



République Algérienne Démocratique et
Populaire Ministère de l'Enseignement
Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Tissemsilt



Faculté des Sciences et de la Technologie
Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme
de Master académique en
Filière : Sciences Biologiques
Spécialité : Microbiologie appliquée

Présentée par :

KADDOURI SIHAM

DELLAL FATMA

Thème

Etude de l'activité antibactérienne des extraits de la sauge (*Salvia officinalis*) récoltée dans la région de Tissemsilt

Soutenu le 06/2023

Les membres de jury:

BEGHALIA Mohamed	Président	Prof.	Univ-Tissemsilt
BEKADA Ahmed Med Ali	Encadreur	Prof.	Univ-Tissemsilt
DRIS Ibrahim	Examineur	M.C.B.	Univ-Tissemsilt

Année universitaire : 2022/2023

Remerciements

Nous remercions Dieu pour votre compromis, qui nous a donné la volonté, la santé et la patience pour réalisation de ce mémoire.

Au début, nous remercions le professeur M Bakada promoteur de nous fournir un soutien et des orientations, nos installations au cours de cette recherche, en particulier pour les conseils précieux.

Nous remercions le majeur à Ingénieur de laboratoire Mohammed pour fournir une assistance le long de la période de travail, comme n'oublie pas le professeur Ibrahim Dris, il a étudié pour nous fournir toutes les fournitures et tous les encouragements.

Nous voudrions remercier les membres du jury pour leur consentement à examiner notre travail.

Nous aimerions également exprimer notre sincère gratitude à tous les enseignants qui nous ont accompagnés au cours de cette université.

Enfin, nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin dans ce travail humble.

Dédicaces

*Louange à Dieu tout puissant, qui m'a permis de voir ce jour tant attendu
Je tiens C'est avec grande plaisir que je dédie ce modeste travail:*

A mes chers parents

*Pour leurs efforts et leurs sacrifices durant toute ma vie, leurs
encouragements encouragé à aller de l'avant et qui m'ont donné tout leur
amour*

*Ce modeste travail est le fruit de tous les sacrifices que tu as déployés pour
mon éducation.*

*Que dieu les protège, Quoi que je fasse ou que je dise, Je ne pourrai jamais
remercier mes parents correctement.*

*Mes frères qui m'ont encouragé à aller de l'avant et ma sœur Je t'aime de
tout mon cœur.*

À l'être le plus cher de ma vie

*Yacine, m'a aidé et supporté dans les moments difficiles Merci énormément
pour ton soutien plus que précieux. Merci pour ton grand cœur toutes vos
qualités qui seraient trop longues à énumérer. Ma vie ne serait pas aussi
magique sans ton présence et ton amour.*

A tous mes amis

*Qui m'avez toujours soutenu et encouragé durant ces années d'études,
Veuillez trouver ici l'expression de mes profonds sentiments de respect et
reconnaissance*

Síham

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

Mes chers parents qui m'ont tout donné et que dieu la protège pour son soutien depuis toujours.

A ma chère sœur Kadija.Farah.

A mon cher frère habibo et Alhadj.

A toute la famille Goui et Rakad, pour son soutien et ses encourageants.

A ma famille surtout Aïcha mchaher.

A mes très chères amies : nour houda et

Fatima,Donia,Djauoïda,Fatiha,Naïma,Sihame.

À tous mes professeurs du primaire jusqu'au universitaire à grand merci Kasdi Omar et Adja Melyani, Yamina Bouhaj.

A mes amies :Brahim et Mehamed , Medjahed, Kamal.

Mes collègues de la promotion Master 2 pour les sympathiques moments qu'on a passé ensemble.

Merci à tous.

Fatima

Liste des abréviations

S.officinalis **L L** : *Salvia Officinalis* linné

P.aeruginosa : *Pseudomonas aeruginosa*

B.cereus : *Bacillus cereus*

µl : Micro litre

µm : Micro mètre

mm : Millimètre

nm : Nanomètre

DO : Densité optique

UFC: Unité format colonie

ml: milli litre

H: Heur

g : Gramme

UV : Ultra-violet

MH: Muller Hinton

ATB : Antibiogramme

% : pourcentage

°C : Celsius

L : Linné

AMC: *Amoxycillin /Clavulan Acid*

Abs: Absorbance

Sommaire

Remerciement	
Dédicaces	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Résumé.....	1
Abstract.....	1
ملخص	2
Introduction.....	3

Partie bibliographique

Chapitre I : Généralités sur la sauge

1. Description botanique.....	4
2. Caractéristiques.....	4
3. Classification botanique	4
4. Habitat.....	5
5. Composition de la sauge	5
5.1. Composés phénoliques.....	5
5.1.1. Les acides phénoliques simples.....	5
5.2. Flavonoïdes.....	6
5.2.1. Classification des flavonoïdes	7
5.3. Les alcaloïdes	7
5.3.1. Classification des alcaloïdes	8
5.4. Tanins.....	9
5.4.1. Les tanins hydrosolubles.....	10
5.4.2. Les tanins condensés	10
6. Les huiles essentielles	10

Chapitre II : Les activités biologiques de la sauge

1. Activité antioxydante.....	11
2. Activité antibactérienne	11

3. Activité anti-inflammatoire.....	12
4. Activité antifongique.....	12
5. Utilisation en phytothérapie	12
6. Autres usages	13
6.1. Usage cosmétique.....	13
6.2. Usage alimentaire.....	13

