



DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

BEKADA Mohammed Aness

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN BIOLOGIE

Spécialité : MICROBIOLOGIE FONDAMENTALE

THÈME

**Effets antimicrobiens des extraits et des huiles essentielles de
feuilles de sauge (*Salvia officinalis*) sur certains germes
pathogènes**

Soutenue publiquement le /07/2021

DEVANT LE JURY

Président	M. CHERIGUENE. A	Grade Professeur	U. Mostaganem
Encadreur	Mr. BAHRI. F	Grade Professeur	U. Mostaganem
Examineur	M. AIT SAADA. Dj	Grade MCA	U. Mostaganem

2020/2021

DÉDICACES

Au nom du dieu le clément et le miséricordieux, louange à ALLAH le tout puissant

Je dédie ce travail

A mes chers parents

A l'esprit de mes grands parents BABA et MIMA ainsi que mon oncle Kadhi que Dieu leur fasse miséricorde

A ma grand-mère SAADA Que Dieu vous protège et vous prête bonne santé et longue vie

A ma chère sœur AYA

A mon cher frère ISLAM

A MOUNIA

À toute ma famille

À tous mes amis

Med Anass



Remerciements

En tout premier lieu, je remercie ALLAH, tout puissant, de m'avoir donné la force et la santé, ainsi que l'audace pour dépasser toutes les difficultés

Je remercie profondément mon encadreur Pr. BAHRI. F qui n'a jamais cessé de me conseiller, orienter et m'encourager, Merci pour votre disponibilité et votre coopération remarquable

Je souhaite exprimer ma gratitude au Pr CHERIGUENE A pour l'honneur qu'il m'a fait en président le jury de ce mémoire

J'exprime mes vifs remerciements au Dr AIT SAADA Dj pour l'intérêt qu'il porte à ce travail en acceptant de l'examiner

En guise de reconnaissance, je tiens à témoigner mes sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin au bon déroulement et à l'élaboration de ce modeste travail

Résumé

Les microorganismes pathogènes représentent constamment un danger au sein de la santé publique, à cause notamment de leurs pouvoirs de résistances aux antibiotiques, face à cette complication les chercheurs tentent d'explorer de nouvelle piste afin de remédier à ce problème, parmi les mesures qui sont prises pour y faire face c'est en introduisant l'activité antimicrobienne des plantes médicinales, et c'est dans cette optique la que nous nous somme penché sur l'étude de l'activité antimicrobienne des extraits et des huiles essentielles issus à partir des feuilles de sauge (*Salvia officinalis*), l'activité antimicrobienne des extraits et des huiles essentielles a été évalué contre plusieurs souches bactérienne et fongique, Concernant Les extraits de *Salvia officinalis* ces derniers ont montré une puissante activité antimicrobienne qui inhibe la croissance de plusieurs populations microbiennes plus particulièrement contre *S. aureus*, *B. subtilis*, *E. coli* et *Salmonella enteritidis*, de même pour les huiles essentielles qui ont révéler une action bactéricide et fongicide efficace contre *B. cereus*, *B. megatherium*, *B. subtilis*, *A. hydrophila*, *A. sobria* et de *K. oxytoca* mais se sont montré moins efficace contre *E. coli* et *S. aureus*. Ainsi l'effets des substances naturelles extraites des plantes médicinales pourraient bien faire face au problème de résistances des germes aux antibiotiques.

Mots clés : *Salvia officinalis* L, activité antimicrobienne, extraits, huiles essentielles

ملخص

لا تزال الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض تشكل خطراً على الصحة العامة ، لا سيما بسبب قدرتها على مقاومة المضادات الحيوية ، في مواجهة هذا التعقيد ، يحاول الباحثون استكشاف طرق جديدة لمعالجة هذه المشكلة ، من بين التدابير التي يتم اتخاذها لمواجهتها هي تقديم النشاط المضاد للميكروبات للنباتات الطبية ، ومن هذا المنطلق ، فإننا نبحت في دراسة النشاط المضاد للميكروبات للمستخلصات والزيوت الأساسية من أوراق المريمية ، وقد تم تقييم النشاط المضاد للميكروبات للمستخلصات والزيوت الأساسية ضد العديد من السلالات البكتيرية والفطرية ، فيما يتعلق بمستخلصات سالفيا أوفيسيناليس ، فقد أظهرت نشاطاً قوياً مضاداً للميكروبات يثبط نمو العديد من المجموعات الميكروبية ، خاصةً ضد

S. aureus ، و *B. subtilis* ، و *E. coli* ، و *Salmonella Enteritidis*

الشيء نفسه بالنسبة للزيوت الأساسية التي كشفت عن مفعول مبيد للجراثيم والفطريات فعال ضد

B. cereus و *B. megatherium* و *B. subtilis* و *A. hydrophila* و *A. sobria* و *K. oxytoca*

ولكن ثبت أنها أقل فعالية ضد :

E. coli و *S. aureus* .

وبالتالي فإن تأثير المواد الطبيعية المستخلصة من النباتات الطبية يمكن أن يواجه مشكلة مقاومة الجراثيم للمضادات الحيوية

الكلمات المفتاحية: المريمية نبات- نشاط مضاد للميكروبات - المستخرجات - الزيوت الأساسية

Abstract

Pathogenic microorganisms constantly represent a danger within public health, in particular because of their resistance to antibiotics, faced with this complication, researchers are trying to explore new avenues to remedy this problem, among the measures that are taken to face it is by introducing the antimicrobial activity of medicinal plants, and it is with this in mind that we have looked into the study of the antimicrobial activity of extracts and essential oils derived from sage leaves (*Salvia officinalis*), the antimicrobial activity of extracts and essential oils has been evaluated against several bacterial and fungal strains, Regarding *Salvia officinalis* extracts these have shown potent antimicrobial activity which inhibits the growth of several microbial populations more particularly against *S. aureus*, *B. subtilis*, *E. coli* and *Salmonella Enteritidis*, similarly me for essential oils which have revealed an effective bactericidal and fungicidal action against *B. cereus*, *B. megatherium*, *B. subtilis*, *A. hydrophila*, *A. sobria* and *K. oxytoca* but have been shown to be less effective against *E. coli* and *S. aureus*. Thus the effects of natural substances extracted from medicinal plants could well address the problem of resistance of germs to antibiotics.

Key words: *Salvia officinalis* L, antimicrobial activity, extracts, essential oils

Listes des figures

Figure 01: Papyrus EBERS, Louxor (Egypte), 1525-1504 avant JC, Bibliothèque universitaire de Leipzig (Frederich, 2014)	3
Figure 02 : Tablette sumérienne, Nippur, Mésopotamie(Irak) (2200 avant J-C) Pennsylvanie Museum (Frederich, 2014)	4
Figure 03 : Quelques flavonoïdes et un diterpène : Le Ginkolide B 18 (Krief, 2003)	6
Figure 04 : Photographie de la Sauge (<i>Salvia officinalis</i> L.)	8
Figure05 : Structures chimiques des polyphénols de <i>Salvia officinalis</i> (Lu et Yeap, 2001).	14
Figure 06 : Structure chimique de quelques composés des huiles essentielles (BAKKALI et al., 2008)	18
Figure 07 : Méthode d'extraction des flavonoïdes	22
Figure 08 : Le protocole du test de l'activité antimicrobienne	26
Figure 09 : Graphique représentant l'activité antimicrobienne des extraits de <i>Salvia officinalis</i> sur six micro-organismes avec la méthode de diffusion sur disque (Hemeg et al., 2020).	28
Figure 10 : Graphique représentant La concentration minimale inhibitrice (CMI) et la concentration bactéricide minimale (CMB) des extraits de <i>Salvia officinalis</i> sur six micro-organismes (Hemeg et al., 2020).	29

Listes des tableaux

Tableau 1 : Composition de l'huile essentielle de <i>Salvia officinalis</i> (Wolter, 2007).	12
Tableau 02 : Classification des composés phénoliques (Vermerris et Nicholson, 2006).	15
Tableau 03 : Principales classes de composés phénoliques identifiées dans les feuilles de <i>Salvia officinalis</i> L. (MILADINOVIC, 2000).	15
Tableau 04 : Résumé des principales familles biochimiques, leurs propriétés pharmacologiques dans lesquelles elles sont présentes	16
Tableau 05 : Nature des souches les plus utilisés	24
Tableau 06 : Activité antimicrobienne des extraits de <i>Salvia officinalis</i> sur six micro-organismes avec la méthode de diffusion sur disque (Hemeg et al., 2020).	27
Tableau 07 : Activité antimicrobienne d'agents antimicrobiens commerciaux sur six microorganismes à l'aide de la méthode de diffusion sur disque (Hemeg et al., 2020).	28
Tableau 08 : La concentration minimale inhibitrice (CMI) et la concentration bactéricide minimale (CMB) des extraits de <i>Salvia officinalis</i> sur six micro-organismes (Hemeg et al., 2020).	29
Tableau 09 : Comparaison des concentrations minimales inhibitrices (CMI) et la réduction de croissance (CI50) d'extraits fluides supercritiques de feuilles de sauge contre <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Bacillus subtilis</i> et <i>Staphylococcus aureus</i> ($\mu\text{g mL}^{-1}$) (Pavić et al., 2019).	30
Tableau 10 : Inhibition de la croissance bactérienne en présence d'extraits fluides supercritiques de feuilles de sauge contre <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Bacillus subtilis</i> et <i>Staphylococcus aureus</i>	32
Tableau 11 : Composition en huile essentielle (% de composants majeurs) de <i>S. officinalis</i> (Longaray Delamare et al., 2007).	34

Tableau 12 : Concentration minimale inhibitrice (CMI) et concentration minimale cidaie (CMC) des huiles essentielles de <i>S. officinalis</i> . (Longaray Delamare et al.,2007).	34
Tableau 13 : Concentrations minimales inhibitrices (CMI) et concentrations cidaies minimales (CMC) des huiles essentielles de <i>Salvia officinalis</i> . (Bouazi et al., 2009).	36
Tableau 14 : Réduction de la viabilité des bactéries après 5 min de contact avec <i>Salvia officinalis</i> déterminée par les méthodes de la norme EN 1276, 1997 (Bouaziz et al., 2009).	37

Introduction

La phytothérapie est très certainement la meilleure approche d'une médecine de santé tournée autant vers la prévention que vers les soins. Les plantes constituent une réponse de choix pour fournir à l'organisme les substances nécessaires pour maintenir son équilibre. L'un de ses atouts est le très grand nombre de préparations à base de plantes issus d'une utilisation pluriséculaire sur une base purement empirique. Non seulement de très nombreuses préparations de médecine traditionnelle chinoise, indienne, sud américaine, et africaines sont aujourd'hui à notre disposition mais près des deux tiers de 300 000 espèces végétales connues n'ont pas encore été étudiés (**Rombi et Robert., 2015**).

De plus, le problème de la résistance microbienne est en croissance constante avec le temps, et les perspectives d'utilisation des médicaments antimicrobiens à l'avenir sont encore incertaines. Par conséquent, des mesures doivent être prises pour faire face à ce problème en introduisant l'activité antimicrobienne des plantes médicinales.

Actuellement, l'organisation mondiale de la santé (l'OMS) estime qu'environ 80% des habitants de la terre ont recours aux préparations traditionnelles à base de plantes en tant que soins de santé primaire (**Lhuillier, 2007**).

Les propriétés antimicrobiennes des plantes est liées à leur capacité à donner plusieurs métabolites secondaires de structures relativement complexes possédant des activités antimicrobiennes (**Matasyoh et al., 2009 ; Souza et al., 2005**).

Dans la littérature les huiles essentielles les plus étudiés pour leurs propriétés antimicrobiennes appartiennent à la famille des Lamiaceae : Thym, Origan, Sarriette, Lavande, Menthe, Romarin, Sauge, Hysope Cette activité est principalement due à ces composés majoritairement tel que le thymol, le carvacrol, 1,8-cinéole, p-cymène et β pinène (**Pellecuer et al, 1980**).

La sauge (*Salvia officinalis* L.) a la réputation d'être une panacée en raison de son large éventail d'effets médicinaux : elle a été utilisée comme antidiabétique, antihydrotique, spasmolytique, antiseptique et dans le traitement des troubles mentaux et nerveux, et anticancéreux anti-inflammatoire, antimutagène, antioxydant, antimicrobien et antiviral. La sauge est également utilisée traditionnellement dans la préparation des aliments, comme agents aromatisants en parfumerie et en cosmétique (**Bouaziz et al., 2009**).

Ce modeste travail as pour objectif d'évaluer et étudier l'activité antimicrobienne des huiles essentielles et aussi des extraits issues à partir des feuilles de sauge (*Salvia officinalis*). Cette activité a été évaluée sur plusieurs souches microbiennes (fongiques et bactériennes).

Il est subdivisé en deux grandes parties une partie de synthèse bibliographique (théorique) et une partie expérimentale, la première partie est répartie en trois chapitres qui sont (Les plantes médicinales, étude de la sauge, les extraits de sauge et les huiles essentielles). Tant dis que la partie expérimentale est quant à elle constitué de deux chapitres qui sont (Matériel et méthodes, résultats et discussions). Le travail est enfin bouclé par une conclusion.

Sommaire

Résumé

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction

Partie 1 : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Les plantes médicinales

I.1. Définition des plante médicinal.....	1
I. 2. Les caractéristiques des plantes.....	1
I.3. Formes d'utilisation des plantes médicinales.....	1
I.3.1. Formes solides.....	1
I.3.1.1. Les gélules.....	1
I.3.1.2. Les comprimés.....	1
I.3.1.3. Les capsules.....	1
I.3.2. Formes liquides.....	2
I.3.2.1- Les tisanes.....	2
I.3.2.2.Les extraits fluides.....	2
I.4. Historique des plantes médicinales.....	3
I.5. Utilisation des plantes médicinale en médecine traditionnel	4
I.6 Définition de la phytothérapie.....	4
I.7. Les métabolites secondaires des plantes.....	5
I.7.1. Les composés phénoliques des plantes.....	5
I.7.2.Les Flavonoïdes.....	5
I.7.3. Rôle physiologiques des polyphénols dans la plante.....	6

Chapitre II : Etude de la sauge

II.1. Description de la sauge.....	8
II.2. Histoire de la sauge.....	9

II.3 Description morphologique	9
II.4. Classification taxonomique.....	9
II.4.1.Famille des Lamiacées.....	10
II.4.2. Le genre Salvia	10
II.5. Répartitions géographique.....	10
II.6. Propriétés de la sauge.....	11
II.6.1.Propriétés organoleptiques	11
II.6.2.Propriétés en aromathérapie scientifique.....	11
II.6.3. Utilisation traditionnelle	12
II.7. Composition chimique.....	12
II.8. La sauge en phytothérapie.....	13
II.9. Toxicité.....	13

Chapitre III : Les extraits de sauge et les huiles essentielles

III.1. Qu'est ce qu'un extrait de plante ?.....	14
III.2. Polyphénols de sauge.....	14
III.3. Les huiles essentielles.....	15
III.3.1. Définition	16
III.3.2. Composition chimique.....	16
III.3.3. Procédé d'extraction des huiles essentielles.....	18
III.3.4. Propriétés des huiles essentielles.....	18
III.3.4.1. Propriétés antibactériennes.....	19
III.3.4.2. Propriétés antivirales.....	19
III.3.4.3. Propriétés antifongiques.....	19
III.3.4.4. Propriétés Antioxydants.....	19

Partie 2 : PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre I : Matériels et méthodes

I.1. Matériel végétal.....	20
----------------------------	----

I.2. Tests phytochimique.....	20
I.2.1. Les saponosides.....	20
I.2.2. Les tannins	20
I.2.3. Les alcaloïdes	20
I.2.4. Stérols et terpènes.....	20
I.2.5. Les flavonoïdes.....	20
I.2.6. Mucilages.....	21
I.3. Méthode de préparation de l'extrait de <i>Salvia officinalis</i>	21
I.3.1. La macération	21
I.3.2. Préparation des extraits (Extraction type solide/ liquide).....	21
I.3.3. Extraction type liquide /liquide.....	23
I.4.Détermination de rendement d'extraction.....	23
I.5. Tests d'activité antimicrobienne des extraits	23
I.5.1. Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI).....	24
I.5.1.1. Définition.....	24
I.5.1.2. Principe	24
I.5.2. Méthode de diffusion sur milieu gélosé.....	24
I.5.2.1. Définition.....	24
I.5.2.2. Principe.....	24
I.6. Extraction des Huiles essentielles à partir des feuilles de <i>Salvia officinalis L</i>	25
I.7.Détermination du rendement d'extraction d'huiles essentielles.....	25
I.8. Tests d'activité antimicrobienne de l'huile essentielle	26

Chapitre II : Résultats et discussions

II.1. Etude de l'activité antimicrobienne des extraits	27
II.1.1. Résultats et discussion (selon H.A. Hemeg et <i>al.</i> , (2020)).....	27
II.1.2. Résultats et discussion (selon Pavić, V et <i>al.</i> , (2019)).....	30
II.2. Etude de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles.....	34

II.2.1. Résultats et discussion (selon Longaray Delamare, A.P et <i>al.</i> , (2007)).....	34
II.2.2. Résultats et discussion (selon Bouaziz, M et <i>al.</i> , (2009)).....	36
Conclusion.....	37
Référence bibliographique	



Chapitre I : Les plantes médicinales

I.1. Définition des plantes médicinales

L'être humain utilise des plantes depuis des milliers d'années pour traiter divers maux, le monde végétale est à l'origine d'un grand nombre de médicaments. Une plante médicinale est une plante que l'on cultive ou que l'on cueille dans son milieu naturel pour ses propriétés médicinales (**Telefo et al., 2012**).

