiko, P. 2007**. Effet of rosemary extract, chitosan and a-tocopherol on microbiological parameters and lipid oxidation of fresh pork sauvages stored at 4°. *Meat Sci Elsevier*, 76: 172-8.
- **Ghaima K. K., Hashim N. M. & Ali S. A. (2013)**: Antibacterial and antioxidant activities of ethyl acetate extract of nettle (*Urticadioica*) and dandelion

(*Taraxacum officinale*). *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, **3(05)**: 096-099.

- **Ghabrier J. Y., 2010.** Plantes médicinales et formes d'utilisation en phytothérapie. Thèse de doctorat en pharmacie, Université Henri Poincaré-Nancy1 (France): 165.
- **Graziose R., Lila M.A. and Raskin I. (2010).** Merging traditional Chinese medicine with modern drug discovery technologies to find novel drugs and functional foods. *Current drug discovery technologies* 7 (1): 2-12.
- **Guignard J.L. (1994).** Abrégé Botanique, 9ème Ed. 204.
- **Guinebert E., Durand P., Prost M., Grinand R., Bernigault R. (2005)** Mesure de la résistance aux radicaux libres. *Sixièmes Journées de la Recherche Avicole*. Pp : 554-558
- **Gurib-Fakim A (2006).** Medicinal plants: Traditions of yesterday and drugs of tomorrow. *Mol. Aspects Med.* 27(1):1-93.

H

- **H.I. Abd-Alla, N.M. Shalaby, M.A. Hamed, N.S. El-Rigal, S.N. Al-Ghamdi, J. Bouajila, Arch. Pharmacol Res. 39, 10 (2016)**
- **Hami H., Soulaymani A., Skalli S., Mokhtari A., Sefiani H. and Soulaymani R., (2011).** Poisoning by *Atractylis gummifera* L. Morocco poison control center data. *Bultin de la société de Pathologie Exotique*. 104 (1) : 53-57.
- **Harrar A.N. 2012.** *Activités antioxydante et antimicrobienne d'extraits de Rhamnus alaternus L.* Thèse de doctorat. Université Ferhat Abbas de Sétif, Algérie, 73 p.
- **Heller W., Forkmann G., 1993.** Biosynthesis of flavonoids. Chapman and Hall, London: 499-535.
- **Honda G, Yesilada E, Tabata M, Sezik E, Fujita T, Takeda Y, Takaishi Y and Tanaka T.** Traditional medicine in Turkey VI. Folk medicine in West Anatolia: Afyon, Kutahya, Denizli, Mugla, Aydin provinces. *J Ethnopharm* 1996; 53: 75-87.
- **Hopkins W. G., 2003.** *Physiologie végétale*. 2ème édition américaine, de Boeck et Lancier SA, Paris: 514.
- **Hostettmann, K. (1997).** Tout savoir sur le pouvoir des plantes sources de médicaments. Lausanne, édition Favre S A, vol. 01, 239p.
- **Houerou H. N. (1980).** L'inventaire du potentiel fourrager des arbres et arbustes d'une région du sahel malien. Méthodes et premiers résultats. *In : les fourrages ligneux en Afrique: Etat actuel des connaissances*, Houerou H.N. (Eds.), Addis Abeba, CIPEA, 481 p.

- **Houghton PJ, Hylands PJ, Mensah AY, Hensel A, Deters AM.(2005).** In vitro tests and ethnopharmacological investigations: wound healing as an example. *J Ethnopharmacol*; 100: 100-107.
- **Huang G ., Jiang J ., and Dai D. (2008).** Antioxidative and antibacterial activity of the methanol extract of *Artemisia anomala* S. Moore. *African Journal of Biotechnol.*7 (9): 1335-1338.
- **Hussain H., Al-Harrasi A., Abbas G., Rehman N.U., Mabood F., Ahmed I., Saleem M., Van Ree T., Green I.R., Anwar S., Badshah A., Shah A. and Ali I. (2013).** The Genus *Pluchea*: Phytochemistry, Traditional Uses, and Biological Activities. *Chemistry and Biodiversity*, 10: 1944-1971.

I

- **Iserin P., Masson M., Restellini J. P., Ybert E., DE LAAGE DE MEUX A., Moulard F., ZHA E., DE LA ROQUE R., DE LA ROQUE O., VICAN P., DEELESALLE - FEAT T., Biaujeaud M., Ringuet J., Bloth J., Botrel A., 2001.** Larousse des plantes médicinales : identification, préparation, soins. 2^{ème} édition de VUEF, Hong Kong.
- **Issabeagloo E., Taghizadieh M., Abri B. (2012).** Antimicrobial effects of yarrow (*Achillea millefolium*) essential oils against *Staphylococcus* species *Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 6(41): 2895-2899.