Chapitre III : Généralités sur les bactéries *P. aeruginosa* et *B. cereus*

1. <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	14
1.1. Habitat	14
1.2. Pathogénicité	14
1.3. Classification <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	14
2. <i>Bacillus cereus</i>	15
2.1. Pathogénicité	15
2.2. Classification L'espèce <i>Bacillus cereus</i>	15

Partie expérimentale

Chapitre I : Matériel et Méthode

1. Objectif	16
2. Matériel de laboratoire.....	16
2.1. Réactifs consommables et milieux de culture.....	16
2.2. Matériel et appareils.....	16
2.3. Les souches bactériennes	16
2.4. Les antibiotiques testés.....	17
3. Matériel végétal	17
3.1. La récolte de la plante	17
3.2. Lavage	17
3.3. Séchage	17
3.4. Broyage et conservation	18
4. Méthode de préparation des l'extraits de <i>Salvia officinalis L.</i>	19
4.1. Extrait aqueux	19
4.2. Extrait hydro-éthanolique	21
5. Evaluation de l'activité antibactérienne des extraits de <i>Salvia officinalis L</i> par la méthode des disques par diffusion sur Gélose (Méthode indirecte)	23

5.1. Préparation des dilutions des différentes solutions expérimentales.....	23
5.2. Préparation de la suspension bactérienne (l'inoculum)	24
5.3. Ensemencement	24
5.4. Préparation d'inoculum	24
5.5. Méthode de diffusion en milieu gélosé.....	25
5.6. Ensemencement et dépôt des disques.....	26
5.6.1. Incubation	26

Chapitre II : Résultat Et Discussion

1. Evaluation de l'activité antibactérienne des extraits de <i>Salvia officinalis</i>	35
---	----

Conclusion.....	37
-----------------	----

Références bibliographiques

Liste des figures

Figure N°1 : <i>S.Officinalis L</i>	4
Figure N°2 : Structure de flavone	7
Figure N°3 : Structure des différents types de flavones	7
Figure N°4 : Structure chimique de quelques alcaloïdes vrais	8
Figure N°5 : structure chimique de quelques pseudo-alcaloïdes.....	9
Figure N°6 : structure chimique de quelques proto-alcaloïdes	9
Figure N°7: Structure de (a) tanins hydrolysables (b) tanins condensés.....	10
Figure N°8: <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	14
Figure N°9: <i>Bacillus cereus</i>	15
Figure N°10: La plante <i>Salvia officinalis L</i>	17
Figure N°11: Plante de <i>salvia Officinalis L</i> séchée.....	17
Figure N°12: Broyer une plante de <i>S.Officinalis L</i>	18
Figure N°13: Photo de l'échantillon broyé	18
Figure N°14: Filtrer extrait aqueux.....	19
Figure N°15: Extrait aqueux.....	19
Figure N°16: Protocole de préparation de l'extrait aqueux.....	20
Figure N°17: Rota vapeur.....	21
Figure N°18: Extrait hydro-éthanolique.....	21
Figure N°19: Protocole de préparation de l'extrait hydro-éthanolique.....	22
Figure N°20: Préparation de dilutions des extraits de <i>S.officinalis L</i>	23
Figure N°21: diluée extrait hydro éthanolique.....	23

Figure N°22: diluée extrait aqueux.....	24
Figure N°23: Activation de la suspension de <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	25
Figure N°24: Activation de la suspension de <i>Bacillus cereus</i>	25
Figure N°25 : Méthode des disques par diffusion sur Gélose MH.....	27
Figure N°26 : Aspect des zones d'inhibition de la croissance microbienne en présence d'extrait hydro-éthanolique à 0% (témoin) par la méthode de diffusion en disque.....	28
Figure N°27 : Aspect des zones d'inhibition de la croissance microbienne en présence d'extrait hydro-éthanolique dilué à 20% et 40% par la méthode de diffusion en disque...	29
Figure N°28 : Aspect des zones d'inhibition de la croissance microbienne en présence d'extrait hydro-éthanolique diluée à 60% et 80% par la méthode de diffusion en disque...	30
Figure N°29: Aspect des zones d'inhibition de la croissance microbienne en présence d'extrait hydro-éthanolique pur à 100% par la méthode de diffusion en disque.....	30
Figure N°30 : Aspect des zones d'inhibition de la croissance microbienne en présence d'extrait aqueux diluées à 20%et 40% par la méthode de diffusion en disque.....	31
Figure N°31 : Aspect des zones d'inhibition de la croissance microbienne en présence d'extrait aqueux diluées à 60%et 80% par la méthode de diffusion en disque.....	32
Figure N°32 : Aspect des zones d'inhibition de la croissance microbienne en présence d'extrait aqueux pur à 100% par la méthode de diffusion en disque.....	32
Figure N°33 : Histogramme de diamètre (mm) des zones d'inhibition de la croissance microbienne de la croissance de <i>P.aeruginosa</i> et <i>Bacillus cereus</i> (extrait hydro-éthanolique)	33
Figure N°34 : Histogramme de diamètre (mm) des zones d'inhibition de la croissance de <i>P.aeruginosa</i> et <i>Bacillus cereus</i> (extrait aqueux).....	33

Liste des tableaux

Tableau N°1 : Principaux acides hydroxy-cinnamiques	5
Tableau N°2 : Principaux acides hydroxy-benzoïques.....	6
Tableau N°3 : Principaux types de coumarines.....	6
Tableau N°4 : Les souches bactériennes testées	16
Tableau N°5 : Les zones d'inhibition de la croissance microbienne des souches testées en présence des extraits hydro-éthanolique et aqueux par la méthode de diffusion en disque...34	
Tableau N°6 : Résultat des antibiogrammes.....	34

Résumé

Actuellement, l'usage des extraits de plantes médicinales connaît un essor considérable. De nombreuses plantes contiennent de nombreux métabolites secondaires tels que les composés phénoliques, les flavonoïdes, les tanins, les alcaloïdes et les huiles essentielles dont la plupart renferme des principes biologiquement actifs. Dans le cadre de cette étude on se propose d'évaluer l'activité antibactérienne de deux extraits (aqueux et hydro-éthanolique) des feuilles de *Salvia officinalis* L. par la méthode de diffusion sur disque contre deux souches de bactériennes pathogènes *P. aeruginosa* à Gram (+) et *B. cereus* à Gram (-).