On appelle plante médicinale toute plante renfermant un ou plusieurs principes actifs capables de prévenir, soulager ou guérir des maladies (**Schauenberg et Paris, 2006**).

Le groupe consultatif de l'OMS a recommandé d'employer l'expression « drogue végétal » en référence à une partie de plante médicinale (feuille, écorce, etc) utilisé à des fins thérapeutiques (**Sofowora, 2010**).

I.2. Les caractéristiques des plantes

Les végétaux sont des organismes autotrophes, c'est-à-dire qu'ils produisent leur propre matière organique (comme les glucides, les lipides donc les principes actifs) à partir de sels minéraux puisés dans le sol et de dioxyde de carbone, assimilé par les feuilles grâce à l'énergie solaire : c'est le mécanisme de photosynthèse (**Dutertre et Marie-Josephe, 2011**).

I.3. Formes d'utilisation des plantes médicinales

I.3.1. Formes solides

I.3.1.1. Les gélules

Cette forme galénique d'utilisation des plantes médicinales représente le plus gros marché de Phytothérapie. Les gélules désignent une forme galénique de médicament, solide, que l'on avale. Elles sont constituées d'une enveloppe dure et creuse, qui contient le principe actif (**Pharmacopée française Xème édition**).

I.3.1.2. Les comprimés

Les comprimés sont des formes pharmaceutiques solides équivalentes à une dose. La Pharmacopée les définit comme étant des préparations, de consistance solide, contenant chacune une unité de prise d'un ou plusieurs principes actifs. (**Pharmacopée française Xème édition**)

I.3.1.3. Les capsules

Les capsules, ou "capsules à enveloppe molle", sont des préparations de consistance solide constituées par une enveloppe molle, contenant une quantité de principes actifs qu'il est courant d'utiliser en une fois. Dans la majorité des cas, dont la Phytothérapie, les capsules sont destinées à la voie orale. (**Pharmacopée française Xème édition**).

D'autres formes d'utilisation des plantes médicinales sous leurs formes solides peuvent également être disponibles sur le marché officinal.

I.3.2. Formes liquides

I.3.2.1- Les tisanes

Considérer comme la forme d'utilisation la plus ancienne, et qui est toujours d'actualité, indispensable à l'ensemble de toute prescription de phytothérapie.

Le terme "tisane" est en fait une appellation générique qui regroupe plusieurs formes liquides issues de préparations différentes. Elles se préparent exclusivement à l'aide d'une ou plusieurs drogues végétales. Ainsi, suivant le mode utilisé, on peut distinguer **l'infusion, la décoction, la macération, la digestion** et la lixiviation, moins fréquente (**Jamet, 1988**).

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 (**Nogaret-Ehrhart, 2003**).

La décoction : est une méthode d'extraction des principes actifs et/ou des arômes d'une préparation généralement végétale par dissolution dans l'eau en ébullition. Elle s'applique généralement aux parties les plus dures des plantes : racines, graines, écorce, bois. La décoction consiste à maintenir la drogue avec de l'eau potable à ébullition pendant une durée de 15 à 30 minutes (**Pharmacopée française Xème édition**).

La macération : La macération consiste à maintenir en contact la drogue avec un solvant à température ambiante pendant une durée de 30 minutes à 48 heures. Dans le cas des tisanes le solvant est l'eau. Cette méthode permet une extraction douce des principes actifs, surtout lorsqu'ils sont thermolabiles (**CHABRIER, 2010**).

La digestion : est peu utilisée. Elle consiste à maintenir en contact la drogue avec de l'eau potable à une température inférieure à celle de l'ébullition, mais supérieure à la température ambiante pendant une durée de 1 à 5 heures. (**Pharmacopée française Xème édition**).

I.3.2.2. Les extraits fluides

D'après la Pharmacopée européenne, les extraits fluides sont des préparations liquides dont, en général, une partie en masse ou en volume correspond à une partie en masse de drogue végétale séchée. Ces préparations sont ajustées, si nécessaire, de façon à répondre aux exigences de la teneur en solvants, et, dans les cas appropriés, en constituants (**Pharmacopée européenne Vème édition**). Grâce 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**).

Lors de la préparation de tout extrait de plantes, de nombreux facteurs sont à définir pour chaque plante car, pour une même espèce, ils peuvent modifier considérablement l'activité pharmacologique. Parmi ceux-ci nous pouvons citer : la partie de plante utilisée, son état, la période de récolte, les techniques de séchage ou de conservation, le solvant, le mode de préparation de l'extrait, le temps d'extraction, la dose administrée.

I.4. Historique des plantes médicinales

Un des plus anciens traités médicaux consacré aux plantes médicinales. Il fut retrouvé à Louxor par l'égyptologue Georges Ebers qui lui donne son nom. Ce recueil contient 110 pages consacrés à 150 plantes médicinales (exemple : mandragore, opium, saule ...etc.) (Frederich, 2014)



Figure 01: Papyrus EBERS, Louxor (Egypte), 1525-1504 avant JC, Bibliothèque universitaire de Leipzig (Frederich, 2014)

Le 1er texte connu sur la médecine par les plantes : recueil de 15 prescriptions gravées sur une tablette d'argile en caractères cunéiformes. On y trouve la myrrhe, le chanvre, le thym, le saule... mélangés à du vin ou à de la bière (Frederich, 2014). Figure 01 : Tablette sumérienne, Nippur, Mésopotamie(Irak) (2200 avant J-C) Pennsylvania Museum (Frederich, 2014)



Figure 02 : Tablette sumérienne, Nippur, Mésopotamie(Irak) (2200 avant J-C) Pennsylvanie Museum (**Frederich, 2014**)

I.5. Utilisation des plantes médicinales en médecine traditionnelle

La médecine traditionnelle (MT) constitue un pan important et souvent sous-estimé des services de santé. Dans certains pays, la médecine traditionnelle ou non conventionnelle peut être appelée médecine complémentaire (MC). Cela fait bien longtemps que la médecine traditionnelle est pratiquée afin de préserver la santé ou de prévenir et traiter les maladies, en particulier les maladies chroniques (**OMS, 2013**).

L'utilisation de la médecine traditionnelle ainsi que des plantes médicinales sont une pratique courante dans notre société et dans le monde entier. En effet, dans certains pays d'Asie et d'Afrique, 80% de la population y a recours pour prévenir ou traiter certaines maladies primaires. La médecine traditionnelle provient d'un mélange entre la culture, la croyance, le savoir et l'expérience des aînés, mis ensemble afin de traiter les maladies existantes. C'est une approche holistique englobant les éléments physiques, psychiques, émotifs et spirituels (**Ouchfoun, 2010**). L'usage porte sur plusieurs parties des plantes (feuille, tige, écorce, racines, fruit, fleurs, rameau ou bourgeon terminal, etc.) et sur une grande variété de plantes (arbres, lianes, buissons, herbes, etc.) (**Houessou, 2010**).

I.6 Définition de la phytothérapie

La phytothérapie (En grec, Phytos= végétal et Therapein= soigner) est l'art de soigner par les plantes. La phytothérapie permet à la fois de traiter le terrain du malade et les symptômes de sa maladie. Le malade est pris en charge dans sa globalité afin de comprendre l'origine de ses symptômes et d'en prévenir leur apparition (**Nelly, 2013**).

Aujourd'hui, les traitements à base de plantes reviennent au premier plan, car l'efficacité des médicaments tels que les antibiotiques (considérés comme la solution quasi universelle aux

infections graves) décroît. Les bactéries et les virus se sont peu à peu adaptés aux médicaments et leur résistent de plus en plus (**Iserin et al., 2001**).

I.7. Les métabolites secondaires des plantes

Les plantes possèdent des métabolites dits « secondaires » par opposition aux métabolites primaires que sont les protéines, les glucides et les lipides. Ces composés diffèrent en fonction des espèces et, bien que leurs rôles soient encore mal connus, il est cependant clair qu'ils interviennent dans les relations qu'entretient la plante avec les organismes vivants qui l'entourent. Ils sont probablement des éléments essentiels de la coévolution des plantes avec les organismes vivants, tels que parasites, pathogènes et prédateurs, mais aussi pollinisateurs et disséminateurs. Ces différentes relations ont donné lieu à une extrême diversification des composés secondaires. Si leur rôle écologique reste encore à préciser, leur utilisation par l'homme dans de nombreuses préparations thérapeutiques est très largement répandue. La pharmacognosie est étymologiquement la connaissance (gnosis) des poisons (pharmakon) d'origine naturelle. Ces substances toxiques possèdent, parfois à faible dose, des propriétés médicamenteuses et peuvent être utilisées à des fins thérapeutiques. Les molécules naturelles responsables de ces activités servent aujourd'hui de modèle à la créativité des chimistes qui tentent d'en améliorer les activités ou d'en diminuer les effets secondaires et la toxicité. On peut classer les métabolites secondaires en plusieurs grands groupes : parmi ceux-ci, les composés phénoliques, les terpènes et stéroïdes et les composés azotés dont les alcaloïdes. Chacune de ces classes renferme une très grande diversité de composés qui possèdent une très large gamme d'activités en biologie humaine (**Krief, 2003**).

1.7.1. Les composés phénoliques des plantes

La biosynthèse du noyau aromatique est un processus fondamental de la biochimie végétale. Par conséquent, la définition des composés phénoliques prend en compte, à la fois des éléments structuraux et l'origine biogénétique des composés. Ils se caractérisent par la présence d'un noyau benzénique, portant un groupement hydroxyle libre ou engagé dans une fonction ester, éther ou hétéroside. Le ou les noyaux aromatiques peuvent être synthétisés soit par la voie du shikimate, soit par celle de l'acétate, ce qui permet de différencier deux classes de composés phénoliques. Par ailleurs, la voie des polyacétates intervient chez les végétaux supérieurs pour des composés possédant déjà un noyau aromatique obtenu par la voie des shikimates. Les composés obtenus sont dits mixtes (flavonoïdes) (**Krief, 2003**).

1.7.2. Les Flavonoïdes

Les flavonoïdes représentent une très large gamme de composés naturels appartenant à la famille des polyphénols, ils sont considérés comme des pigments quasi universels des végétaux, dont plusieurs sont responsables de couleur vive des fleurs, des fruits et des feuilles (**Pietta, 2000 ; Ghedira, 2005**).

De nos jours, plus de 8000 flavonoïdes ont été identifiés. Ils ont une origine biosynthétique commune et par conséquent, possèdent tous un même squelette de base à quinze atomes de

carbones, constitué de deux unités aromatiques; deux cycles en C6 (A et B), reliés par un hétérocycle en C3 (**Bruneton, 1999**).

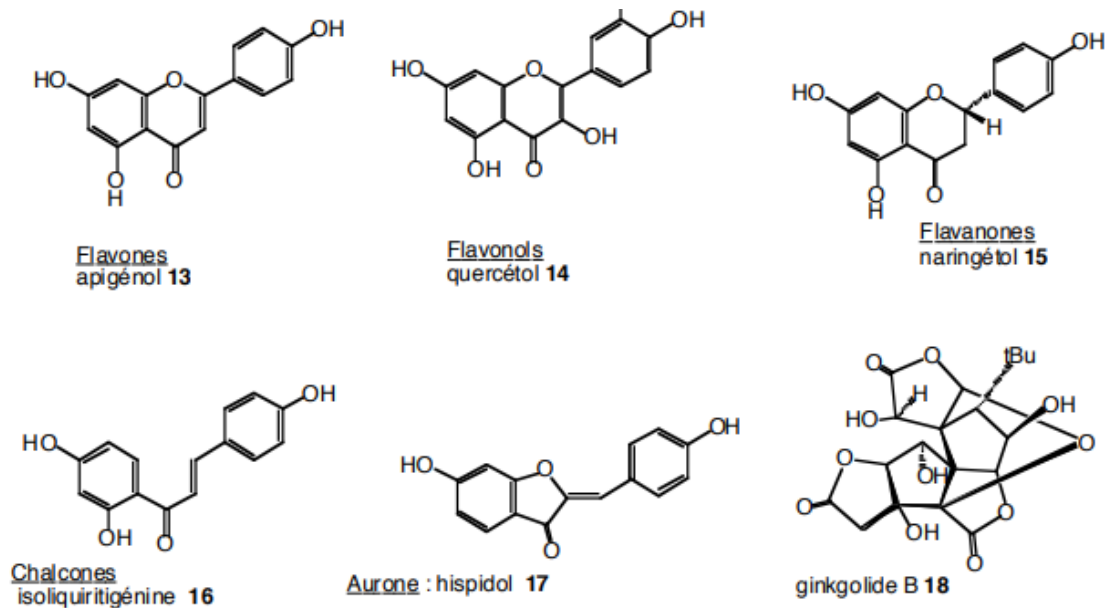


Figure 03 : Quelques flavonoïdes et un diterpène : Le Ginkgolide B 18 (**Krief, 2003**)

I.7.3. Rôle physiologiques des polyphénols dans la plante

La présence des flavonoïdes ainsi d'autres polyphénols dans quasiment toutes les parties du végétal (racines, tiges, fleurs, graines, l'écorce) confère une protection considérable à la plante en assurant la survie de cette dernière dans des conditions environnementales différentes. Ces métabolites sont dotés de plusieurs rôles au sein de la plante :

- **Défense contre les agents pathogène** : Les dernières recherches ont prouvé que la teneur en polyphénols se met à croître si la plante est agressée par champignons, des bactéries, ou autres comme les rayons UV ainsi que l'augmentation de la température. (**Mohammedi, 2006**).
- **la couleur de la plante** : La coloration des fleurs, fruits, et des feuilles de la plante est due à la présence des substances organiques colorantes; qui absorbent seulement certaines longueurs d'onde de la lumière et émettent celle que nous percevons comme la couleur des fleurs. Les pigments sont essentiellement la chlorophylle, les polyphénols (flavonoïde, acides phénol, ...), les caroténoïdes. Les pigments floraux les plus courants et les plus abondants sont les flavonoïdes (**Marfak, 2003**).
- **Le goût et l'astringence** : L'astringence est la sensation tactile provoquée par l'ingestion de nombreux aliments, du cacao au thé, du vin rouge aux noix.... Derrière cette perception de râpeux ou de sécheresse, se cachent des polyphénols (**Mohammedi, 2006**).

- **l'attraction et la pollinisation** : Ces métabolites, polyphénols et flavonoïdes interagissent aussi dans le phénomène d'attraction, la couleur de la plante est considérée comme un signal visuel aux insectes pollinisateurs (**Marfak, 2003 ; Mohammadi, 2006**).
- Et ils peuvent également avoir un rôle dans la croissance des plantes choses qui n'as pas encore était confirmé jusqu'à l'heure. Mais il existe de nombreuses hypothèses sur le sujets.

Chapitre II : Etude de la sauge

II.1. Description de la sauge

Il existe de nombreuses espèces de sauge dans le monde (environ 900 espèces) ; la plus utilisée en Europe comme plante médicinale c'est la sauge officinale (**Walker et al., 2004**). Le nom du genre *Salvia* vient du latin *salvare* qui signifie «sauver» et «Guérir» (**Pujuguet, 2008**), est due aux propriétés curatives de la plante, ce qui était autrefois célébré comme herbe médicinale. Ce nom a été corrompu populairement Sauja et Sage (la forme française), en vieil anglais, 'Sawge,' qui est devenu notre nom actuel de Sage (**Grieve, 1984**).

Cette dernière est une plante commune dans les pays méditerranéens, elle affectionne les lieux ensoleillés, cultivé par semis au printemps, Les plantes sont remplacées tout les 3 ou 4 ans et les feuilles sont récoltées en été, c'est une plante très ramifiée aux tiges de section carrées, à la base lignifiée mesure de 20 à 30 centimètres, La racine de la sauge est brunâtre et fibreuse. Les feuilles opposées, elliptiques, inférieures, pétiolées, veloutée, oblongues, rugueuses, à bord dentelé réticulées, molles, à dessus blanchâtre, persistent l'hiver grâce au revêtement de poils laineux qui les protège. Les fleurs, bleu-rose visibles de mai à aout, grandes, groupées à la base des feuilles supérieures, l'ensemble forme de grands épis. Commune en Europe, plus spécialement dans les régions méridionales elle est cependant rare à l'état sauvage. Sa hauteur varie entre 50 et 60 centimètres (**Maatoug, 1990**).



Figure 04 : Photographie de la Saugue (*Salvia officinalis* L)

II.2. Histoire de la sauge

La sauge était déjà connue dans l'Antiquité, dans le bassin méditerranéen. Les Égyptiens, les Grecs et les Romains la cultivaient et l'utilisaient pour la préparation de leurs remèdes ou l'utilisaient comme encens pour purifier ou parfumer lors de cérémonies rituelles. La sauge était considérée comme une plante médicinale extrêmement efficace.