J

- **Jacques B, et André R. (2004).** *Biochimie métabolique* Ed ellipses .Paris. pp: 217-219-220-223-225.
- **Jean-Jacques Filippi, Don-Antoine Lanfranchi, Soizic Prado, Nicolas Baldovini, Uwe J. Meierhenrich.(2006)** .composition, enantiomeric distribution, and Antibacterial Activity of Essential oil of *Achillea Ligustica* All .from Corsica.*Agricultural and food chemistry* .2006,54,6308-6313.
- **Jürgen R., Paul .S., Ulrike S., and Reinhard S. (2009).** Essential Oils of Aromatic Plants with Antibacterial, Antifungal, Antiviral, and Cytotoxic Properties– an Overview: *Forsch Komplementmed.*16: 79–90.

K

- **Kalemba D. and Kunicka A. (2003).** Antibacterial and antifungal properties of essential oils. *Current Medicinal Chemistry*. 10: 813-829.

- **Kaper, J. B., J. P. Nataro, and H. L. Mobley. 2004.** Pathogenic *Escherichia coli*. *Nature. Reviews Microbiology*. 2 (2):123-140.
- **Kaufmann S. H. E. (1997)** Host response to intracellular pathogens. *New York*. 345 p.
- **Kémajou A., Mba L., Bagda A .A (2012)** Effet du séchage sur les principes actifs des plantes médicinales: cas des alcaloïdes totaux des écorces de *Alstonia boonei* Wild, plante antipaludéenne. *Nature & Technologie*. N° 07
- **Kempf S. Zeitouni. (2009).** Coût biologique de la résistance aux antibiotiques: analyse et conséquences *Pathologie Biologie* : article in press
- **Kohen R., Nyska A. (2002)** Oxidation of biological systems: Oxidative stress phenomena, antioxidants, redox reactions and methods for their quantification. *Toxicolo Pathol*. 30: 620-650
- **Konyalioglu S, Karamenderes C.(2005).** The protective effects of *Achillea L.* species native in Turkey against H₂O₂-induced oxidative damage in human erythrocytes and leucocytes. *J Ethnopharm*; 102: 221-227.
- **Kraft K., Hobbs C. (2004)** Pocket Guide to Herbal Medicine. Thieme, Stuttgart, New York.p16.
- **Ksouri, R., Megdiche, W., Debez, A., Falleh, H., Grignon, C.et Abdelly, C., 2007.** Salinity effects on polyphenol content and antioxidantactivities in leaves of the halophyte *Cakil emaritima*. *Plant.Physiol Bioch*, 45: 244-249.
- **Kundakovic T, Mimica Dukic N, Kovacevic N.(2005).** Free radical scavenging activity of *Achillea alexandri-regis* extracts. *Fitoterapia*; 76: 574-576.

L

- **Lahlou M. (2004).** Methods to study phytochemistry and bioactivity of essential oils. *Phytotherapy Research*. 435-448.
- **Larousse des plantes médicinales, (2001).** Annie Botrel, Encyclopedia of Medicinal Plants (2nd Edition), Pierre Vican, Hong Kong - juin 2001
- **Lee K.W., Kim Y.J., Lee H.J., Lee C.Y., 2003.** Cocoa Has More Phenolic Phytochemicals and a Higher Antioxidant Capacity than Teas and Red Wine. *J. Agric. Food Chem*. Pp7292-7295.

M

- **Mantle D, Eddeb F, Pickering AT.(2000).** Comparison of relative antioxidant activities of British medicinal plant species in vitro. *J Ethnopharm*; 72: 47-51.
- **Marfak A. (2003).** Thèse de doctorat Radiolyse Gamma des flavonoïdes ; Etude de

leur réactivité avec des radicaux issus des alcools. pp: 6-7-10-

- **Mazandarani M., Mirdeilami S.Z. and Pessarakli M. (2013).** Essential oil composition and antibacterial activity of *Achillea millefolium* L. from different regions in Northeast of Iran. *Journal of Medicinal Plants Research* .7(16):1063-1069.
- **Menasria T, Tine S, EL-Hamza S, MahceneDJ, MoussaF , BenammarL, Mekahlia MN. (2014) .** A Survey of the Possible Role of German Cockroaches as à Source for Bacterial Pathogens *Journal of Advanced Sciences & Applied Engineering* Vol.01, N° 01 67-70
- **Merghache S., Hamza M . et Tabti B. ; 2009 ;** Etude physicochimique de l'huile essentielle de *Ruta chalepensis* L. de Tlemcen, Algérie ; *Afrique Science* 5 (1) ; p : 67-81.
- **Middleton, E., Kandaswami, C., Theoharides, T.C., 2000.** The effects of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, *heart disease and cancer*. *Pharmacol Rev*, 52: 673-839.
- **Mora C., Tittensor D.P., Adl S., A.G.B. Simpson, and Worm B. (2011).** How many species are there on earth and in the ocean?. *PLOS biology* 9 (8): e1001127
- **Moreau, D. (2003).** La construction de l'éthique professionnelle des enseignants : la genèse d'une éthique appliquée de l'éducation. Lille : ANRT