Les résultats ont montré que l'extrait hydro-éthanolique de feuilles de *Salvia officinalis* L. exerce une certaine activité antibactérienne avec des diamètres de zones d'inhibitions variant entre 7mm à 14 mm pour *B. cereus*, et entre 7mm à 13mm pour *P. aeruginosa*.. Par ailleurs, aucune inhibition n'a été enregistrée pour l'extrait aqueux.6+3.

Les principes bioactifs des feuilles peuvent ainsi servir d'alternative naturelle en remplacement des antibiotiques actuellement mis en cause dans l'apparition des résistances chez de nombreuses espèces bactériennes.

Les mots clés :

Salvia officinalis L., activité antibactérienne, extraits, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa*.

المخلص

في الوقت الحالي ، يزدهر استخدام المستخلصات النباتية الطبية. تحتوي العديد من النباتات على العديد من المستقبلات الثانوية مثل المركبات الفينولية والفلافونويد والعفص والقلويدات والزيوت الأساسية ، والتي يحتوي معظمها على مكونات نشطة بيولوجيًا. في سياق هذه الدراسة ، نقترح تقييم النشاط المضاد للبكتيريا لمستخلصين (مائي وإيثانولي مائي) من أوراق نبات مریمیة . بواسطة طريقة نشر القرص ضد سلالتين من البكتيريا المسببة للأمر الزائفة الزنجارية موجبة غرام (+) و عصية الشمع سالبة غرام (-).

أظهرت النتائج أن المستخلص المائي الإيثانولي لأوراق نبات مریمیة يمارس نشاطًا مضادًا للبكتيريا مع أقطار مناطق التثبيط تتراوح ما بين 7 إلى 14 ملم للعصيات الشمعية ، وبين 7 إلى 13 ملم في حالة الزائفة الزنجارية . مسجلة للمستخلص المائي 6 + 3.

وبالتالي يمكن أن تعمل المبادئ النشطة بيولوجيًا للأوراق كبديل طبيعي لتحل محل المضادات الحيوية المتورطة حاليًا في ظهور المقاومة في العديد من الأنواع البكتيرية.

الكلمات الدالة :

المریمیة ، نشاط مضاد للجراثيم ، مستخلص ، عصيات الشمعية ، الزائفة الزنجارية.

Abstract

Currently, the use of medicinal plant extracts is booming. Many plants contain numerous secondary metabolites such as phenolic compounds, flavonoids, tannins, alkaloids and essential oils, most of which contain biologically active principles. As part of this study, we propose to evaluate the antibacterial activity of two extracts (aqueous and hydro-ethanolic) of the leaves of *Salvia officinalis* L. by the disc diffusion method against two strains of bacterial pathogens *P.aeruginosa* at Gram (+) and *Bacillus waxeus* to Gram (-).

The results showed that the hydro-ethanolic extract of *Salvia officinalis* L leaves exerts a certain antibacterial activity with diameters of zones of inhibition varying between 7mm to 14 mm for *Bacillus waxeus*, and between 7mm to 13 mm for *P. aeruginosa*. Furthermore, no inhibition was recorded for the aqueous extract.⁶⁺³.

The bioactive principles of the leaves can thus serve as a natural alternative to replace the antibiotics currently implicated in the appearance of resistance in many bacterial species.

Key words:

Salvia officinalis L., antibacterial activity, extracts, *Bacillus waxeus*, *Pseudomonas aeruginosa*.

Introduction

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 antibiotiques et leur résistent de plus en plus (**Iserin et al., 2001**).

Les plantes médicinales désignent les plantes qui ont au moins certaines propriétés médicinales (**Mohammed El haykle, 1993**). Il contient au niveau de ses organes un ou plusieurs principes actifs pouvant être utilisés à des fins thérapeutiques.

Salvia officinalis L. est une plante aromatique appartenant à la famille des *Lamiacées*, l'une des plantes les plus utilisées en phytothérapie en raison de ses importantes propriétés de santé. Elle contient des composés actifs comme des acides gras, des flavonoïdes, des tanins, des alcaloïdes, des acides organiques et des huiles essentielles qui possèdent un effet curatif sur le corps (**Ahmad, 1995**). La sauge est une plante très populaire, utilisée partout dans le monde, dans les domaines culinaire, esthétique et médical pour traiter une variété de maux, y compris les troubles circulatoires et digestifs ainsi que les problèmes neurologiques (**Radulescu et al., 2004**).

Lors de la préparation d'un extrait *Salvia officinalis* L, de nombreux facteurs doivent être définis pour chaque plante, car ils peuvent faire varier considérablement l'activité pharmacologique pour une même espèce. Parmi eux on peut citer la partie de la plante utilisée, l'état, la période de récolte, la technique de séchage ou de conservation, le solvant, le mode de préparation de l'extrait, le moment de l'extraction (**Boukhobza et Goetz, 2014**).