Elle était une des plantes salvatrices du moyen âge. Elle est reconnue par les chinois, qui n'hésitait pas à échanger leurs feuilles de thé les plus précieuses contre des feuilles de sauge, Une variété de sauge appelait « Chia » était cultivée par les mexicains (**Madi, 2010**). Les grecs, les romains ainsi que les arabes l'employaient communément comme tonique, et en compresse contre les morsures de serpents, En Egypte les femmes en buvaient pour être fertile.

Au Moyen-Âge, les moines apportèrent la sauge dans les Alpes. Elle y fut bientôt également très appréciée. La liste des diverses propriétés médicinales de la plante remplissait des pages et des pages de livres d'ouvrages d'herboristerie et de recueils de recettes moyenâgeux. Charlemagne fit d'ailleurs de la sauge une affaire royale et décida au début du 9e siècle, qu'elle devait être plantée dans les jardins de tous les cloîtres de son royaume.

II.3 Description morphologique

La sauge est un sous- arbrisseau buissonnant et persistant, formant une touffe ligneuse pouvant atteindre jusqu'à 80 cm de haut et dont les tige émettent de nombreux rameaux dressés, quadrangulaires et laineux , présentant des nœuds saillants sur lesquels sont insérées les feuilles . Celles-ci sont opposées, pétiolées à la base (mais sessiles pour la paire placée au voisinage des fleurs) , oblongues ou lancéolées et ovales , parfois auriculées à la base ; elles sont de couleur vert grisâtre et d'aspect velouté par la présence d'un revêtement laineux visible sur les deux faces , plus abondant au niveau inférieur ; les bords du limbe sont légèrement enroulés et très finement crénelés ; le limbe est épais et chagriné en raison d'un réseau de nervures très marquées , saillantes à la face inférieure . Les fleurs sont regroupées par 4 à 12 en une inflorescence située à l'extrémité des rameaux et constituant une cyme unipare (simulant un faux verticille lâche) ; elles sont zygomorphes , faiblement pédicelles et d'assez grande taille (3cm) ; leur calice est pubescent , persistant et ponctué de glandes sécrétrices ; en formes de clochette ovale de 10 à 14mm de long , il comprend 5 sépales soudés a la base puis divisés en 2 lèvres, la lèvre inférieure n'est que bidentée ; de 35 mm de long (donc 2 fois plus longue que la calice) , la corolle bilabiée comprend 5 pétales soudées , couleur violet clair, parfois rose ou moins blanchâtres ; la lèvre supérieure est forme de casque entier ou marginé formé par la soudure des deux pétales dorsaux ; l'androcée ne comporte que 2 étamines dont la base du connectif qui unit les 2 loges de l'anthère est divisée en deux branches inégales : la plus longue portant la loge fertile est située sous la lèvre supérieure de la corolle (**TEUSCHER et al., 2005**).

II.4. Classification taxonomique

Selon (**Cronquist, 1968**), la sauge suit la classification suivante :

Règne : *Plantae*

Division : *Magnoliophyta*

Classe : *Magnoliopsida*

Sous-classe : *Asteridae*

Ordre : *Lamiales*

Famille : *Lamiaceae*

Genre : *Salvia*

Espèce : *officinalis. L*

II.4.1.Famille des *Lamiacées*

La famille des Lamiacées (labiées) comprend près de 200 genres et 4000 espèces, dont la plupart ont une importance économique due à leur production d'huiles essentielles. Des études biologiques d'huiles essentielles des espèces *Salvia* spp ont montré des activités Antimicrobiennes, anti-inflammatoires, en plus de leurs utilisations en cosmétique et agroalimentaire. Un très grand nombre de genres de la famille des Lamiaceae sont des sources riches en terpénoïdes, flavonoïdes et iridoïdes glycosylés (**TEPE et al., 2006**).

II.4.2. Le genre *Salvia*

Le genre *Salvia* (sauge) contient près de 900 espèces majoritairement riches en diterpénoïdes (**KAMATOU et al., 2005**).

II.5. Répartition géographique

Cette plante vivace est originaire des régions méditerranéennes orientales. Elle préfère les terrains chauds et calcaires. Elle croit de manière spontanée et en culture de long de tout le bassin méditerranéen, depuis l'Espagne jusqu'à la Turquie, et dans le nord de l'Afrique. Cette plante est assez commune en Algérie (**BABA, 2000**). En Algérie les espèces qui ont été déterminées sont de l'ordre d'une trentaine. Plusieurs appellations y ont été données (**Alloun, 2013**). Selon Ibn El Beytar, les andalous la nomment « Essalma » et appelée « salbia » par les botanistes en Espagne. L'algérien indique l'expression « souek ennebi » comme synonyme de saleme (**Alloun, 2013**), et les Berbères appelle « Tazourt ». En français : « grand sauge, thé d'Europe, herbe sacrée », en anglais : « sage, Great sage, Garden sage » (**Zerrouki, 2017**). La sauge est cultivable jusqu'à 1800m d'altitude ;elle supporte des climats et des sols très variés, au pH allant de 5 à 9. Le plant adulte résiste à la température de -10°C, mais il est préférable de pailler le jeune plant (**Gilly, 2005**).

II.6. Propriétés de la sauge

La plante contient de l'huile essentielle (les cétones monoterpénique sont considérées comme des constituantes principales), des tanins catéchiques, des acides polyphénols carboxyliques (rosmarinique, caféique, chlorogénique, ρ -coumarique et férulique), des principes amers diterpéniques, des triterpènes pentacycliques (acides ursolique, cratégorique, oléanolique etc.), des phytostérols et des flavones (**Said et al., 2002**).

II.6.1. Propriétés organoleptiques

- Une odeur aromatique forte, piquante, fraîche, épicée, balsamique et légèrement camphrée.

- Doté d'une saveur aromatique, puissante, un peu épicée (<https://www.myrtea-formations.com>).

II.6.2. Propriétés en aromathérapie scientifique

Utilisation en voie interne

- Tonique et stimulante
- Antispasmodique
- Anti-sudorale
- Cholagogue et cholérétique
- Oestrogen-like
- Emménagogue
- Antibactérienne, antivirale, antifongique
- Antiseptique intestinal
- Anti-inflammatoire
- Astringente
- Antioxydante
- Ocytocique (facilite l'accouchement)
- Hypoglycémiant.

Voie externe

- Antiseptique

- Vulnérable, cicatrisante
- Résolutive (<https://www.myrtea-formations.com>).

II.6.3. Utilisation traditionnel

Les feuilles fraîches de sauge ou la poudre des feuilles séchées en friction, préserve les dents de la carie. En bain de bouche et gargarisme l'infusion vineuse fait périr le champignon du muguet, fait disparaître les aphtes, les engorgements ulcéreux et scorbutiques des gencives. Les feuilles sont utilisées couramment en guise de thé (**BELOUED, 2007**).

Utilisé depuis l'antiquité, la sauge possède des propriétés : stimulant, tonique, digestive, fébrifuge et vulnérable comme on vient de le voir au dessus. Et ainsi c'est un remède à un degré plus ou moins élevé. Pour faciliter la digestion, calmer les vomissements spasmodiques, relever les forces de l'estomac et de l'intestin, elle active les fonctions circulatoires et cutanées, la tisane de sauge s'est révélé très efficace face à tout cela. Employé également contre les ballonnements, les diarrhées, les transpirations nocturnes. Elle est préparée en infusion à une dose de 10g par litre d'eau puis infuser à environ 10 mn ; il est conseillé de prendre une tasse après chaque repas.

II.7. Composition chimique

La plante contient de l'huile essentielle (les cétones monoterpénique sont considérées comme des constituantes principales), des tanins catéchiques, des acides polyphénols carboxyliques (rosmarinique, caféique, chlorogénique, ρ -coumarique et férulique), des principes amers diterpéniques, des triterpènes pentacycliques (acides ursolique, catécolique, oléanolique etc.), des phytostérols et des flavones (**Said et al., 2002**).

L'analyse des extraits de *Salvia officinalis* a montré que cette espèce contient environ 1.0 à 2.8% d'huile essentielle (**RADULESCU et al., 2004**). Le tableau suivant représente les principaux constituants dans cette dernière :

Tableau 1 : Composition de l'huile essentielle de *Salvia officinalis* (**Wolter, 2007**).

Hydrocarbures terpénique	Cétones	Ester	Alcools	Autres
Myrcène 0.3 à 3%	Camphre 4,1 à 27,5%	Acétate de bornyl 0,1 à 3,5%	Linalol trace à 1,8%	1,8- cinéole 0,7 à 20,8%
Limonène trace à 7.6%	α - thujone 1,5 à 44,2%	-	Bornéol 0,7 à 6,2%	-
Humulène trace à 18.9%	β -thujone 1 à 36,7%	-	Viridiflorol 0 à 9,9%	-
α -pinène 1.7 à 13.1%	-	-	-	-
β -pinène 0.5 à 17.9%	-	-	-	-
Camphène 1.1 à	-	-	-	-

10.3%				
β -caryophyllène trace à 9.4%	-	-	-	-
p-cymène trace à 1.1%	-	-	-	-

II.8. La sauge en phytothérapie

Cette herbe aromatique est employé dans la cuisine, pour son gout puissant, légèrement amer et camphré (**Duling et al., 2007**).

La sauge fait partie des plantes les plus utilisé en phytothérapie de part ses propriétés importantes pour la santé humaine elle est considérée comme (tonique; stimulant ; Antiseptique intestinal ; Antibactérienne; antivirale...etc.). Elle est très connu pour ses usages interne et externe, doté d'une grande efficacité.

Les infusions de la sauge sont appliquées pour le traitement de plusieurs maladies de la circulation sanguine et les troubles digestifs et les problèmes du système nerveux (**Radulescu et al., 2004**).

II.9. Toxicité

Généralement, il n'y a pas de rapports sur les effets secondaires négatifs associés à *Salvia officinalis* L. Malgré leur utilisation pendant de nombreux siècles. L'utilisation normale de la sauge est très sûre ; cependant, il pourrait y avoir un effet négatif sur l'utilisation de *S.officinalis* en quantité excessive, ce qui peut être causé par le contenu élevé de la thuyone (**Hamidpour et Shahlari, 2014**). Aucune toxicité aigue ou chronique n'as était observée aux doses usuelles des feuilles de sauge (jusqu'à 15 gouttes par jours) (**Rayaud, 2006**).

Cependant, la thuyone provoque non seulement un effet local irritant, mais également des effets centraux psycho mimétiques, après sa résorption. Une consommation chronique de thuyone peut ainsi conduire à des troubles irréversibles du système nerveux central, à des perturbations des fonctions hépatiques, rénal et cardiaques (**Teuscher et al., 2005**). Il est alors recommandé d'éviter de dépasser trois tasses d'infusions de sauge par jour afin que l'apport en thuyone soit inférieur à 3 mg et le traitement ne doit pas dépasser 15 jours.

Chapitre III : Les extraits de sauge et les huiles essentielles

III.1. Qu'est ce qu'un extrait de plante ?

Un extrait de plante fraîche est un extrait hydro-alcoolique d'une plante (ou partie de plante). Il est fabriqué et contrôlé selon les exigences de la Pharmacopée. Et il est fabriqué comme suit :

Après la récolte, la plante (ou partie de plante) est broyée et mise à macérer pendant minimum trois semaines dans un mélange eau / alcool biologique. Ce mélange est remué chaque jour. Ce procédé permet d'extraire le maximum de substances actives solubles dans l'eau et l'alcool. La solution ainsi obtenue est ensuite pressée, décantée puis filtrée pour obtenir l'extrait de plante (<https://www.ladrome.bio/histoire-de-plante/zoom-extraits-plantes-fraiches/>).

III.2. Polyphénols de sauge

Les feuilles de sauge sont connues pour leurs propriétés médicinales et ceci revient à leur richesse en polyphénols. *Salvia officinalis* contient l'acide rosmarinique et ses dérivés, et des flavonols (apigénin, luteolin, et leurs dérivés) (Lu et Yeap, 2001).

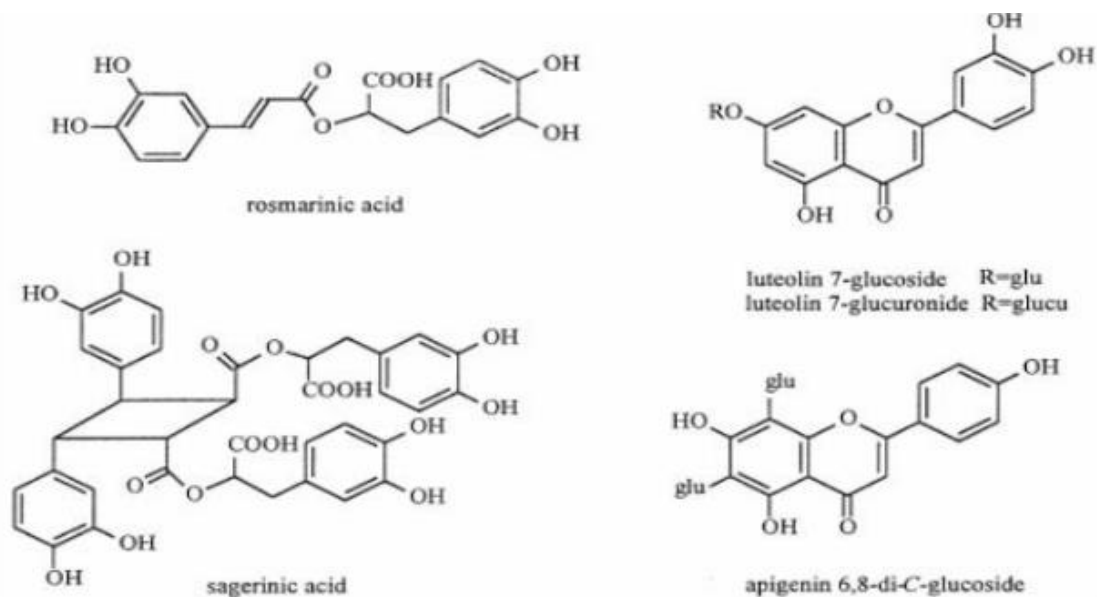


Figure05 : Structures chimiques des polyphénols de *Salvia officinalis* (Lu et Yeap, 2001).

Tableau 02 : Classification des composés phénoliques (Vermerris et Nicholson, 2006).

Structure	Classe
C6	Phénol simple
C6-C1	Acide phénolique et composante liée
C6-C2	Acetophenone et acide phenylacetique
C6-C3	Acide cinnamique, aldéhyde cinnamyle et alcool cinnamyle
C6-C2	Coumarine, isocoumarine et chromone
C15	Chalcones, aurones, dihydrochalcones
C15	Flavanes
C15	Flavones
C15	Flavonones
C15	Flavonoles
C15	Anthocyanidines
C30	Biflavonyls
C6-C1-C6, C6-C2-C6	Benzophenones, xanthones, stilbenes
C18	Quinones
Lignans, neolignans	Betacyanines
Lignin	Dimers ou oligomers
Tannins	Oligomers ou polymers
Phlobaphenes	Polymers

Tableau 03 : Principales classes de composés phénoliques identifiées dans les feuilles de *Salvia officinalis* L. (MILADINOVIC, 2000).

Classes	Composés
Acides Phénoliques	Acide gallique, Acide 3-0-caffeoylquinique, Acide 5-0-caffeoylquinique, A ci de caféique, Acide rosmarinique, Acide salvianolique et dérivée, Melitrate A méthyl saugecoumarine, Acide saugerinique, Tanshinone II A, Acide lithospermique, Acide yunnanéiques, Acide A melitrique, Acide royleanonique et Acide oléanolique.
Diterpènes Phénoliques	Acide carnosolique, Rosmadials, Carnosote de méthyl, Carnosol, Epirosmanol, Epiisorosmanol methyl ether et Epiisorosmanol ethyl ether
Lavonoides et dérivés	Hesperidine, Apigenine, Hispiduline, Cirsimaritine, Genkwanine, Lutéoline et Luteoline 7- glucoside.
Tannins	Catéchine et Salvia tannins

III.3. Les huiles essentielles

Les huiles essentielles semblent avoir accompagné la civilisation humaine depuis ses premières genèses Les égyptiens puis les grecs et les romains ont employé diverses matières premières végétales ainsi que les produits qui en découlent, notamment les huiles essentielles. Ces utilisations concernaient différents domaines : parfumerie, médecine, rites religieux, coutumes païennes, alimentation, etc (BESOMBES, 2008).

III.3.1. Définition

Les huiles essentielles (essences = huiles volatiles) sont "des produits de composition généralement assez complexe renfermant les principes volatils contenus dans les végétaux et plus ou moins modifiés au cours de la préparation" (**Bruncton, 1993**).

Elles diffèrent des huiles fixes (huile d'olive,...) et des graisses végétales par leur caractère volatile ainsi que leur composition chimique. (**BALZ, 1986**).