N

- **Németh E. and Bernath J. (2008).** Biological Activities of Yarrow Species (*Achillea* spp.). *Current pharmaceutical design*. 14. 3151-67
- **Newman D. J. and Cragg G. M., (2007).** Natural products as sources of new drugs over the last 25 years, *Journal of Natural Products*, 70 (3): 461-77.
- **Nogaret-Ehrhart AS., (2003).** La phytothérapie Se soigner par les plantes. Edition Eyrolles,p19-36
- **Nikaido, H et Vaara, M. 1985.** Molecular basis of bacterial outer membrane permeability *microbiological reviews*.49: P 1-32.
- **Nostro, A.; Germano, M. P.; D'angelo, V.; Marino, A. et Cannatelli, M. A. (2000).** Extraction methods and bioautography for evaluation of medicinal plant antimicrobial used in Mexican traditional medicine for the treatment of infectious diseases. *Journal of Ethnopharmacology*, 53: 143-147.

O

- **Odile, C et Daniel, R. (2007)** Botanique Pharmacognosie Phytothérapie. 3eme

Edition, *Wolters Kluwer France*.

- **Ozenda P. (1991).** Flore et végétation du Sahara. In : CNRS (Ed.), Paris

P

- **Paris R. et Moyse M. (1965)** : Précis de matière médicale. Edit. Masson. Paris. 412 p
- **Patrick, B., Jean, L., et Michel, S. (1988).**Bactériologie: Les bactéries des infections humaines. 1er Ed Médecine –Sciences Flammarion. Paris. Pp100-274.
- **PELT J. M., 1980.** Les drogues, leur histoire et leurs effets. Édition Doin, Paris: 221.
- **Pinto, E., Nieuwerburgh, L. V., Barros, M. P., Pedersen, M., Colepicolo, P. & Snoeijs, P. 2003.** Density-dependent patterns of tiamine and pigments production in the diatom *Nitzschia microcephala*. *Phytochemistry*.
- **Pirbalouti AG, Koohpayeh A, Karimi I. (2010).**The wound healing activity of flower extracts of *Punica granatum* and *Achillea kellalensis* in Wistar rats. *Acta Pol Pharm* ; 67: 107-110.
- **Potel A -Ma ., (2002)-** Les plantes médicinales au Sénégal (commune de Nguékokh, zone de la Petite Côte) Extraits du rapport du stage, sciences naturelles, effectué à Nguékokh, 22p
- **Ponce A.G., Fritz R., del Valle C. & Roura S.I., 2003.** Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard. *Lebensm.-Wiss.u.-Technol.*36, pp.679-684.
- **Prigent C., Lejeune P., 1999.** La génétique de la formation du développement des biofilms. *Bull. Soc. Fr. Microbiol.* 14(2) : 121-126.
- **Priya KS, Gnanamani A, Radhakrishnan N, Babu M.(2002).** Healing potential of *Datura alba* on burn wounds in albino rats. *J Ethnopharm*; 83: 193-199.

Q

- **Quézel P, Santa S, Schotter O.(1962),** *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II.* (Centre National de la Recherche Scientifique, Paris,)
- **Quezel P. et Santa S. (1963).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales ; Editions du Centre National de la Recherche Scientifique : Paris.

R

- **Rios J.L., Recio M.C. (2005)** Medicinal plants and antimicrobial activity. *Journal of Ethnopharmacology*, 100: 80 – 84.

- **Ross J. Combining Western Herbs and Chinese.**2003. Medicine: Principales, Practice, and Materia Medica. Greenfields Press. Seattle, pp 165-181.