Notre travail s'inscrit dans le cadre de l'évaluation de l'activité antibactérienne de deux extraits (aqueux et hydro-éthanolique) des feuilles de *Salvia officinalis* L.

Partie
bibliographique

Chapitre I
Généralités
sur la sauge

1. Description botanique

C'est une plante buissonnante, haute de 0.50 à 1m, très rameuse et très aromatique aux feuilles pétiolées opposées, lancéolées, aiguës et rugueuses finement crénelées, pubescentes-grisâtres. Les fleurs sont d'un bleu-violacé, assez grandes, pédicellées, de 3 à 6 cm, les verticilles sont un peu lâches formant une grappe simple, les bractées ovales-acuminées. La corolle de 2 à 3cm de long. Enfin, les fruits sont des tétramères.

2. Caractéristiques

La sauge (*Salvia officinalis sous-arbrisseau L*) est un sous-arbrisseau ramifié de 1 mètre de hauteur, de la famille (*lamiacées*), dont la partie inférieure est ligneuse au réseau de nervure et la partie supérieure est formée de tige carrée. Les feuilles vert- pâle sont veloutées, ses fleurs, sont regroupées à la base des feuilles.

Noms vernaculaires

Latin : *Salvia officinalis L.*

Anglais : Sage ou Salvia

Arabe : Salmiya

Espagnol : Sabio

Italien : *Salvia*

3. Classification botanique

Règne : *Plantae*

Sous-règne : *Tracheobionta*

Embranchement : *Spermaphytes*

Sous-embranchement: *Angiospermes*

Division : *Magnoliophyta*

Classe : *Magnoliopsida*

Sous-classe : *Asteridae*

Ordre : *Lamiales*

Famille : *Lamiaceae*

Genre : *Salvia*

Espèce: *Salvia officinalis*



Figure N°1 : *Salvia officinalis L* (originale 28/2/2023).

4. Habitat

C'est une plante originaire de la région méditerranéenne, du sud de l'Europe et de l'Afrique du Nord, où elle compte trois sous-espèces. La sauge est utilisée en médecine et cultivée en Europe depuis le IXe siècle. Elle fleurit de début juin à juillet et parfois de septembre à octobre. Les semis sains sont plantés dans un sol riche en calcaire et en nutriments, en plein soleil. Au début de l'hiver, les plantes sont recouvertes de paille. Elle peut être plantée un peu partout en Algérie et fleurit de mars à mai.

5. Composition de la sauge

La sauge contient 5 % de tanin, un principe amer, 5,60 % de résine. 6 % de gommes, du mucilage, des acides phosphorique, oxalique, des nitrates, 9 % de pentosane, des traces d'asparagine et 1,5 à 2,5 % d'huile essentielle dite huile de sauge, renfermant de la thuyone, du bornéol, du cinéol, du camphre, des terpènes, salvine et picrosalvine.

5.1. Composés phénoliques

Ce sont des composés aromatiques présents dans toutes les plantes, et ces composés ont un rôle essentiel dans l'équilibre au sein de leur environnement. Les composés phénoliques étant les plus étudiés, en raison de leur grand nombre, sachant que la fonction d'un grand nombre d'entre eux est encore inconnue. On les trouve dans différentes parties de la plante (racines, tiges, feuilles, fleurs et fruits) (Raven et al., 2014).

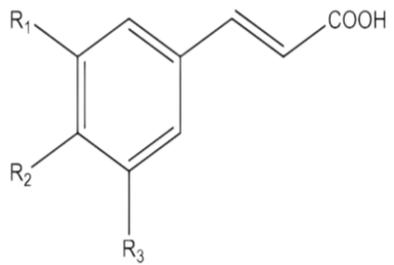
L'élément principal qui les distingue est la présence d'un ou plusieurs cycles aromatiques attachés à un groupement hydroxyle libre ou attachés à une fonction éther ou ester (Bruneton, 1999).

5.1.1. Les acides phénoliques simples

- **Acides hydroxy-cinnamiques**

C'est un composé aromatique dont la structure principale est (C6-C3) dérivée de l'acide cinnamique (Sarni-Manchado et Cheynier, 2007).

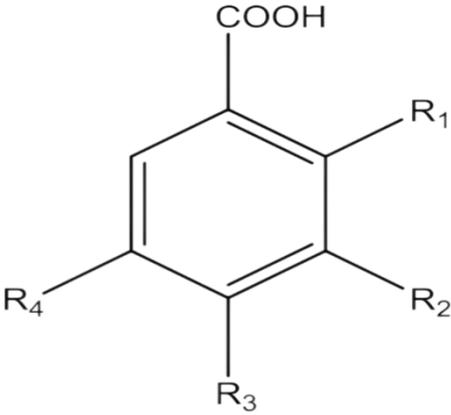
Tableau N°1 : Principaux acides hydroxy-cinnamiques.

Structure	R1	R2	R3	
	H	H	H	Acide cinnamique
	H	OH	H	Acide p coumarique
	OH	OH	H	Acide caféique
	OCH3	OH	H	Acide férulique
	OCH3	OH	OCH3	Acide sinapique

• **Acides hydroxy-benzoïques**

C'est un composé aromatique la structure de base (C6-C1) dérivé de l'acide benzoïque (Sarni-Manchado et Cheynier, 2007).