Plus récemment, la norme (**AFNOR NF T 75-006 5 février 1998**) a donné la définition suivante d'une huile essentielle : « produit obtenu à partir d'une matière première végétale soit par entraînement à la vapeur soit par procédés mécaniques à partir de l'épicerpe des citrus soit par distillation sèche ». (**BRUNETON, 2005**).

Elles sont obtenues à partir de feuilles, de graines, de bourgeons, de fleurs de brindilles, d'écorces, de bois, de racines, de tiges ou de fruits mais également à partir de gommages qui s'écoulent du tronc des arbres. Les huiles essentielles sont obtenues par hydrodistillation, expression à froid, comme les agrumes. De nouvelles techniques permettant d'augmenter le rendement de production, ont été développées, comme l'extraction au moyen de dioxyde de carbone liquide à basse température et sous haute pression ou l'extraction assistée par ultrasons ou micro-ondes (**Besombes, 2008**).

III.3.2. Composition chimique

Comme toute substance, les huiles essentielles se caractérisent par une composition chimique analysable et très variable. Le nombre de composants isolés est d'environ des milliers et il en reste beaucoup à découvrir (**BACIS, 1999**). Cependant on peut les regrouper en familles de substances chimiques. Ce sont ces molécules connues et chimiquement définies qui confèrent aux huiles essentielles leurs propriétés thérapeutiques (**Franchomme et al., 1990**).

Tableau 04: Résumé des principales familles biochimiques, leurs propriétés pharmacologiques dans lesquelles elles sont présentes

Principales familles Biochimiques de molécules aromatiques	Propriétés thérapeutiques	Toxicité
Acides (Acide salicylique, myrténique...)	Puissants anti-inflammatoires Antalgiques	Pas de toxicité à dose physiologique
Aldéhydes terpéniques (Citronnellal, géranial, néral...)	Anti-inflammatoires Sédatives	Irritation cutanée
Coumarines (Citroptène...)	Anticoagulantes (efficace même à l'état de trace) Hypotensives Sédatives, hypnotiques	Photosensibilisantes

Esters (Acétate d'eugényle, acétate de linalyle...)	Puissants antispasmodiques Anti-inflammatoires Antalgiques Fongicides Calmantes, relaxantes, sédatives	Pas de toxicité à dose thérapeutique
Ethers (carvacrol méthyl éther...)	Puissants antispasmodiques Relaxantes (plus puissantes que les esters) Antihistaminiques Antalgiques Antivirales	Attention aux Cis-anéthole et asarone neurotoxiques et abortives
Cétones (thujone, menthone...)	Mucolytiques Expectorantes Cicatrisantes Antiparasitaires	Neurotoxiques abortives Attention à la toxicité en fonction de la dose
Monoterpènes (camphène, limonène...)	Puissants décongestionnants respiratoires Antiseptiques Cicatrisantes (restructuration du tissu conjonctif, emploi de courte durée sur la peau et les muqueuses si utilisé pur)	Dermocaustiques Attention au genévrier qui peut provoquer une inflammation chez les patients souffrant d'insuffisance Rénale
Monoterpénols (famille des alcools) (linalol, géraniol...)	Immunostimulantes Puissants Antibactériens Virucides Fongicides	Pas de toxicité à dose physiologique
Oxydes terpéniques (linaloxyde, 1,8 cinéole...)	Expectorantes Décongestionnantes Mucolytiques Antibactériennes Antivirales Antiparasitaires	Pas de toxicité sauf l'ascaridole et menthofurane (hépatotoxique et neurotoxique)
Phénols (famille des alcools) (thymol, carvacrol, eugénol...)	Puissants antibactériens Antivirales Antifongiques Antiparasitaires Immunostimulantes	Dermocaustiques à l'état pur Hépatotoxiques
Sesquiterpènes (cadinène, sélinène...)	Anti-inflammatoires Sédatives Antiallergiques	Pas de toxicité à dose physiologique

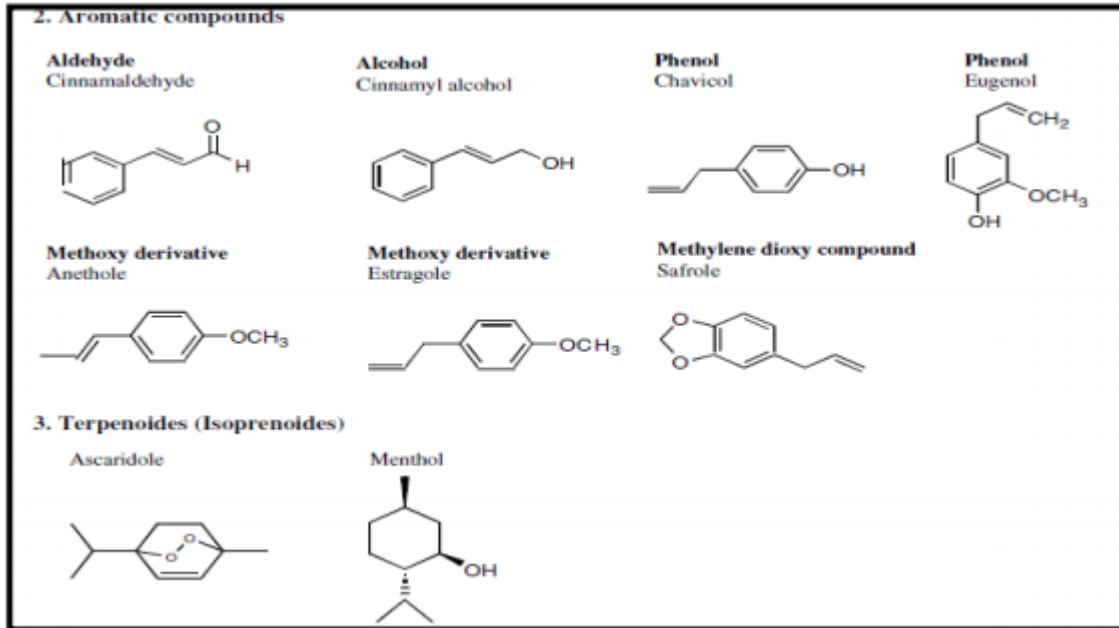


Figure 06 : Structure chimique de quelques composés des huiles essentielles (**BAKKALI et al., 2008**)

III.3.3. Procédé d'extraction des huiles essentielles

Différentes méthodes sont mises en œuvre pour l'extraction des essences végétales, cette diversité est due à la variété des matières premières et à la sensibilité considérable de certains de leurs constituants (**LEGRAND, 1993**).

- 1-Extraction par distillation.
- 2-Extraction par hydrodistillation.
- 3- Extraction par entraînement à la vapeur d'eau.
- 4- Hydrodiffusion.
- 5- Extraction à froid.
- 6- Extraction par solvants organiques.
- 7- Extraction au CO₂ supercritique.
- 8- Extraction par micro-onde.

III.3.4. Propriétés des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont doté de plusieurs propriétés bénéfiques pour la santé humaine, on peu en citer certaines de c'est propriétés :

III.3.4.1. Propriétés antibactériennes

Du fait de la variabilité des quantités et des profils des composants des huiles essentielles, il est probable que leur activité antimicrobienne ne soit pas attribuable à un mécanisme unique, mais à plusieurs sites d'action au niveau cellulaire (**Carson et al., 2002**). L'utilisation des huiles essentielles comme agents antibactériens semble être une solution alternative intéressante pour contrôler la présence des bactéries pathogènes dans les aliments. (**GHASEMI PIRBALOUTI et al., 2010**).

III.3.4.2. Propriétés antivirales

Les virus sont assez sensibles aux huiles essentielles à phénol et à monoterpénol. Plus d'une dizaine d'huiles essentielles possèdent des propriétés antivirales (**MAYER, 2012**). Des chercheurs ont montré que certains composés spécifiques des huiles essentielles, testés séparément, possèdent une activité antivirale remarquable. Il s'agit de l'acétate d'anéthole, carvone, bêta-caryophyllène, citral, eugénol, limonène, linalol et linalyle (**BELAICHE, 1979**).

III.3.4.3. Propriétés antifongiques

Dans le domaine phytosanitaire et agroalimentaire, les huiles essentielles ou leurs composés actifs pourraient également être employés comme agents de protection contre les champignons phytopathogènes et les microorganismes envahissant la denrée alimentaire (**Lis-Balchin, 2002**).

III.3.4.4. Propriétés Antioxydantes

Le pouvoir antioxydant de ces huiles est développé comme substitut dans la conservation alimentaire, ce sont surtout les phénols et les polyphénols qui sont responsables de ce pouvoir (**Richard, 1992**). L'idée étant d'apporter les antioxydants sous la forme de suppléments ou d'additifs alimentaires. L'activité antioxydante est souvent évaluée soit par les tests d'inhibition de la peroxydation des lipides *in vitro*, soit par le piégeage des radicaux libres d'ABTS ou de DPPH (**Re et al., 1999**).

Partie 2 : PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre I : Matériel et méthodes

I.1. Matériel végétal

La plante utilisée est une plante médicinale connue pour ses propriétés antimicrobienne la sauge officinale (*Salvia officinalis* L), le but est bien entendu la valorisation de cette dernière, le matériel utilisé est constitué principalement de feuilles.

I.2. Tests phytochimiques

C'est tests consiste à détecter l'ensemble des différentes familles de composés existante dans les feuilles (qui est la partie étudié) à partir de réactions qualitatives de caractérisation. Elles sont surtout basées soit sur des colorations par des réactifs spécifiques ou soit des phénomènes de précipitation.

I.2.1. Les saponosides

On rajoute 80 ml d'eau distillé a 2g de la poudre de plante, et le mélange est mis en ébullition, ensuite après filtration on le laisse refroidir, le filtrat est par la suite agité verticalement, une mousse apparait indiquant la présence des saponines (**Karumi et al., 2004**).

I.2.2. Les tannins

On prend cette fois si 10g de poudre sèche de plante et les tannins sont extraits avec 200ml d'une solution aqueuse de C_2H_5OH à 1%. On procède à la filtration et on teste le filtrat à l'aide de quelques gouttes de $FeCl_3$, la présence de tannins est indiquée par l'apparition d'une couleur verte (**Karumi et al., 2004**).

I.2.3. Les alcaloïdes

On prend 10g de la drogue végétal pulvérisée. Quelques millimètres de HCl à 1% est ajoutée à la poudre, puis le mélange est laisser en macération pour une durée de 30 min. le mélange est alors filtré est à l'aide du réactif de Mayer une solution trouble apparait indiquant la présence des alcaloïdes. (**Dohou et al., 2003**).

I.2.4. Stérols et terpènes

On ajoute 5ml de $CHCl_3$ et 2 ml d'acide acétique à 2ml du filtrat de poudre de plante, quelques gouttes de H_2SO_4 sont ajoutées par la suite. Un cercle marron claire se forme dans la zone de contact entre les deux liquides indiquant la présence de stérols et terpènes (**Rafia et al., 2010**).

I.2.5. Les flavonoïdes

On met 10g de poudre sèche de la plante dans 1500 ml d'une solution d'HCl diluée à 1% et on laisse macérer pour une durée de 24h. Après filtration, on prend 10 ml du filtrat et

par l'ajout de NH_4OH on rend le filtrat basique, l'apparition d'une couleur marron dans la partie supérieure du tube à essai indique la présence de flavonoïdes (Okumu, 2005).

I.2.6. Mucilages

On ajoute 5ml d'alcool absolu (alcool à 95%) à 1ml de la solution à analyser l'apparition de précipités floconneux indique la présence de mucilage (Adiaratou, 2001).

I.3. Méthode de préparation de l'extrait de *Salvia officinalis*

On note l'utilisation des feuilles de *Salvia officinalis* dans la préparation des extraits aqueux (les flavonoïdes) par macération dans le méthanol aqueux.

I.3.1. La macération

La macération a pour principe de laisser séjourner un solide dans un liquide froid afin d'en extraire les composés solubles (les flavonoïdes).

Dans le cas de la macération à l'eau, les plantes doivent être versées dans le liquide froid ou tiède pendant quelques heures (10 ou 12 heures) (Pierre et Lis, 2007). Les macérations à l'eau ne doivent pas dépasser une douzaine heures par risque d'oxydation et de fermentation du liquide (Pierre et Lis, 2007)

I.3.2. Préparation des extraits (Extraction type solide/ liquide)

Après le broyage du matériel végétal (feuille) nous prenons une quantité de 141g de la feuille (100g pour l'extrait méthanoïque, 41g pour l'extrait brut) à température ambiante dans un mélange méthanol-eau (70/30 :v/v) de l'extrait méthanoïque et (80/20 :v/v) de l'extrait brut avec une agitation de temps à autre. Cette opération est répétée trois fois successivement pendant une durée comprise entre 24 et 48 heures avec renouvellement du solvant continuellement pour augmenter la masse de l'extrait. Après filtration sur papier filtre, le filtrat est concentré au Rotavapeur à la température 40C° et à une vitesse de rotation 3. On obtient alors l'extrait hydro-alcoolique brut de la feuille ensuite les extraits sont conservés dans un réfrigérateur à 4C° .

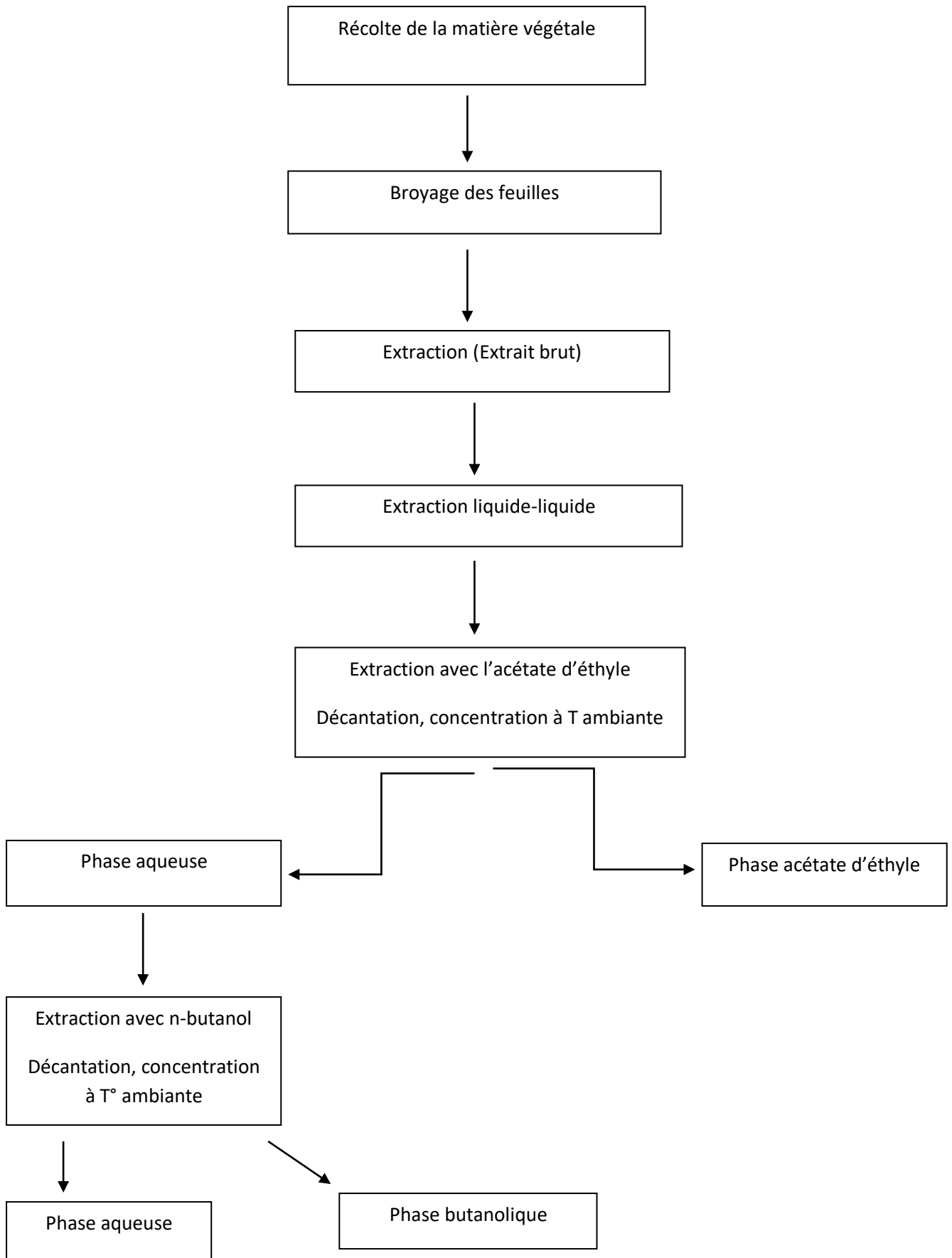


Figure 07 : Méthode d'extraction des flavonoïdes

I.3.3. Extraction type liquide /liquide

L'extrait méthanoïque sec de feuille est utilisé pour une autre extraction dans les mêmes conditions mais cette fois-ci grâce à d'autres solvants de polarité croissant, utilisant du n-butanol et de l'acétate d'éthyle. Se sont deux solvants organiques spécifiques des composés phénoliques et des flavonoïdes. Les extraits méthanoïques des feuilles sont initialement mélangés avec 60ml d'acétate d'éthyle, On agite bien et on laisse le mélange pour une durée d'au moins 24h jusqu'à l'obtention de deux phases, une phase organique et une phase aqueuse, comme on vient de voir précédemment (**Figure06**) On récupère la phase organique dans un récipient et on répète la procédure trois fois successivement. On suit la même procédure pour le solvant du n-butanol. Ce qui nous permet d'obtenir les extraits organiques suivant :

- extrait d'acétate d'éthyle de feuille
- extrait n-butanol de feuille

Qui seront conservés à une T° ambiante jusqu'à leur utilisation.