S

- **Sablonnière B., 2006.** Réussir le BEP biologie microbiologie.
- **Saeidnia S, Gohari AR, Yassa N, Shafiee A, (2005)** Composition of the volatile oil of *Achillea conferta* DC, from Iran. Daru ; 13: 34-36
- **Salgueiro, L.R., Cavaleiro, C., Pinto, E., Pina-Vaz, C.,Rodrigues, A.G., Palmeira, A., Tavares, C., Costa-Oliveira, S. et al. (2003)** Chemical composition and antifungal activity of the essential oil of *Origanum virens* on *Candida* species. *Planta Med* 69, 871– 874.
- **Sanago R., 2006.** Le rôle des plantes médicinales en médecine traditionnelle. Université Bamako(Mali): 53 .
- **Sarni-Manchado P., Veronique C., 2006.** Les polyphénols en agroalimentaires. Collection sciences et techniques agroalimentaires, édition TEC et DOC, Paris (France): 398.
- **Sikkema J, de Bont JAM, Poolman B (1994)** Interactions of cyclic hydrocarbons with biological membranes. *J. Biol. Chem.* 269: 8022-8028
- **Simon Y et Mills .2001,** Evidence for the clinician - a pragmatic framework for phytotherapy, *The European Phytojournal - ESCOP, Issue 2.*
- **Simonpoli, P.(1993).** In *Arburi, Arbe, Arbigliule, SaVoirs Populaires sur les Plantes de Corse*; Parc Naturel Re'gional de la Corse: Ajaccio, Corsica
- **Singh G. (2004).** *Plant Systematics: An Integrated Approach.* Science Publishers.
- **Skocibusic M, Bezic N, Dunkic V, Radonic A. (2004).** Antibacterial activity of *Achillea clavennae* essential oil against respiratory tract pathogens. *Fitoterapia*, 75: 733.
- **Sofowora, A., 2010.** Plantes médicinales et traditionnelle d'Afrique. Académie suisse des sciences naturelles : Karthala.the second symposium of date palm .Saudi Arabia pp: 253- 259.
- **Spichiger R.E. (2002).** Botanique systématique des plantes à fleurs: une approche phylogénétique nouvelle des Angiospermes des régions tempérées et tropicales. PPUR presses polytechniques.
- **Stanković M. S. (2011).**Total phenolic content, flavonoid concentration and antioxidant activity of *Marrubium peregrinum* L. extracts. *Kragujevac Journal Science*

33: 63-72.

- **Steven R, Grelon M, Vezon D, oh J, Meyer P, Perennes C, Domenichini S, Bergounioux C. (2004)** A.CDCUS homlog in Arabidopsis essential for meiosis, as shown by RNA interferences-induced gene silencing, plant cell.
- **Stojanovic G., Asakawa Y., Pali R. and Radulovi C.N. (2005).** Composition and antimicrobial activity of *Achillea clavrennae* and *Achillea holosericea* essential oils *Flavour and Fragrance Journal* 20: 86–88

T

- **Tela Botanica, (2015).** Fiche eflora des *Asteraceae*.(en ligne) (page consultée le 30/10/ 2015. « [http:// www.tela-botanica.org. bdtfx v.3.02](http://www.tela-botanica.org.bdtfx.v.3.02))
- **Turkmen, N. ; Sari, F. et Velioglu, Y. S. (2007).** Effects of extraction solvents on concentration and antioxidant activity of black and black mate tea polyphenols determined by ferrous tartrate and Folin–Ciocalteu methods. *Food Chemistry*, 99: 835– 841.

U

- **Ultee A, Bennik MH, Moezelaar R (2002)** The phenolic hydroxyl group of carvacrol is essential for action against the food-borne pathogen *Bacillus cereus*. *Appl. Environ. Microbiol.* 68: 1561-1568

V

- **Vansant G. (2004) ;** Radicaux libres et antioxydants : principes de base. *Ed Institut Danone*.

W

- **Wang G.W., Qin J.J., Cheng X.R., Shen Y.H., Shan L., Jin H.Z. and Zhang W.D. (2014).** *Inula* sesquiterpenoids: structural diversity, cytotoxicity and anti-tumor activity. *Expert Opinion on Investigational Drugs* 23 (3): 317-345.
- **Wichtl M., Anton R., 2009.** Plantes thérapeutiques tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. Édition LAVOISIR, Paris: 38, 41.
- **Wu T., Zang X., He M., Pan S. and Xu X.(2013).** Structure-activity relationship of flavonoids on their anti-*Escherichia coli* activity and inhibition of DNA gyrase. *Journal of food chemistry*, 61(34): 8185-8190

Y

- **Yaesh S, Jamal Q, Khan A U, Gilani A H (2006),** *Phytother. Res.* 20, 546

Z

- **Zargari A. Medicinal Plants. Tehran: Tehran University Publication; 1996.** 4th ed. Vol. 3, pp 106-117.
- **Zheng X., Wang W., Piao H., Xu W., Shi H. and Zhao C. (2013).** The genus *Gnaphalium* L.(Compositae): phytochemical and pharmacological characteristics. *Molecules* (Basel, Switzerland). 18 (7): 8298-8318.