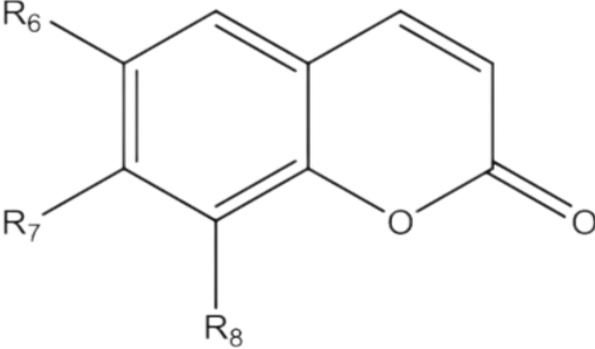
Tableau N°2 : Principaux acides hydroxy-benzoïques

Structure	R1	R2	R3	R4	Acides phénoliques
	H	H	H	H	Acide benzoïque
	H	H	OH	H	Acide p-hydroxybenzoïque
	H	OH	OH	H	Acide protocatechique
	H	OCH3	OH	H	Acide vanillique
	H	OH	OH	OH	Acide gallique
	H	OCH3	OH	OCH3	Acide syringique
	OH	H	H	H	Acide salicylique
	OH	H	H	OH	Acide gentisique

• **Coumarines**

C'est un composé aromatique dérivé de l'acide hydroxy-cinnamique (Macheix, Fleuriet et Jay-Allemand, 2005).

Tableau N°3 : Principaux types de coumarines

Structure	R6	R7	R8	Acides phénoliques
	H	OH	H	Umbelliférol
	OH	OH	H	Aescultol
	OCH3	OH	H	Scopolétole
	OCH3	OH	OH	Fraxétole
	H	OH	OH	Daphnétole

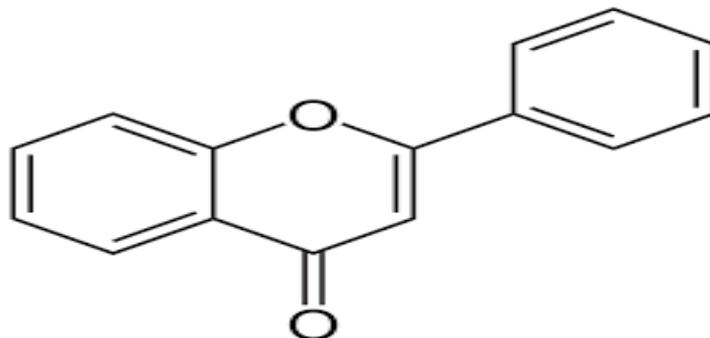
5.2. Flavonoïdes

Les flavonoïdes ont un rôle dans la protection des plantes, C'est un groupe de composés appartenant à la famille des poly phénols qui donnent de la couleur à diverses parties des plantes telles que les fleurs, les feuilles et les fruits (Bruneton,1993).

5.2.1. Classification des flavonoïdes

- **Flavones**

Ce sont des composés appartenant aux flavonoïdes qu'on trouve dans la plupart des plantes et constituent un pigment végétal jaune dont la structure est le 2-phényl-1-benzopyran-4-one ou 2-phénylchromén-4-one.



2-phénylchromén-4-one

Figure N°2 : Structure de flavone (Krief, 2003)