I.4.Détermination de rendement d'extraction

Le rendement de différents extraits est le rapport entre la masse de l'extrait sec obtenue et la masse du matériel végétal utilisé. On le calcule par le biais de l'équation suivante :

$$R (\%) = 100 \text{ Mext/Méch}$$

- Mext: est la masse de l'extrait après évaporation du solvant en gramme ;
- Méch: est la masse sèche la plante en gramme ;
- R: est le rendement en %.

I.5. Tests d'activité antimicrobienne des extraits

La détection des propriétés biologiques nécessaires pour la survie des plantes est parmi les bases dans la recherche de propriétés biologiques similaires pour combattre différents micro-organismes responsables de plusieurs maladies infectieuses chez l'homme et l'animal. Ces recherches ont tendance à faire face à la résistance aux antibiotiques des micro-organismes pathogènes (**Miguel, 2010**).

Les méthodes les plus utilisées pour le test d'activité antimicrobienne sont :

- Méthode de la concentration minimale inhibitrice (CMI)
- Méthode de diffusion sur milieu gélosé

Les micro-organismes les plus souvent utilisés :

Tableau 05 : Nature des souches les plus utilisés

Bactérie	Nature
<i>Escherichia coli</i>	Bacille Gram –
<i>Bacillus subtilus</i>	Bacille Gram+
<i>Staphylococcus aureus</i>	Cocci Gram+
<i>Micrococcus luteus</i>	Cocci Gram –
<i>Pasteurella multocida</i>	Bacille Gram-
<i>Salmonella Enteritidis</i>	Bacille Gram -

I.5.1. Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI)

I.5.1.1. Définition

CMI : concentration minimale inhibitrice: plus petite concentration d'antibiotique qui inhibe toute culture visible d'une souche bactérienne après 18 heures de culture à 37°C. Cette valeur caractérise l'effet bactériostatique d'un antibiotique (**ARCHAMBAUD, 2000**).

I.5.1.2. Principe

Cette méthode consiste à inoculer dans un milieu gélosé contenant une gamme de concentrations décroissantes en extraits de plantes à étudier une suspension bactérienne. L'observation de la gamme après incubation permet d'accéder à la Concentration Minimale Inhibitrice (CMI), correspondant à la plus faible concentration en extraits capable d'inhiber la croissance bactérienne visible (**Laouer et al., 2003**).

I.5.2. Méthode de diffusion sur milieu gélosé

I.5.2.1. Définition

La méthode de diffusion très utilisée en microbiologie (antibiogramme et antifongogramme).

L'antibiogramme standard : est un test in vitro de sensibilité d'un germe à un ou plusieurs antibiotiques par la technique de diffusion sur milieux gélosés. Qui a pour but de guider le clinicien dans le choix d'un antibiotique afin de traiter une infection bactérienne.

I.5.2.2. Principe

Elle consiste à mettre la substance inhibitrice dans un puit tracé sur la gélose inoculée par la souche cible au préalable. La substance inhibitrice diffuse dans le milieu provoque un gradient de concentration décroissant autour du puit. Ainsi, la bactérie se développera si la concentration en antibiotique est inférieure à la concentration minimale inhibitrice (CMI). Ce gradient couvre une zone qui, en fonction des molécules, va de 0,016 à 256 mg/L ou de 0,002 à 32 mg/L. matérialiser par une zone circulaire d'inhibition de la croissance bactérienne, en fonction du microorganisme en question il sera qualifié soit de résistant ; sensible ou intermédiaire (**Nicolas & Daniel, 1998**).

I.6. Extraction des Huiles essentielles à partir des feuilles de *Salvia officinalis L*

Une quantité de 150g des feuilles sèches *Salvia officinalis L.* est prise puis mise dans un ballon en verre pyrex, puis il y auras addition de 2000 ml d'eau distillée. Ensuite l'ensemble est porté à ébullition, une fois l'apparition de la première goutte de distillat à la sortie du tube de condensation de la vapeur est noté, l'huile essentielle est entraînée par la vapeur d'eau. Qui est par la suite condensée à l'aide d'un condensateur. Le temps de cette extraction est d'environ 2 heures. Le distillat obtenu est récupéré dans une ampoule à décanter. Le mélange sera laissé au repos quelques minutes, ce qui en résulte l'apparition de deux phases, la phase organique (huile essentielle) et l'autre est aqueuse. En fin, le distillat est recueilli dans un tube à essai et l'huile essentielle de feuilles sèches de la sauge sera par la suite récupérée dans un flacon en verre stérile fermé hermétiquement ou il sera conservé à une T° voisine à 4°C.

I.7. Détermination du rendement d'extraction d'huiles essentielles

Le rendement est le rapport de la quantité d'huiles essentielle récupérée sur la quantité de la plante qui a été traité par hydrodistillation et qui est exprimé en pourcentage (%) selon la formule suivante :

$$R = P_B / P_A * 100$$

R : Rendement d'huile essentielle en (%)

P_B : quantité d'huile récupéré en g

P_A : quantité de la plante utilisé en g (Hallel, 2011).

I.8. Test d'activité antimicrobienne de l'huile essentielle

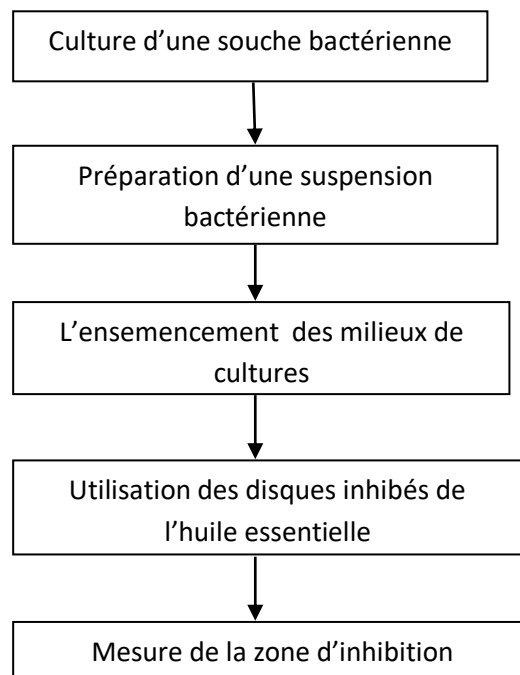


Figure 08 : Le protocole du test de l'activité antimicrobienne

CMI des huiles essentielles : Du fait de la non miscibilité des huiles essentielles à l'eau et donc incorporable au milieu de culture, la mise en émulsion est réalisée grâce à une solution de diméthylsulfoxyde pour favoriser le contact entre germe et composé. Des dilutions sont ensuite préparées dans des tubes à hémolyse contenant chacun 1350 ul de diméthylsulfoxyde et on ajoute 150 ul de chacune des dilutions afin d'obtenir les concentrations finales ensuite on procède à l'agitation avant de verser dans des boîtes de Pétri. Des témoins, contenant la solution de diméthylsulfoxyde seule, on ajoute 10 ml de milieu Mueller Hinton pour les bactéries et levure stérilisés à l'autoclave pendant 20 min à 121 °C puis refroidis à 45 °C.

Chapitre II : Résultats et discussion

II.1. Etude de l'activité antimicrobienne des extraits

II.1.1. Résultats (selon Hemeg et al., (2020))

Selon l'étude menée par **H.A. Hemeg et al (2020)** qui avait pour but d'évaluer l'effet antimicrobien des extraits de différentes plantes sur différentes populations microbiennes de gram + et de gram – et qui sont : (*S aureus*, *E. coli*, *Pasteurella multocida*, *B. cereus*, *Salmonella Enteritidis* et *M. gallisepticum*). Les extraits qui vont nous intéresser particulièrement pour notre étude sont ceux de la sauge (*Salvia officinalis*). Durant cette étude la technique standard de diffusion sur disque d'agar et la concentration minimale inhibitrice (CMI) ont été utilisés. Les extraits ont révélé des résultats variables contre les micro-organismes étudiés.

Tableau 06 : Activité antimicrobienne des extraits de *Salvia officinalis* sur six micro-organismes avec la méthode de diffusion sur disque (**Hemeg et al., 2020**).

Organismes	Zone d'inhibition des extraits (mm)			
	10%	25%	50%	100%
<i>S. aureus</i>	3.5 ± 0.32	9.45 ± 0.35	13.5 ± 0.25	17.05 ± 1.05
<i>B. cereus</i>	7.5 ± 0.32	10.05 ± 0.25	14.2 ± 0.05	16.45 ± 1.05
<i>E. coli</i>	9.5 ± 1.32	12.25 ± 1.05	16.5 ± 0.75	19.25 ± 0.65
<i>S. Enteritidis</i>	7.75 ± 0.52	10.05 ± 0.35	14.5 ± 0.15	16.25 ± 0.75
<i>P. multocida</i>	-	-	7.5 ± 0.25	9.05 ± 1.05
<i>M. gallisepticum</i>	-	-	-	-

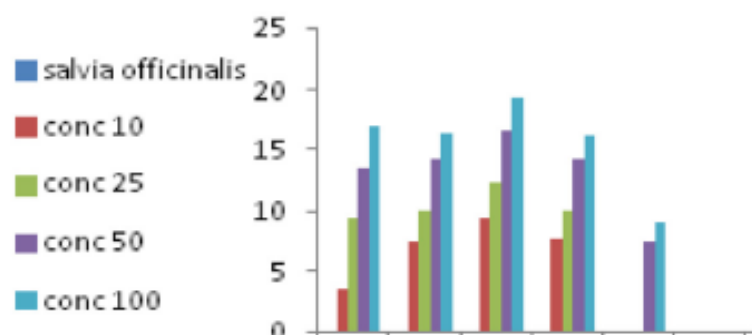


Figure 09 : Graphique représentant l'activité antimicrobienne des extraits de *Salvia officinalis* sur six micro-organismes avec la méthode de diffusion sur disque (Hemeg et al., 2020).

Tableau 07 : Activité antimicrobienne d'agents antimicrobiens commerciaux sur six microorganismes à l'aide de la méthode de diffusion sur disque (Hemeg et al., 2020).

Organismes	Zone d'inhibition (mm)						
	Amoxicill in-Clavulini c (10 lg)	Ampicil lin (10 lg)	Vancomyc in (30 lg)	Lincomy cin (30 lg)	Gentamic in (10 lg)	Streptomy cin (10 lg)	Tetracycli ne (30 lg)
<i>S. aureus</i>	25 ± 0.71 (S)	13.0 ± 0.4 (R)	17.0 ± 0.4 (S)	27.0 ± 0.65 (S)	10.0 ± 0.23 (R)	12.0 ± 1.15 (R)	11.0 ± 0.71 (R)
<i>B. cereus</i>	23.0 ± 0.45 (S)	11.0 ± 1.25 (R)	18.0 ± 1.15 (S)	25.0 ± 0.02 (S)	10.0 ± 0.54 (R)	10.0 ± 0.71 (R)	17.0 ± 0.49 (I)
<i>E. coli</i>	17.0 ± 1.15 (I)	10.0 ± 0.71 (R)	19.0 ± 0.25 (S)	21.0 ± 0.25 (S)	21.0 ± 0.4 (S)	15.0 ± 0.75 (I)	10.0 ± 1.15 (R)
<i>S. Enteritidis</i>	16.0 ± 0.25 (I)	9.0 ± 1.15 (R)	19.0 ± 0.75 (S)	20.0 ± 1.15 (S)	22.0 ± 0.69 (S)	19.0 ± 0.4 (S)	13.0 ± 0.36 (S)
<i>P. multocid</i>	23.0 ± 1.05 (S)	8.0 ± 0.25 (R)	10.0 ± 0.55 (R)	17.0 ± 0.4 (I)	9.0 ± 0.71 (R)	11.0 ± 0.25 (R)	18.0 ± 0.25 (I)
<i>M. gallisepticum</i>	15 ± 1.15 (I)	10.0 ± 0.85 (R)	11.0 ± 1.25 (R)	21.0 ± 0.89 (S)	8.0 ± 0.46 (R)	11.0 ± 1.25 (R)	16.0 ± 0.4 (I)

S = sensible

I = Intermédiaire

R = Résistante

Tableau 08 : La concentration minimale inhibitrice (CMI) et la concentration bactéricide minimale (CMB) des extraits de *Salvia officinalis* sur six micro-organismes (**Hemeg et al., 2020**).

Organismes	CMI (µg/ml)	CMB (µg/ml)
<i>S. aureus</i>	5000.00	1250.00
<i>B. cereus</i>	625.00	625.00
<i>E. coli</i>	2500.00	2500.00
<i>S. Enteritidis</i>	2500.00	1250.00
<i>P. multocid</i>	-	-
<i>M. gallisepticum</i>	-	-

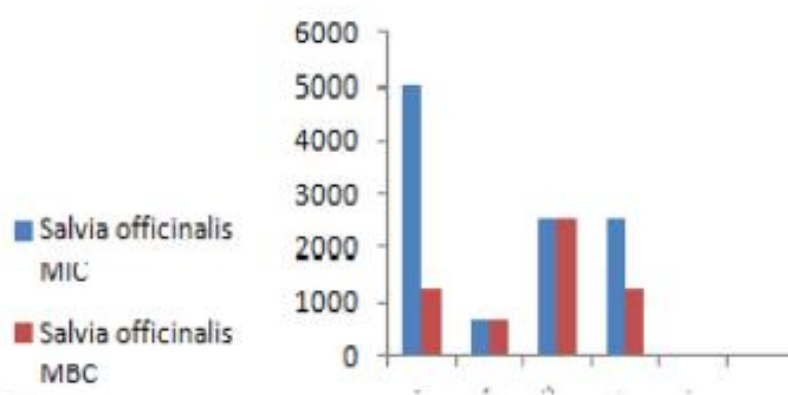


Figure 10 : Graphique représentant La concentration minimale inhibitrice (CMI) et la concentration bactéricide minimale (CMB) des extraits de *Salvia officinalis* sur six micro-organismes (**Hemeg et al., 2020**).

Discussion

Le criblage phytochimique durant l'étude menée par **Hemeg et al., (2020)** a révélé l'existence de plusieurs classes de métabolites tels que les alcaloïdes, les polyphénols, les flavonoïdes, anthraquinones, coumarines, saponines, tanins, triterpènes et stéroïdes. Plusieurs molécules qui ont une activité sur certains micro-organismes pathogènes (**Cowan, 1999 ; Awouafack et al., 2013 ; Tsopmo et al., 2013 ; Erfan et Marouf, 2019 ; Hemeg et al., 2020**). L'existence de tels métabolites dans les extraits de *Salvia officinalis* peuvent donner une explication préliminaire sur leurs propriétés antimicrobiennes et leurs activités antibactériennes. Les extraits de *Salvia officinalis* sont riches en métabolites secondaires ; cependant, l'activité antibactérienne de ses derniers ne dépend pas seulement de l'existence de métabolites secondaires, mais aussi de leur concentration et de leurs interactions possibles avec d'autres composants (**Dzotam et al., 2016 ; Hemeg et al., 2020**). L'effet antibactérien des tanins attribués à leurs capacités à réagir avec les protéines pour former composants insolubles dans l'eau stables à l'aide de la paroi cellulaire bactérienne (**Dangoggo et al., 2012 ; Hemeg et al., 2020**). Autrement dit, il peut se lier à la proline qui est riche en protéines et interfère avec la synthèse des protéines (**Shimada, 2006 ; Hemeg et al., 2020**), et aussi

l'activité antimicrobienne des saponines peut provoquer une fuite de protéines et de certaines enzymes de la cellule (propriétés de type détergent). L'effet antibactérien des alcaloïdes en raison de leur capacité à s'interchélérer avec l'ADN des deux bactéries Gram positif et négatif et interfèrent aussi avec la division cellulaire (**Bukar et al., 2015**), tandis que l'activité des flavonoïdes est due à leur capacité à se lier avec des protéines intracellulaires et solubles et aussi leur capacité à se lier aux parois cellulaires des bactéries tant dis que les propriétés antibactériennes des stéroïdes sont dues à l'aide d'un complexe avec les lipides membranaires qui exerce son action en provoquant une fuite (**Marjorie, 1999**).

L'activité antibactérienne de l'extrait de *S. officinalis* contre *S. aureus*, *E. coli* et *Salmonella Enteritidis*, viens confirmer les résultats déjà rapporté par **Velckovic et al., (2003)** qui ont découvert que l'extrait éthanolique de sauge possède une activité antibactérienne contre *S. aureus*, *B. subtilis*, *E. coli* et *Salmonella Enteritidis*. **Lai et Roy, (2004)** ont également rapporté que l'extrait de sauge est efficace contre *B. cereus*, *S. aureus* et *Vibrio parahaemolyticus*. La présence de certains composés comme l'apienène, camphre, 1,8-cinéole, bornéol dans l'extrait de *Salvia officinalis* lui vaut cet effet antibactérien.