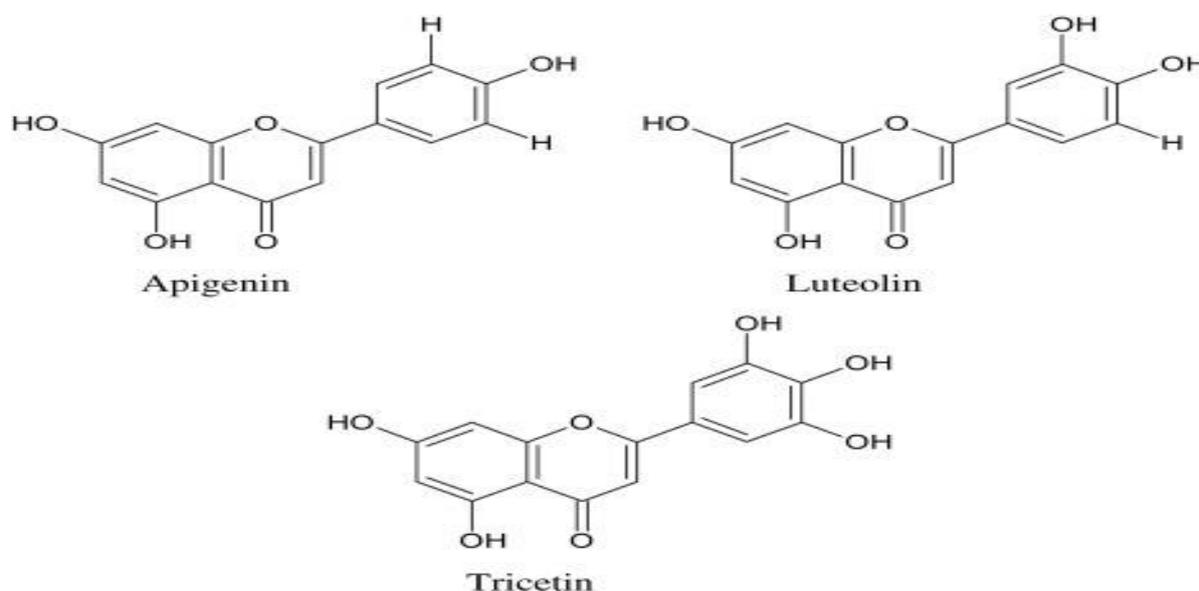


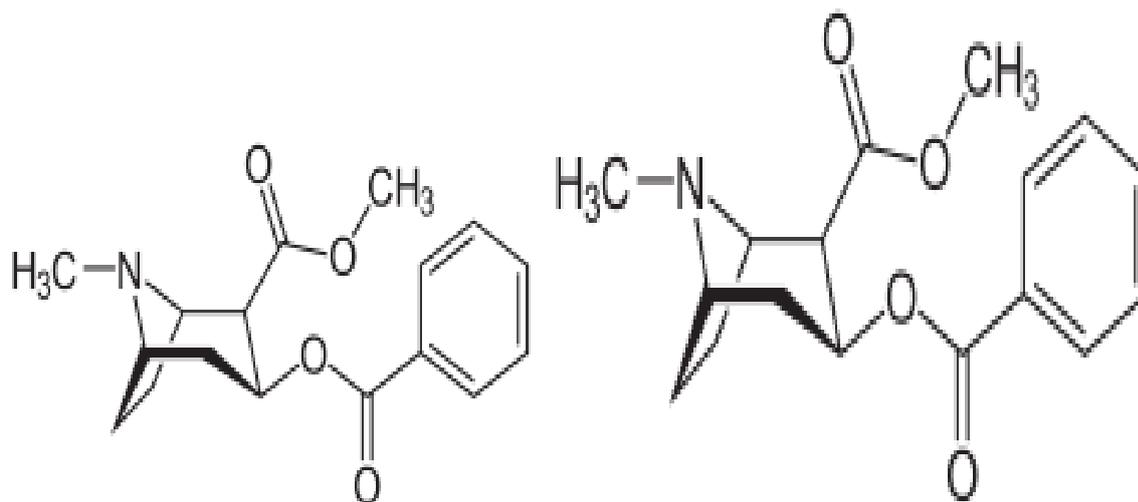
Figure N°3 : Structure des différents types de flavones (Molnar et al., 2019).

5.3. Les alcaloïdes

Ce sont des substances basiques azotées d'origine naturelle de poids moléculaire variable, (Bouhdjera, 2005) elles ont un rôle pharmacologique majeur dans la prévention des maladies, leur système est complexe (Ziegler et Facchini, 2008).

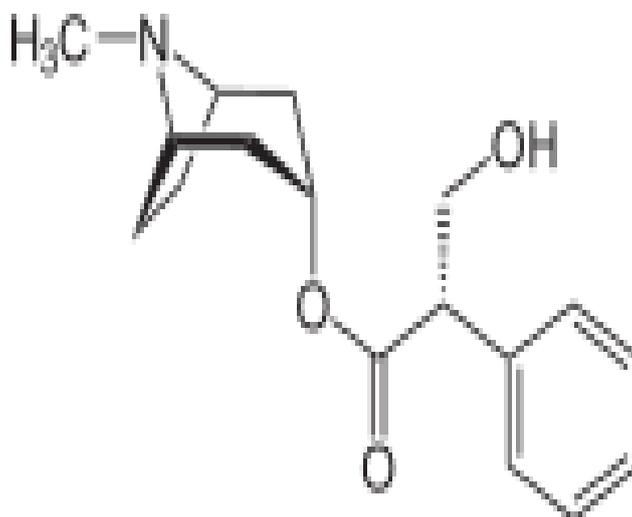
5.3.1. Classification des alcaloïdes

- **Vrais alcaloïdes** : ceux qui représentent le plus grand nombre et dans lesquels un atome d'azote est inclus dans un système cyclique non hétérogène formé d'acides aminés (Badiaga 2011).



Cocaïne

Atropine



Hyoscyamine

Figure N°4 : Structure chimique d'un alcaloïde vrai (Muniz, 2006).

- Les pseudo-alcaloïdes

Non dérivés d'acides aminés bien qu'ils aient les propriétés de vrais alcaloïdes (Bruneton, 1999).

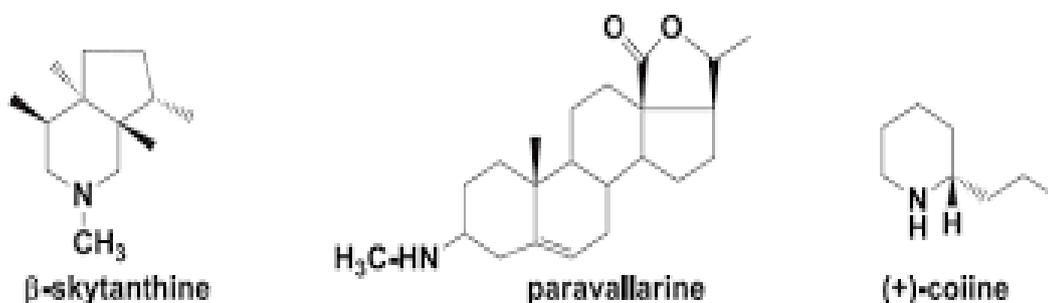


Figure N°5 : structure chimique de quelques pseudo-alcaloïdes (Bruneton, 2009).

- Les proto-alcaloïdes

Sont dérivés d'acides aminés mais sont des acides simples (Maldonado et Rakotonanahary, 2012).

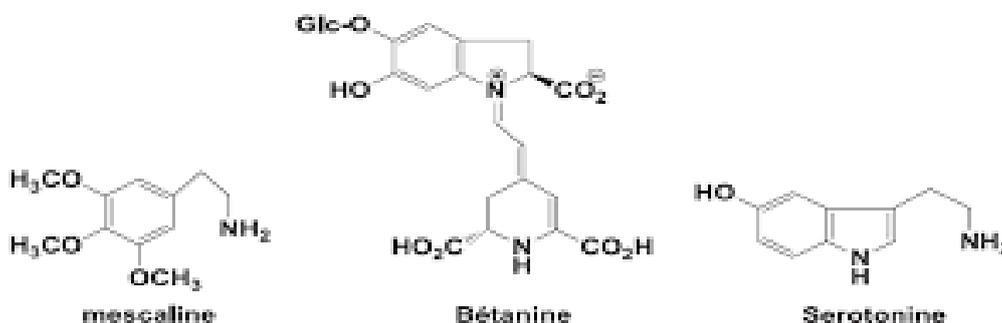


Figure N°6 : structure chimique de quelques proto-alcaloïdes (Bruneton, 2009).

5.4. Tanins

Sont des substances phénoliques complexes qui ont la propriété de se lier aux protéines, leur permettant de former des complexes. Ce sont aussi des matériaux polymères que l'on retrouve en quantité variable dans différentes parties de la plante en fonction de leurs propriétés chimiques, qui les rendent résistants aux moisissures et leur confèrent des propriétés auto-protectrices (Raven et al., 2014). Selon leurs structures, les tanins peuvent être divisés en deux catégories (Frutos et al., 2004).

5.4.1. Les tanins hydrosolubles

Ce sont des polymères qui conduisent à un état toxique du glucose et des acides phénoliques, ces derniers étant constitués d'acide gallique dans le cas des tanins galliques ou d'acides hexahydroxybiphényles (**Koleckar et al., 2008**).

5.4.2. Les tanins condensés

Ce sont des polymères peu toxiques car ils ne traversent pas la barrière intestinale et sont insolubles dans l'eau. Contrairement aux tanins hydrosolubles (**Paolini et al., 2003**), ils sont largement utilisés dans l'agriculture comme pesticides. Ils sont formés à partir de noyaux de flavonoïdes (**Jarrige et Ruckebusch, 1995**).

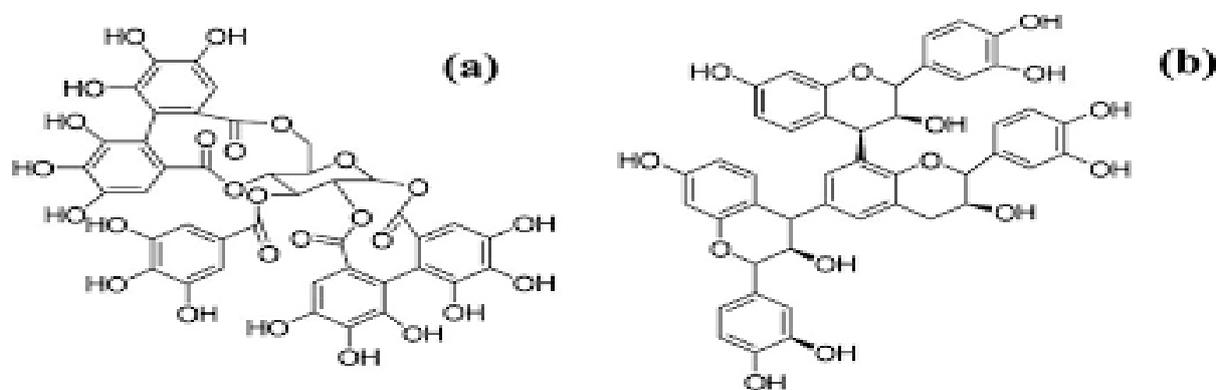


Figure N°7: Structure de (a) tanins hydrolysables (b) tanins condensés (**Boubekri, 2014**).

6. Les huiles essentielles

S. officinalis L est une plante riche en huiles essentielles. Cela peut faire référence à la présence de structures glandulaires qui produisent des huiles volatiles. Ils sont obtenus à partir de feuilles, de graines, de bourgeons, de fleurs, de branches, d'écorces, de bois, de racines, de tiges ou de fruits. Les huiles essentielles sont obtenues par distillation à l'eau, pression à froid, et sont solubles dans l'huile et l'alcool, mais insolubles dans l'eau. Ils sont caractérisés par la couleur, l'odeur, la densité et le hémotype (**Besombes, 2008**).

Chapitre II

Les activités

biologiques

Sur la sauge

Les activités biologiques sont liées à la composition chimique, aux groupes fonctionnels des composés majoritaires (alcools, phénols, composés terpéniques et cétoniques) et à leurs effets synergiques (**Dorman et al., 2000**).

1. Activité antioxydante

S. officinalis possède une gamme de composants antioxydants puissants, avec le carnosol, acide rosmarinique et acide carnosique en tête. D'autres contribuent également à l'activité antioxydante, tels que l'acide caféique, le rosmanol, le rosmadial, la genkwanine et la cirsimaritrine. En plus acide rosmarinique, les flavonoïdes et les poly phénols contenus dans la sauge sont de plus en plus utilisés comme substituts dans la conservation des aliments en raison de leur activité antioxydante élevée (**Richard et Peyron, 1992**). Les huiles essentielles contiennent des composés chimiques spécifiques comme le linalol, le 1,8-cinéole, le citronellal, isomenthone, la menthone, l'y-ter pinène et l'a ter pinolène exercent aussi un effet antioxydant (**Edris, 2007**).

Les antioxydants possèdent la capacité de maintenir des quantités non cytotoxiques de ERO au niveau cellulaire Le corps réagit à la génération perpétuelle de radicaux libres et deux mécanismes de défense sont en place pour détoxifier les cellules (**Favier. 2003**). Comme le suggèrent **Burelle et Kábana (1994)**, les plantes utilisent également ce processus de détoxification comme moyen de se protéger contre les agents pathogènes.