II.1.2. Résultats (selon Pavić et al., (2019))

L'étude menée par **Pavić et al., (2019)** avait pour but d'étudier les effets antioxydant et antimicrobiens des extraits de feuilles de sauge à base de l'acide carnosique et du carnosol (*Salvia officinalis* L.), pour notre étude nous allons nous intéresser aux effets antimicrobiens de ces acides. Les propriétés antimicrobiennes des extraits ont été testées sur quatre souches bactériennes : *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis* et *Staphylococcus aureus*. L'extrait avec une teneur en acide carnosique de 116 g mg⁻¹ et une teneur en carnosol de 60,6 g mg⁻¹ se sont avéré les agents les plus puissants contre *B. subtilis*.

Tableau 09 : Comparaison des concentrations minimales inhibitrices (CMI) et la réduction de croissance (CI₅₀) d'extraits fluides supercritiques de feuilles de sauge contre *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis* et *Staphylococcus aureus* (µg mL⁻¹) (**Pavić et al., 2019**).

Run	CMI (µg mL ⁻¹)				CI ₅₀ (µg mL ⁻¹)			
	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>S. aureus</i>
1	31.25	31.25	15.625	31.25	29.53 ± 0.16	28.54 ± 0.05	12.45 ± 0.08	17.17 ± 0.09
2	31.25	31.25	15.625	31.25	27.89 ± 0.07	26.28 ± 1.76	12.69 ± 0.07	23.90 ± 0.10
3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

4	31.25	31.25	15.625	15.625	27.03 ± 0.55	25.75 ± 0.52	13.97 ± 0.07	14.53 ± 0.04
5	31.25	31.25	15.625	31.25	31.18 ± 0.05	16.33 ±0.26	12.77 ± 0.06	22.75 ± 0.13
6	31.25	31.25	15.625	15.625	31.08 ± 0.08	17.82 ± 0.39	10.82 ± 0.02	14.61 ± 0.08
7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
9	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
11	31.25	31.25	15.625	15.625	28.43 ± 0.36	22.23 ± 0.61	12.70 ± 0.08	14.10 ± 0.10
12	62.50	31.25	15.625	15.625	39.68 ± 0.21	22.36 ± 0.79	14.02 ± 0.16	14.12 ± 0.18
13	62.50	31.25	15.625	15.625	37.80 ± 0.83	23.78 ± 0.44	13.18 ± 0.08	12.46 ± 0.10
14	31.25	31.25	15.625	15.625	24.85 ± 0.08	23.57 ± 1.21	12.51 ± 0.11	15.04 ± 0.13
15	31.25	31.25	15.625	15.625	20.29 ± 0.62	27.98 ± 1.24	13.01 ± 0.16	13.75 ± 0.04
16	62.50	31.25	15.625	15.625	40.44 ± 0.19	23.61 ± 0.53	13.43 ± 0.04	17.91 ± 0.67
G	0.976	0.976	1.953	3.906	0.58 ± 0.10	0.91 ± 0.07	1.83 ± 0.01	3.06 ± 0.06

ND: Non déterminé. Données sur la G-gentamicine exprimées en moyenne ± S.D.

Tableau 10 : Inhibition de la croissance bactérienne en présence d'extraits fluides supercritiques de feuilles de sauge contre *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis* et *Staphylococcus aureus*

Run	Inhibition de la croissance (%)							
	<i>E. coli</i>		<i>P. aeruginosa</i>		<i>B. subtilis</i>		<i>S. aureus</i>	
	62.5 µg mL ⁻¹	15.625 µg mL ⁻¹	62.5 µg mL ⁻¹	15.625 µg mL ⁻¹	62.5 µg mL ⁻¹	15.625 µg mL ⁻¹	62.5 µg mL ⁻¹	15.625 µg mL ⁻¹
1	98.34 ± 0.35	16.73 ± 0.51	96.62 ± 1.84	31.93 ± 3.22	98.84 ± 0.29	72.19 ± 0.22	98.32 ± 0.06	46.33 ± 0.15
2	93.04 ± 0.19	20.10 ± 0.59	91.42 ± 1.56	35.39 ± 0.57	98.26 ± 0.44	71.80 ± 0.83	97.56 ± 0.22	21.97 ± 1.17
3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4	97.17 ± 0.28	14.45 ± 1.18	97.36 ± 0.30	38.30 ± 0.79	99.48 ± 0.10	61.62 ± 0.43	98.31 ± 0.12	57.57 ± 0.36
5	95.82 ± 0.28	23.91 ± 0.34	93.30 ± 0.65	49.41 ± 0.22	97.39 ± 0.42	68.05 ± 0.74	96.57 ± 0.87	32.24 ± 0.16
6	99.05 ± 1.19	39.22 ± 0.06	95.91 ± 0.96	49.63 ± 0.08	98.33 ± 0.38	76.79 ± 0.88	97.80 ± 0.57	55.47 ± 0.77
7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
9	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
11	95.75 ± 1.62	28.04 ± 1.18	95.07 ± 1.29	44.10 ± 1.02	98.88 ± 0.22	72.31 ± 0.39	97.74 ± 0.19	56.69 ± 0.59
12	94.96 ± 0.35	20.21 ± 3.00	97.78 ± 1.37	31.93 ± 3.22	99.00 ± 0.22	60.99 ± 1.31	97.98 ± 0.09	60.77 ± 1.56
13	97.41 ± 0.82	26.80 ± 3.62	98.07 ± 0.41	41.50 ± 3.88	98.72 ± 0.22	67.30 ± 0.10	97.37 ± 0.66	74.93 ± 0.30
14	97.03 ± 0.24	37.76 ± 0.25	99.15 ± 0.15	39.71 ± 2.95	99.28 ± 0.18	71.42 ± 0.64	97.55 ± 0.18	52.30 ± 0.60

15	97.47 ± 1.10	40.72 ± 1.30	97.45 ± 0.70	42.32 ± 2.04	99.41 ± 0.45	69.85 ± 0.65	98.24 ± 0.29	61.11 ± 0.29
16	96.77 ± 0.41	28.47 ± 3.18	97.26 ± 2.11	40.38 ± 1.19	98.81 ± 0.11	65.04 ± 0.58	97.00 ± 0.86	46.29 ± 1.28
G	98.18 ± 0.76	95.00 ± 0.17	99.83 ± 0.02	96.83 ± 0.02	99.86 ± 0.14	94.83 ± 0.71	98.58 ± 0.56	97.00 ± 0.67

ND: Non déterminé. Données sur la G-gentamicine exprimées en moyenne ± S.D.

Discussion

Comme le montre le tableau 9, tous les extraits testés ont montré de bonnes activités antibactériennes contre *E. coli*, *P.aeruginosa*, *B. subtilis* et *S. aureus*. Les extraits étaient plus efficaces contre les bactéries à Gram positif que bactéries gram- négatifs. La principale raison des différences de sensibilité bactérienne pourrait être la membrane externe entourant la paroi cellulaire chez les bactéries gram-négatifs, ce qui limite la diffusion de composés à travers leurs revêtement lipopolysaccharidique, comme précédemment rapporté (**Vaara, 1992 ; Pavić et al., 2019**). La meilleure activité antibactérienne a été observée contre *B. subtilis* et la plus faible activité contre *E. coli*. L'acide carnosique, le carnosol, le rosmanol et le ferruginol sont également responsables de l'activité biologique de la sauge (*Salvia* sp.) ainsi que les acides phénoliques rosmarinique et salvianolique (**Matkowski, 2008 ; Pavić et al., 2019**). Les résultats du tableau 9 montrent que les extraits fluides de sauge supercritiques sont très efficaces. De toute évidence, les valeurs CMI sont conformes avec CI_{50} . Comme le montre le tableau 9, l'extrait contenant une teneur en acide carnosique de $116 \mu\text{g mg}^{-1}$ et une teneur en carnosol de $60,6 \text{ g mg}^{-1}$ ont montré la plus faible CI_{50} qui est de $10,82 \pm 0,02 \mu\text{g mL}^{-1}$ contre *B. subtilis*, et l'extrait avec une teneur en acide carnosique de $66,2 \mu\text{g mg}^{-1}$ et une teneur en carnosol de $61,02 \text{ g mg}^{-1}$ a montré la CI_{50} la plus élevée qui est $40,4 \pm 0,19 \text{ g mL}^{-1}$ contre *E. coli*. Comme indiqué dans le tableau 10, tous les extraits ont révélé une excellente inhibition de la croissance de toutes les bactéries testées à $62,5 \mu\text{g mL}^{-1}$ de concentration d'extrait, tandis qu'à la concentration d'extrait de $15,6 \mu\text{g mL}^{-1}$ l'inhibition de la croissance variait de 14,5– 76,8%. Parmi eux, l'extrait avec une teneur en acide carnosique de $116 \mu\text{g mg}^{-1}$ et une teneur en carnosol de $60,6 \mu\text{g mg}^{-1}$ qui ont montré la meilleure activité antibactérienne, en particulier contre *B. subtilis*, avec taux d'inhibition de $98,33 \pm 1,19 \%$ à une concentration de $62,5 \mu\text{g mL}^{-1}$ et de $76,79 \pm 0,88 \%$ à une concentration de $15,6 \text{ g mL}^{-1}$. D'après les résultats obtenus, le rapport acide carnosique/carnosol des extraits de feuille de sauge semble affecter l'activité antibactérienne de ces derniers

Comme le montrent les tableaux 9 et 10, les teneurs plus élevées en acide carnosique par rapport au carnosol ont montré de meilleures activités antibactériennes des extraits fluides supercritiques de sauge. On ne peut pas prétendre que plus la teneur en acide carnosique est élevée plus ça améliore l'activité antibactérienne, car les extraits contiennent de l'acide carnosique et le carnosol, ainsi que de nombreux autres composants tels que les monoterpènes

oxygénés, les α -humulènes, viridiflorol et manool. **Klancnik et al., (2009)** et **Bubonja-Sonje et al., (2011)**, ont trouvé que les activités biologiques des extraits de romarin sont directement liés à la présence d'acide carnosique comme composant phénolique majeur, mais contrairement aux conclusions de **Jordán et al., (2012)**, qui ont trouvé qu'une concentration plus élevée de carnosol par rapport à l'acide carnosique avec la même teneur en acide rosmarinique améliore les activités antibactériennes de extraits méthanoliques de romarin contre les souches *Listeria monocytogenes* et *Staphylococcus aureus*. (**Pavić et al., 2019**).

II.2. Etude de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles

II.2.1. Résultats (selon Longaray Delamare et al., (2007))

Dans cette étude **Longaray Delamare et al ., (2007)** ont tenté de montrer l'activité antibactérienne des huiles essentielles de *Salvia officinalis L.* et *Salvia triloba L.*, pour notre étude nous allons prendre et discuter que les résultats concernant l'huiles essentielles de *Salvia officinalis L.* Sachant que les principaux constituants de l'huile essentiel de *S officinalis L* dans cette étude sont l'a-thuyone, le 1,8-cinéole, le camphre, le bornéol et le b-pinène. Il as cependant montré des activités bactériostatiques et bactéricides remarquables contre *Bacillus cereus*, *Bacillus megatherium*, *Bacillus subtilis*, *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas sobria* et *Klebsiella oxytoca*.

Tableau 11 : Composition en huile essentielle (% de composants majeurs) de *S. officinalis* (**Longaray Delamare et al., 2007**).

Composés	Temps de rétention	<i>S. officinalis</i>
a-Pinene	6.20	3.07
Camphene	6.86	4.40
b-Pinene	8.49	9.87
Myrcene	9.13	-
1,8-Cineole	12.5	14.8
a-Thujone	18.1	24.8
b-Thujone	18.8	3.97
Camphor	19.3	10.9
Borneol	20.5	11.1
b-Caryophyllene	33.2	2.89
a-Humulene	34.6	1.47
Viridiflorol	41.6	-
d-Gurjunene	48.2	8.20

Tableau 12 : Concentration minimale inhibitrice (CMI) et concentration minimale cidale (CMC) des huiles essentielles de *S. officinalis*. (**Longaray Delamare et al., 2007**).

Organismes tests	CMI	CMC
<i>Escherichia coli</i> IBEc-101	5.0 – 10.0	>10.0
<i>Proteus mirabilis</i> IBPm-101	5.0 – 10.0	>10.0

<i>Salmonella typhimurium</i> IBSal-101	5.0 – 10.0	>10.0
<i>Aeromonas hydrophila</i> ATCC 7966	0.5	0.5
<i>Aeromonas hydrophila</i> CECT 389	0.5	0.5
<i>Aeromonas sobria</i> ATCC 43979	0.5	0.5
<i>Klebsiella oxytoca</i> IBKle- 101	0.1	0.1
<i>Citrobacter sp.</i> IBCs-101	5.0 – 10.0	>10.0
<i>Serratia marcescens</i> IBSm- 101	5.0 – 10.0	>10.0
<i>Bacillus megatherium</i> IBBac-103	0.5	0.5
<i>Bacillus cereus</i> IBBac-102	0.3	0.4
<i>Bacillus subtilis</i> IBBac- 101	0.4	1.0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> IBPa-101	5.0 – 10.0	>10.0
<i>Pseudomonas fluorescens</i> IBPf-101	5.0	5.0
<i>Staphylococcus aureus</i> IBSa- 102	5.0 – 10.0	>10.0
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538	5.0 – 10.0	>10.0
<i>Staphylococcus epidermidis</i> IBSe-01	5.0 – 10.0	>10.0

Discussion

Les principaux constituants (>1%) des huiles essentielles de *S. officinalis* cultivé dans le sud du Brésil et utilisé dans cette expérience sont présentées dans le **tableau 11**. On remarque que *S. officinalis* présente des quantités substantielles de b-pinène, bornéol et d-gurjunène. Les concentrations obtenues sont similaires à celles obtenues en Italie (**Grella et Picci, 1988 ; Marino, Bersan et Comi, 2001**), en Yougoslavie (**Tucker et al., 1980**). Cependant, les concentrations de b-caryophyllène et d'a-humulène étaient significativement inférieures à celles rapportées au paravent. L'activité antimicrobienne des huiles essentielles a été examinée grâce à un test de sensibilité à la microdilution de bouillon contre un panel de 17 souches bactériennes sélectionnées qui sont des contaminants alimentaires.

Les résultats, présentés dans le tableau 12 révèle que l'huile de *S. officinalis* inhibe la croissance de *B. cereus*, *B. megatherium*, *B. subtilis*, *A. hydrophila*, *A. sobria* et de *K. oxytoca*. Ce spectre antimicrobien obtenu avec l'huile essentielle de *S. officinalis*, est assez comparable à celui rapporté par **Hammer, Carson et Riley, (1999)** et **Marino et al., (2001)**. Cependant, nous avons observé de très faibles effets sur *E. coli* et *S. aureus*. Cet écart peut être dû aux souches bactériennes et peut aussi être expliqué par la composition des huiles essentielles utilisées dans l'étude (**Longaray Delamare et al., 2007**).

II.2. Résultats (selon Bouaziz et al., (2009))

L'étude menée par **Bouaziz et al., (2009)** avait pour objectif d'étudier les propriétés désinfectantes des huiles essentielles de *Salvia officinalis L.* cultivée en Tunisie. Les huiles essentielles ont été obtenues par hydro-distillation de la partie aérienne de *Salvia officinalis L.* Les huiles obtenues ont été ensuite analysées par chromatographie en phase gazeuse-spectrométrie de masse (GC-MS) et 44 composés ont été identifiés. Des effets bactéricides et fongicides puissants ont été démontrés en utilisant la dilution en bouillon NCCLS. Cependant les concentrations d'huiles essentielles de 0,5% et 1% (v/v) ont entraîné une réduction de la viabilité supérieure à 5 et 4 unités log par mL pour les bactéries standard et les champignons, respectivement, dans un temps de contact de 5 min.

Le rendement moyen en huiles essentielles as était de 0,72 % (p/p). 44 composés ont été identifiés ce qui représente au total 96,32 % des huiles. Parmi les composés identifiés, 21 étaient hydrocarbures monoterpènes (20,77 %), 14 étaient des monoterpènes oxygénés (60,21 %), 6 étaient des hydrocarbures sesquiterpènes (10,28 %), et 2 étaient des sesquiterpènes oxygénés (5,06 %). De plus, les composants les plus abondants (>4%) des huiles essentielles de *S. officinalis* étaient la b-thuyone (17,76%), le 1,8-cinéole (eucalyptol) (16,29%), le camphre (14,19%), l'a-thuyone (7,41 %), transcaryophyllène (5,45 %), viridiflorol (4,63 %), b-pinène (4,41 %), a-humulène (4,37 %) et camphène (4,07 %).

Tableau 13 : Concentrations minimales inhibitrices (CMI) et concentrations cidales minimales (CMC) des huiles essentielles de *Salvia officinalis*. (**Bouazi et al., 2009**).

Organismes	CMI ($\mu\text{L mL}^{-1}$)	CMC ($\mu\text{L mL}^{-1}$)
<i>Ashbiya gossypii</i> ATCC10895	0.125–0.250	0.125–0.250
<i>Aspergillus niger</i> ATCC 16404	0.125–0.250	0.125–0.250
<i>Bacillus cereus</i> CTM 225	0.015–0.031	0.031–0.062
<i>Bacillus liqueniformis</i> ATCC 8480	0.015–0.031	0.031–0.062
<i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6633	0.015–0.031	0.031–0.062
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	0.125–0.250	0.125–0.250
<i>Enterococcus hirae</i> ATCC 10541	0.015–0.031	0.031–0.062
<i>Escherichia coli</i> ATCC 10536	0.062–0.125	0.062–0.125
<i>Phanerochaete chrysosporium</i> ATCC 32629	0.031–0.062	0.031–0.062
<i>Pichia subpelliculosa</i> ATCC14462	0.125–0.250	0.125–0.250
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 15442	0.062–0.125	0.062–0.125
<i>Pseudomonas cepacia</i> CTM 50255	0.062–0.125	0.062–0.125
<i>Pseudomonas fluorescens</i> ATCC 13525	0.062–0.125	0.062–0.125
<i>Rhizopus oryzae</i> CTM 10129	0.125–0.250	0.125–0.250
<i>Salmonella enterica</i> CIP 80.39	0.062–0.125	0.062–0.125
<i>Salmonella typhimurium</i> TA97	0.062–0.125	0.062–0.125
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC	0.031–0.062	0.031–0.062

9144		
<i>Trichosporum fermentans</i> ATCC 10675	0.125–0.250	0.125–0.250
<i>Trichoderma reesei</i> RutC30	0.031–0.062	0.031–0.062

Tableau 14 : Réduction de la viabilité des bactéries après 5 min de contact avec *Salvia officinalis* déterminée par les méthodes de la norme EN 1276, 1997 (**Bouaziz et al., 2009**).

Organismes	Test bactérien Suspensions (cfu mL ⁻¹)	Procédure d'essai à la concentration % (v/v)	
		0.5	0.75
<i>Bacillus cereus</i> CTM 225	2.9 ± 10 ⁸	>2.9 x 10 ⁸	>2.9 x 10 ⁸
<i>Bacillus liqueniformis</i> ATCC 8480	1.4 ± 10 ⁸	>1.4 x 10 ⁸	>1.4 x 10 ⁸
<i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6633	2.2 ± 10 ⁸	>2.2 x 10 ⁸	>2.2 x 10 ⁸
<i>Enterococcus hirae</i> ATCC 10541	2.4 ± 10 ⁸	>2.4 x 10 ⁸	>2.4 x 10 ⁸
<i>Escherichia coli</i> ATCC 10536	2.2 ± 10 ⁸	8.1 ± 10 ⁵	>2.2 x 10 ⁸
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 15442	3.1 ± 10 ⁸	>3.1 x 10 ⁸	>3.1 x 10 ⁸
<i>Pseudomonas cepacia</i> CTM 50255	3.1 ± 10 ⁸	>3.1 x 10 ⁸	>3.1 x 10 ⁸
<i>Pseudomonas fluorescens</i> ATCC 13525	2.5 ± 10 ⁸	>2.5 x 10 ⁸	>2.5 x 10 ⁸
<i>Salmonella enterica</i> CIP 80.39	1.8 ± 10 ⁸	>1.8 x 10 ⁸	>1.8 x 10 ⁸
<i>Salmonella typhimurium</i> TA97	2.6 ± 10 ⁸	>2.6 x 10 ⁸	>2.6 x 10 ⁸
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 9144	2.9 ± 10 ⁸	>2.9 x 10 ⁸	>2.9 x 10 ⁸

Tableau 15 : Réduction de la viabilité après 5 min de contact avec *Salvia officinalis* déterminée par les méthodes de la norme EN 1275, 1997 (**Bouaziz et al., 2009**).

Organismes	Test fongique Suspensions (cfu mL ⁻¹)	Procédure d'essai à la concentration % (v/v)		
		0.5	1	2

<i>Ashbiya gossypii</i> ATCC10895	2.6 ± 10^6	$<10^4$	1.6 ± 10^4	1.6×10^6
<i>Aspergillus niger</i> ATCC 16404	1.9 ± 10^6	$<10^4$	2.8×10^4	7.0×10^5
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	3.0 ± 10^8	$<10^4$	2.0×10^4	3.0×10^5
<i>Phanerochaete</i> <i>chrysosporium</i> ATCC 32629	1.2 ± 10^6	1.6 ± 10^4	1.3×10^5	2.3×10^5
<i>Pichia subpelliculosa</i> ATCC14462	1.9 ± 10^6	$<10^4$	2.3×10^4	2.3×10^5
<i>Rhizopus oryzae</i> CTM 10129	2.9 ± 10^6	$<10^4$	$<10^4$	$<10^4$
<i>Trichosporum fermentans</i> ATCC 10675	1.2 ± 10^6	$<10^4$	1.0×10^4	6.8×10^5
<i>Trichosporum fermentans</i> ATCC 10675	1.2 ± 10^6	1.2 ± 10^4	3.4×10^5	5.8×10^5

Discussion

Les huiles essentielles de *S. officinalis* obtenues ont montré une richesse en monoterpènes oxygénés. Le b-thuyone, a-thuyone et les niveaux de camphre déterminés dans les huiles essentielles de cette étude étaient en accord avec le profil standard de la norme ISO 9909:1997 pour les huiles essentielles de sauge *S. officinalis* L. (Santos-Gomes et Fernandes-Ferreira, 2001 ; Mockuté et al., 2003). Cependant, la plupart des rapports sur la composition chimique des huiles essentielles du genre *Salvia* indiquent que le 1,8-cinéole (eucalyptol) et le bornéol sont les constituants principaux et/ou caractéristiques des huiles de *Salvia* (Ahmadi et Mirza, 1999 ; Perry et coll., 1999; Couladis et al., 2001 ; Mockuté et al., 2003), tandis que dans le cas de cette étude, la concentration de bornéol était faible, mais en accord avec les conclusions de Marino et al. (2001). De plus, la composition des huiles essentielles de la partie aérienne de *S. officinalis* tunisienne a été différente de celle publiée par Hayouni et al., (2008). Ces changements dans les compositions d'huiles essentielles pourraient provenir de plusieurs différences environnementales et génétiques (Perry et al., 1999).

Cette étude démontre que les huiles essentielles de *S. officinalis*, montrent des effets antimicrobiens sur les bactéries, les levures et les moisissures. Les effets étaient visibles par les faibles valeurs de CMI et de MCC et la réduction de la viabilité des micro-organismes testés obtenue par faible concentration en huiles essentielles. Le spectre des micro-organismes

testé ici est assez grand et couvre les agents pathogènes ou les opportunistes pour l'homme, les animaux et les végétaux ou ceux qui causent la contamination et détérioration des aliments, de l'eau et de l'air. Ces résultats sont en accord avec les conclusions de **Pinto et al., (2007)** et **Delamare et al., (2007)** qui ont démontré les effets fongicides et bactéricides des huiles essentielles de sauge, mais nos résultats contredisent ceux de **Marino et al., (2001)** qui ont démontré que les huiles essentielles de sauge avaient des propriétés bactériostatiques mais pas d'effet bactéricide. La forte activité antimicrobienne des huiles essentielles contre presque tous les micro-organismes sensibles peut être expliqué par la présence d'une forte concentration de monoterpènes ayant un potentiel antibactérien et antifongique (**Jalsenjak et al., 1987; Sivropoulou et al., 1997; Sur et al., 1991 ; Yangui et al., 2009**). Outre les principaux composés, d'autres constituants mineurs des huiles essentielles ont une activité antimicrobienne (**Dorman et Deans, 2000**). Une activité antimicrobienne "in vitro" a été confirmé par les tests de désinfection selon les normes **EN 1275** et **EN 1276**. Bien que les activités désinfectantes et sont en accord avec la recommandation de **Pitten et al., (2003)**. D'autre part, les huiles essentielles de *S. officinalis* ont montré des taux de réduction microbienne élevés dans l'air en utilisant des quantités d'huiles essentielles. Lors de l'analyse des données, il a été remarqué que les huiles essentielles présentaient une activité de vapeur dominante, en effet, les principaux constituants des huiles essentielles de *S. officinalis* sont composés de groupe cétone (thuyone et camphre) à plus de 39%, groupe hydrocarboné (camphène, caryophyllène, humulène , pinène et myrcène) plus de 20 %, groupe éther (cinéole) plus de 16 % et alcool (viridiflorol) qui présentait une activité de vapeur dominante comme l'ont démontré **Inouye et al., (2006)**. Ces propriétés volatiles sont très utiles pour une application dans le domaine du traitement de l'air, ainsi ces molécules actives ont atteint tous les recoins et intérieurs difficilement accessibles (**Bouaziz, M et al., 2009**).

Conclusion

L'utilisation des antimicrobiens naturels suscite un intérêt croissant ces dernières années, les chercheurs se sont donc penchés sur les composés biologiquement actifs isolés des extraits de plantes et ainsi ils pourront bien faire face au problème de résistances des germes aux antibiotiques.

Salvia officinalis est considéré comme l'une des plus anciennes plantes médicinales représentant une source inépuisable de substances et composés naturels bioactifs qui sont qualifiées de métabolites secondaires, dont l'accumulation de ces derniers dans les différents organes de la plante joue un rôle essentiel pour sa durabilité naturelle.

Ce travail avait donc pour but d'étudier et d'évaluer l'activité antimicrobienne des extraits ainsi que des huiles essentielles obtenues à partir des feuilles de *Salvia officinalis*.

Concernant les extraits, l'étude menée révèle une véritable solution pour la résistance aux antimicrobiens en utilisant des extraits naturels de feuilles de sauge. Les extraits de *Salvia officinalis* ont une puissante activité antimicrobienne qui inhibe ou au moins arrête la croissance de plusieurs populations microbiennes de différentes catégories bactériennes ; ces extraits peuvent aussi être utilisés comme additifs alimentaires et conservateurs alimentaires afin de contrôler cette population microbienne et aussi préserver la santé humaine et animale.

Concernant les huiles essentielles, notre étude révèle clairement l'action bactéricide et fongicide efficace de ces derniers offrant également une efficacité de lutte contre divers agents pathogènes mortels en suspension dans l'air et soutient donc l'utilisation gratuite de ce produit naturel, incontestable et aussi respectueux de l'environnement comme désinfectant pour les aliments. Mais aussi comme antimicrobiens des microbes en suspension dans l'eau, la surface et l'air, et ils ont aussi la capacité à générer des odeurs agréables.

Références bibliographiques

Abre Marie-Claude., Genin Aimé., Merigoux Jacques & Moget Elisabeth. (1992): Herboristerie Familiale, Des Recettes Simples Avec Des Plantes Simples Pour Résoudre Les Problèmes Simples.

Adiaratou. T. (2001)., ETUDE DE LA PHYTOCHIMIE ET DES ACTIVITES PHARMACOLOGIQUES DE *Syzygium guineense* Willd. (MYRTACEAE). Thèse de doctorat., Bamako (mali), 60p.

Ahmadi, L., Mirza, M., (1999). Essential oil of *Salvia multicaulis* Vahl from Iran. J. Essent. Oil Res. 11, 289–290.

Alloun K, (2013) : Composition chimique et activités antioxydante et antimicrobienne des huiles essentielles de l'aneth, de la sauge, et de la rue des montagnes, Thèse magistère.

Asadi S., Ahmadiani A., Esmaeili M. A., Sonboli A., Ansari N., Khodaghali F. (2010): In vitro antioxidant activities and an investigation of neuroprotection by six *Salvia* species from Iran: A comparative study. Food and Chemical Toxicology, 48: 1341– 1349.

Awouafack, M.D., Tane, P., Kuete, V., Eloff, J.N., (2013). Sesquiterpenes from the medicinal plants of Africa. In: Medicinal Plant Research in Africa. Elsevier, pp. 33–103.

Baba Aissa F.(2000) : Encyclopédie des plantes utiles, flore d'Algérie et du Maghreb, p 4-77, 101-87.

BAKKALI F., AVERBECK S., AVERBECK D. and IDAOMAR M., (2008) : Biologie effects of essential oils – A review. Food and Chemical

Balansard G., (2007) Analyse critique des protocoles pharmacologiques utilisés pour la recherche d'extraits et de substances pures d'origine végétale à propriétés Antibactérienne ou antiparasitaire. Revue ethnopharmacologie. p42

BALZ R .,(1986) : Les huiles essentielles et comment les utiliser. ED Lavoisier. Paris

Belaiche P., (1979), L'aromatogramme, Traité de phytothérapie et d'aromathérapie, M.S. A .Editeur, Paris, Tome 1, p : 204.

Beloued A., (2001) : Plantes Médicinales D'Algérie. Ed 2. Office des Publications universitaires, BEN- AKNOUN (Alger).

BESOMBES C., (2008) : Contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydro thermomécanique d'herbes aromatiques. Applications généralisées. Thèse Doctorat. Université de La Rochelle, p 41-45.

Bouaziz, M., Yangui, T., Sayadi, S., & Dhouib, A. (2009). Disinfectant properties of essential oils from *Salvia officinalis* L. cultivated in Tunisia. *Food and Chemical Toxicology*, 47(11), 2755–2760. doi:10.1016/j.fct.2009.08.005

Boukhobza Florine & Goetz Paul. (2014) :Phytothérapie en odontologie, Edition CPD

Bozin B., Mimica-Dukic N., Samojlik I. & Jovin E. (2007): Antimicrobial and Antioxidant Properties of Rosemary and Sage (*Rosmarinus officinalis* L. and *Salvia officinalis* L., Lamiaceae) Essential Oils. *J. Agric. Food Chem* 55:7879–7885

Bruneton, J. (1997) :Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Edition Impr. CEE p 315-338.

BRUNETONJ., (2005) :Pharmacognosie, Photochimie. Plantes médicinales. 3e édition 2005. Editions & Tec Doc médicales international

Bubonja-Sonje, M.; Giacometti, J.; Abram, M. Antioxidant and antilisterial activity of olive oil, cocoa and rosemary extract polyphenols. *Food Chem.* 2011, 127, 1821–1827, doi:10.1016/j.foodchem.2011.02.071.

Bukar, A.M., Kyari, M.Z., Gwaski, P.A., Gudusu, M., Kuburi, F.S., Abadam, Y.I., (2015). Evaluation of phytochemical and potential antibacterial activity of *Ziziphusspina-christi* against some medically important pathogenic bacteria. *J.Pharmacogen. Phytochem.* 3 (5), 98–101.

Couladis, M., Tzakou, O., Stojanovic, D., Mimica-Dukic, N., Jancic, R., (2001). The essential oil composition of *Salvia argentea* L. *Flav. Frag. J.* 16, 227–229.

Cowan, M.M., (1999). Plant products as antimicrobial agents. *Clin. Microbial. Rev.* 12 (4), 564–582.

Cronquist. A., (1968), The evolution and classification of flowering plants. 360p

Dangoggo, S.M., Hassan, L.G., Sadig, I.S., Manga, S.B., (2012). Phytochemical analysis and antibacterial screening of leaves of *diospyrospiliformis* and *ziziphusspina-christi*. *J. Chem. Eng.* 1 (1), 31–37.

Delamare, A.P.L., Moschen-Pistorello, I.T., Artico, L., Atti-Serafini, L., Echeverrigaray, S., (2007). Antibacterial activity of the essential oils of *Salvia officinalis* L. and *Salvia triloba* L. cultivated in South Brazil. *Food Chem.* 100, 603–608.

Dohou N., K. Yamin, S. Tahrou, H.L.M. Idrissi, A. Badoc & N. Gmira, (2003).- Screening phytochimique d'une endémique ibéro-marocaine, *Thymelaea lythroides*. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux.* 142, 61-78.

Dorman, H.J.D., Deans, S.G., (2000). Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *J. Appl. Microbiol.* 88, 308–316.

Duling E.N., Owen J.C., Joh B.G., Rosmaru F.W., Kevin A.M., Yeap L.F & Nigel B.P. (2007): Extraction of phenolic and essential oil from dried sage (*salvia officinalis*) using ethanol-water mixture. *Food chemistry*, 101:1417-1424.

Dutertre Julie & Marie-Josephe. (2011) :Enquête prospective au sein de la population consultant dans les cabinets de médecine générale sur l'île de la Réunion : à propos des plantes médicinales, utilisation, effets innocuité et lien avec le médecin généraliste, Université Bordeaux 2 - Victor Segalen U.F.R Des Sciences Medicales, p85.

Dzotam, J.K., Touani, F.K., Kuete, V., (2016). Antibacterial and antibiotic – modifying activities of three food plants (*xanthosomamafaffa*. Lam., *Moringaoleifera* (L.). *Schott* and *passifloraedulissims*) against multidrug resistant (MDR) Gram –negative bacteria. *BMC Complement. Altern. Med.* 16 (1), 9.

EN 1275, (1997). Chemical disinfectants and antiseptics – quantitative suspension test for the evaluation of fungicidal activity of chemical disinfectants and antiseptics used in food industrial, domestic, and institutional areas – test method and requirements (phase 2, step 1) British Standard BS EN 1276:1997 BSI 17 September 2002 NF EN 1275 CEN 1997.

EN 1276, (1997). Chemical disinfectants and antiseptics – quantitative suspension test for the evaluation of bactericidal activity of chemical disinfectants and antiseptics used in food industrial, domestic, and institutional areas – test method and requirements (phase 2, step 1) British Standard BS EN 1276:1997 BSI 17 September 2002 ISBN 0 580 28621 5.

Erfan, A.M., Marouf, S., (2019). Cinnamon oil downregulates virulence genes of poultry respiratory bacterial agents and revealed significant bacterial inhibition: An in vitro perspective. *Vet. World* 12 (11), 1707–1715.

Florence MAYER. , (2012) : Utilisations therapeutiques des huiles essentielles : etude de cas en maison de retraite. Thèse doctorat. Université de Lorraine.

FRANCHOMME P. et PENOEL D., (1990) : Matière médicinale aromatique fondamentale (317-406), livre quatrième, l'aromathérapie exactement, encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles .R.Jollois Edit, limoge, p 446.

Frederich Michel. (2014) :Les plantes qui nous soignent : de la tradition à la médecine moderne, université de Liège, p 75.

GHASEMI., PIRBALOUTI A., RAHIMI E.and MOOSAVI S. A.,(2010) :Antimicrobialactivity of essential oils of threeherbsagainstListeria monocytogeneson chickenfrankfurters. *Acta agriculturaeSlovenica*, 95(3), p 219 - 223.

Grieve M. (1984): A Modern Herbal. Savvas Publishing

Guy Gilly.(2005) :Plantes aromatiques et huiles essentielles à Grasse, Edition L'Harmattan.

H. A. Hemeg, I. M. Moussa, S. Ibrahim et al. (2020). Antimicrobial effect of different herbal plant extracts against different microbial population, Saudi Journal of Biological Sciences.

Hallel. Z. (2011). Contribution à l'étude des propriétés antibactériennes et antioxydantes des citrus application sur la sardine (*Sardina pilchardus*). Mémoire de magister à l'université Mouloud Mammerie Tizi-ouzou.

Hamidpour, M. R. S., Shahlari, M. (2014) - Chemistry, Pharmacology, and Medicinal Property of Sage (*Salvia*) to Prevent and Cure Illnesses such as Obesity, Diabetes, Depression, Dementia, Lupus, Autism, Heart Disease, and Cancer. Vol.4, N°, pp.82– 88

Hayouni, E.A., Chraief, I., Abedrabba, M., Bouix, M., Leveau, J.Y., Mohammed, H., Hamdi, M., (2008). Tunisian *Salvia officinalis* L. and *Schinus molle* L. essential oils: their chemical compositions and their preservative effects against *Salmonella* inoculated in minced beef meat. Int. J. Food Microbiol. 125, 242–251.

Inouye, S., Uchida, K., Maruyama, N., Yamaguchi, H., Abe, S., (2006). A novel method to estimate the contribution of the vapor activity of essential oils in agar diffusion assay. J. Mediterr. Mycol. 47, 91–98.

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 –Féat T., Biaujeaud M., Ringuet J., Bloth J. & Botrel A. (2001) :Larousse des plantes médicinales : identification, préparation, soins. Edition Larousse.

Jalsenjak, V., Peljnajak, S., Kustrak, D., (1987). Microcapsules of sage oil, essential oils content and antimicrobial activity. Pharmazie 42, 419–420

Jamet J.-F. Phytothérapie n°25. Phytothérapie et médecines naturelles, p.10, Institut National de Phytothérapie et Collège Français des Médecines de Terrain et Sciences Appliquées, juin 1988.

Jean-Yves Chabrier. (2010) : Plantes médicinales et formes d'utilisation en phytothérapie. Sciences pharmaceutiques.

Jordán, M.J.; Lax, V.; Rota, M.C.; Lorán, S. (2012) ; Sotomayor, J.A. Relevance of carnosic acid, carnosol, and rosmarinic acid concentrations in the in vitro antioxidant and antimicrobial activities of *Rosmarinus officinalis* (L.) methanolic extracts. J. Agric. Food Chem., 60, 9603–9608, doi:10.1021/jf302881t

Kamatou G. P. P., Viljoen A. M., Gono-Bwalya A. B., Van Zyl R. L., Vuuren V. S. F., Lourens A. C. U., Baser K. H. C., Demirci B., Lindsey K. L., Staden V. J. et Steenkamp P. (2005). The In vitro pharmacological activities and a chemical investigation of three South African *Salvia* species. Journal of Ethnopharmacology, 102, 382 - 390.

Karumi Y ; Onyeyili PA ; Ogugb uaja VO; (2004). Identification of active principales of *M. balsamina* (Balsam apple) leaf extract. J Med Scien 2004 ; 4: 179- 182.

Klancnik, A.; Guzej, B.; Kolar, M.H.; Abramovic, H.; Mozina, S.S. (2009). In vitro antimicrobial and antioxidant activity of commercial rosemary extract formulations. *J. Food Prot.*, 72, 1744–1752, doi:10.4315/0362-028X-72.8.1744.

Lai, P.K., Roy, J., (2004). Antimicrobial and chemopreventive properties of herbs and spices. *Curr. Med. Chem.* 11 (11), 1451–1460

Laouer H., Zerroug M. M., Sahli F., Chaker A. N. Valentini G., Ferretti G., Grande M. & Anaya J. (2003). Composition and Antimicrobial activity of *Ammoidespusilla*(Brot.)Breistr.essential oil. *Journal of Essential oil Research*,15: 135-138

LEGRANDG., (1993) : Manuel de préparateur en Pharmacie, Masson, Paris

Lhuillier A. (2007) :Contribution a l'étude phytochimique de quatre plantes malgaches : *Agauriasalicifolia*Hook.f ex Oliver, *Agauriapolyphylla* Baker (Ericaceae), *Tambourissatrichophylla* Baker (Monimiaceae) et *Embeliaconcinna* Baker (Myrsinaceae). Thèse de doctorat. Toulouse.

Lis-Balchin M., 2002, Lavender: the genus *Lavandula*, Taylor and Francis, London, p. 37, 40.

Longaray Delamare, A. P., Moschen-Pistorello, I. T., Artico, L., Atti-Serafini, L., & Echeverrigaray, S. (2007). Antibacterial activity of the essential oils of *Salvia officinalis* L. and *Salvia triloba* L. cultivated in South Brazil. *Food Chemistry*, 100(2), 603–608. doi:10.1016/j.foodchem.2005.09.078

Lu Y., Yeap E. (2001): Antioxidant activities of polyphénols from sage (*salvia officinalis*), *journal food chemistry*,75: 197-202.

M. Archambaud (2000) "Méthodes d'évaluation de l'activité des antibiotiques" review, vol 01 N°03 P141

M. Rombi., D. Robert (2015). Le dictionnaire des plantes médicinales. 824p. (Alpen edition).

Madi Aicha. (2010) :Caractérisation et comparaison du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales (Thym et Sauge) et la mise en évidence de leurs activités biologiques, Mémoire de Magister, Option : Biotechnologie végétale, Université Mentouri Constantine, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Département de biologie et écologie.

Marfak A. (2003). Radiolyse gamma des flavonoïdes. Etude de leur réactivité avec les radicaux issus des alcools: formation de dépsides. Thèse de doctorat de l'université de Limoges.

Marino, M., Bersani, C., Comi, G., (2001). Impedance measurements to study the antimicrobial activity of essential oils from Lamiaceae and Compositae. *Int. J. Food Microbiol.* 67, 187–195.

Marjorie, C., (1999). Plant products as antimicrobial agents. Clin. Microbiol. Rev. 12, 564–582.

Matasyoh, J., Maiyo, Z., Ngure, R., Chepkorir, R., (2009). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Coriandrum sativum*. Food Chem. 113 (2), 526–529.

Matkowski, A. Plant in vitro culture for the production of antioxidants—A review. Biotechnol. Adv. 2008,26, 548–560, doi:10.1016/j.biotechadv.2008.07.001.

Miguel M. G. (2010). Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities of Essential Oils: A Short Review. Molecules, 15: 9252-9287

Miguel M. G. (2010). Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities of Essential Oils: A Short Review. Molecules, 15: 9252-9287.

Miladinović D. et Miladinović L. J. (2000). Antimicrobial activity of essential oil of sage from Serbia. Series: Physics, Chemistry and Technology, 2, 2, 97 – 100

Mockutė, D., Nivinskienė, O., Bernotienė, G., Butkienė, R., (2003). The cis-thujone chemotype of *Salvia officinalis* L. essential oils. Chemija (Vilnius) 14(4), 216–220. ISSN: 0235-7216.

Mohammed Z. (2006). Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles et flavonoïdes de quelques plantes de la région de Tlemcen. Thèse de Magistère de l'université Abou Bakr Belkaid de Tlemcen.

Nelly Cazau-Beyret. (2013) : Prise En Charge Des Douleurs Articulaires Par Aromathérapie Et Phytothérapie, Université Toulouse Iii Paul Sabatier, Faculté Des Sciences Pharmaceutiques, p 192.

Nicolas M & Daniel C. (1998) : Activités technologiques en microbiologie-Techniques de base et méthodologie. Editeurs CRDP d'Aquitaine-Bordeaux, p 152.

Nogaret-Ehrhart & Anne-Sophie. (2003) : La phytothérapie Se soigner par les plantes, Edition Eyrolles, p19-36.

Okumu. D. E. (2005). Vitamines and mineral contents of two Nigerian plants. Int. J. Mol. Adv. Sci. 1:357-38pp

Organisation mondiale de la Santé, (2013).

Ouchfoun Meriem. (2010) : Validation des effets antidiabétiques de *Rhododendron groenlandicum*, une plante médicinale des Cri de la Baie James, dans le modèle in vitro et in vivo. Elucidation des mécanismes d'action et identification des composés actifs, Université de Montréal, Département de Pharmacologie, Faculté de Médecine, p 114.

Pellecuer. J, Jacob. M et Simeon Bouchberg. M. (1980). Essais d'utilisation d'huiles essentielles de plantes aromatiques méditerranéennes en odontologie conservatrice. *Plant Médecin Phytothèr* ; 14 :83-98pp.

Perry, N.B., Anderson, R.E., Brennan, N.J., Douglas, M.H., Heaney, A.J., McGimpsey, J.A., Smallfield, B.M., (1999). Essential oils from Dalmation Sage (*Salvia officinalis* L.): variations among individuals, plant parts, seasons and sites. *J. Agri. Food Chem.* 47, 2048–2054.

Pharmacopée européenne Vème édition.

Pharmacopée française Xème édition.

Pierre M., Lis .M (2007) Secrets des plantes. Editions Artemis, Paris 1: 463

Pietta P.G. (2000).Flavonoids as antioxidants.*Journal of natural products.*63: 1035-1042.

Pinto, E., Salgueiro, L.R., Cavaleiro, C., Palmeira, A., Gonczalves, M.J., 2007. In vitro susceptibility of some species of yeasts and filamentous fungi to essential oils of *Salvia officinalis*. *Ind. Crop. Prod.* 26, 135–141.

Pujuguet pierre. (2008) :Entre capitelles et lavognes découvrez la flore de la garrigue, Sentier Botanique Vignerons, Bourg-Saint-Andéol Ardèche.

Radulescu V., Chiliments.and Opreae., (2004) : Capillarygaschromatographymassspectrometry of volatile and semi-volatile compound of *Salviaofficinalis*. *Journal ofChromatography A* 2004 ; 1027 :p121 - 126.

Rasool Rafia, Ganai BA, Akbar S, Kamili AN, Masood A.(2010)., Phytochemical screening of *Prunella vulgaris* l. - an important medicinal plant of Kashmir. *Pak J Pharm Sci.* Oct;23(4):399-402. PMID: 20884453.

Rayaud. J., (2006). Prescription et conseils en aromathérapie. Ed Lavoisier. Paris. 400p.

Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M. &Rice-Evans C. (1999).Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay.*FreeRadic. Biol. Med.*26: 1231–1237.

Richard H. et Peyron F., (1992), Epices et aromates, Ed .Tec & Doc-Lavoisier, Paris,p. 339.

Sabrina Krief., (2003) : Métabolites secondaires des plantes et comportement animal: surveillance sanitaire et observations de l'alimentation des chimpanzés (*Pan troglodytes schweinfurthii*) en Ouganda. Activités biologiques et étude chimique de plantes consommées. *Sciences du Vivant [q-bio].* Museum national d'histoire naturelle - MNHN PARIS.

Said O., Khalil K., Fulder S &Azaizels H.(2002):Ethnopharmacological survey of medicinal herbs in israil, the golen height and the wast bank region, *Journal of Ethnopharmacological*, 83 : 251-263.

Santos-Gomes, P.C., Fernandes-Ferreira, (M., 2001). Organ- and season-dependent variation in the essential oil composition of *Salvia officinalis* L. cultivated at two different sites. *J. Agri. Food Chem.* 49 (6), 2908–2916.

Schauenberg P., Paris F. (2006). Guides des plantes médicinales analyse, description et utilisation de 400 plantes. Edition delachaux et niestlé, Paris, pp 33-34.

Shimada, T., (2006). Salivary proteins as a defense against dietary tannins. *J. Chem. Ecol.* 32 (6), 1149–1163.

Sivropoulou, A., Nikolaou, C., Papanikolaou, E., Kokkini, S., Lanaras, T., Arsenakis, M., (1997). Antimicrobial, cytotoxic, and antiviral activities of *Salvia fruticosa* essential oil. *J. Agr. Food Chem.* 45, 3197–3201.

Société Française d’Ethnopharmacologie. *Ethnopharmacologia* n°39, juin 2007.

SOFOWORA Abayomi., (2010)., *Plantes médicinale et médecine d’afrique.*, KARTHALA., Académie suisse des sciences naturelles.

Souza, E.L.D., Lima, E.D.O., Freire, K.L., Sousa, C.D., (2005). Inhibitory action of some essential oils and phytochemicals on the growth of various moulds isolated from foods. *Brazil. Arch Biol. Tech.* 48 (2), 245–250.

Sur, S.V., Tuljupa, F.M., Sur, L.I., (1991). Gas chromatographic determination of monoterpenes in essential oil medicinal plants. *J. Chromatogr.* 542, 451–458.

Telefo et al., Afr J Tradit Complement Altern Med. (2012)., Effect of the aqueous extract of *justicia insularis* t. anders(acanathaceae) on ovarian folliculogenesis and fertility of female rats., 9(2):197-203.

Tepe, B., Sokmen, M., Akpulat, H. A., & Sokmen, A. (2006). Screening of the antioxidant potentials of six *Salvia* species from Turkey. *Food Chemistry*, 95(2), 200–204. doi:10.1016/j.foodchem.2004.12.031

TEUSCHER Eberhard, ANTON Robert, LOBSTEIN Annelise (2005). *Plantes aromatiques épices aromates, condiments et huiles essentielles.* Ed., Lavoisier, Paris, 444 p.

Tsopmo, A., Awah, F.M., Kuete, V., (2013). Lignans and stilbenes from African medicinal plants. In: *Medicinal Plant Research in Africa.* Elsevier, pp. 435–478.

Vaara, M. Agents that increase the permeability of the outer membrane. *Microbiol. Rev.* 1992, 56, 395–411.

Valentina Pavić 1, Martina Jakovljević . Maja Molnar. and Stela Jokić (2019). Extraction of Carnosic Acid and Carnosol from Sage (*Salvia officinalis* L.) Leaves by Supercritical Fluid Extraction and Their Antioxidant and Antibacterial Activity, MDPI.

Velckovic, D., Randselovic, N., Ristic, M., (2003). Chemical constituents and antimicrobial activity of the ethanol extracts obtained from flower, leaf and stem of *satviaofficinalis* L. J. Serb. Chem. 68 (1), 17–24.

Vermerris, W. et Nicholson, R. (2006). Phenolic Compound Biochemistry. Ed, Springer. pp: 230.

Walker, B., C. S. Holling, S. R. Carpenter, and A. Kinzig. (2004). Resilience, adaptability and transformability in social–ecological systems. Ecology and Society 9(2): 5. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5/>

Wolters kluwer, (2007). botanique pharmacognosie phytothérapie.1, rus Eugène et Armand Peugeot.92500 Rueil-Malmaison Cedex.

Yangui, T., Bouaziz, M., Dhouib, A., Sayadi, S., (2009). Potential use of Tunisian *Pituranthos chloranthus* essential oils as natural disinfectant. Lett. Appl. Microbiol. 48, 112–117.

Zerrouki Khayra. (2017) : L’effet antioxydant de quelques plantes médicinales sur la neurotoxicité et les maladies neurodégénératives dues aux métaux lourds (Aluminium et Plomb): —Etude expérimentale chez les souris|. Université Abdlhamid Ibn-Bdis – Mostaghanem-, 272

Web graphie

<https://www.ladrome.bio/histoire-de-plante/zoom-extraits-plantes-fraiches/>

<https://www.myrtea-formations.com>