2. Activité antibactérienne

Environ 68% des composés antimicrobiens les plus puissants et les plus largement utilisés sont des composés phénoliques. Le thymol l'ingrédient actif du bain de bouche. L'eugénol est utilisé dans les produits cosmétiques, alimentaires et dentaires. Ces composés sont antibactériens contre un large éventail de bactéries, notamment *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enterica*, *Clostridium jejuni*, *Lactobacillus sakei*, *Staphylococcus aureus* et *Helicobacter pylori* (**Fabian et al., 2006**). Les aldéhydes mono terpéniques sont des fongicides, les plus couramment utilisés étant le *néral*, le *géraniale*, le citronellal et le *cuminal*.

3. Activité anti-inflammatoire

Des études pharmacologiques ont montré que *S. officinalis L* à des effets anti-inflammatoires. Parmi les divers extraits de *S. officinalis L*. obtenus avec différents solvants, celui obtenu avec le chloroforme a montré un meilleur effet anti-inflammatoire par rapport à autres extraits.

Les huiles essentielles de la sauge sont utilisées en milieu clinique pour traiter les affections inflammatoires telles que les rhumatismes, les allergies ou l'arthrite.

L'espèce *Salvia miltiorrhiza* est largement utilisée dans les formulations pharmaceutiques comme agent anti-inflammatoire (Martins et al., 2015).

4. Activité antifongique

L'huile essentielle de la sauge peut être utilisée comme agent de protection contre les champignons phytopathogènes (moisissures et levures dont *Candida albicans*).

5. Utilisation en phytothérapie

L'espèce *Salvia miltiorrhiza* est utilisée traditionnellement comme agent antiseptique, antiprurigineux, antisyphilitique et anti-inflammatoire dans le traitement de la peau, des yeux et de la pleurésie (Amr et Dordevic, 2000 et Al Quran, 2008). En Jordanie et au Moyen-Orient, la sauge est utilisée pour traiter les fièvres, les troubles digestifs et les maux d'estomac. La dose recommandée doit être respectée pour éviter les effets indésirables tels que les nausées, les vomissements, les bouffées de chaleur, le rythme cardiaque rapide, l'étourdissement et convulsions. L'huile essentielle de la sauge contient 50% de thuyone, qui peut provoquer l'épilepsie et la neurotoxicité.

Au 18ème siècle, les feuilles de la sauge ont été utilisées comme des cigarettes pour les fumer contre l'asthme notamment au printemps. Les extraits de la sauge ont une action relaxante sur les muscles de l'estomac et des intestins et stimule la sécrétion de la bile. Les grecs, les romains et les arabes ont utilisé la sauge comme tonique et contre les morsures de serpent. Dans l'ancien Egypte, la sauge a été principalement utilisée pour traiter l'infertilité.

6. Autres usages

6.1. Usage cosmétique

Utilisation de l'huile essentielle de sauge dans la préparation des masques pour peaux grasses ou à tendance acnéique. Elle est utilisée dans les crèmes pour la peau (**Radulescu et al., 2004**) et les soins capillaires en luttant contre les pellicules et rend les cheveux brillants. La sauge est un fixateur bien connu dans l'industrie des parfums.

6.2. Usage alimentaire

Elle est utilisée comme agent aromatisant pour les aliments salés sous forme de feuilles séchées ou d'huile essentielle (**Abu Darwish et al., 2013**).

Chapitre III
Généralités sur les
bactéries
P. aeruginosa et
B. cereus

1. *Pseudomonas aeruginosa*

De la famille des *Pseudomonadaceae*, c'est une bactérie gram négatif du genre *Pseudomonas* aérobies. Elle est oxydase et catalase positif, non sporulée et non capsulée, les bacilles sont très mobiles grâce à un flagelle, bacille long et fin de 1-3 μ sur 0,5-1 μ de large, *P.aeruginosa* a la capacité de produire un pigment bleu-vert (Avril et al., 2007).

C'est une bactérie peu exigeante qui se développe sur milieu gélose et produit notamment des pigments bactérie non spécifique pigmentée jaunâtre ou jaune orangé (Edler, 2001).

1.1. Habitat

P.aeruginosa est une bactérie saprophyte présente dans l'air, l'eau et le sol, et est un symbiote à la surface et sur les muqueuses de l'homme et des animaux. Il existe également dans le tube digestif humain et est rarement trouvé dans la salive (Fauchere et Avril, 2002).

1.2. Pathogénicité

La bactérie n'est pas pathogène chez les sujets normaux mais peut parfois provoquer des infections graves chez les sujets aux défenses affaiblies. Il peut provoquer des infections du système urinaire, des bronches (en particulier chez les sujets atteints de mucoviscidose), des poumons, des yeux (kératite ou endophtalmie), des os et des articulations. Il peut également infecter des lésions cutanées (brûlures) (Fauchere et Avril, 2002).

1.3. Classification de l'espèce *Pseudomonas aeruginosa*

Selon Hafiane et Ravaoarino, (2008) *P. aeruginosa* est classée comme suit :

Règne : Bactérie

Phylum : Prokaryote

Classe : Gammaproteobacteria

Ordre : Pseudomonadales

Famille : Pseudomonadaceae

Genre : *Pseudomonas*

Espèce : *aeruginosa*



Figure N°8: *P. aeruginosa* (<https://www.cdc.gov/hai/organisms/pseudomonas.htm>) .

2. *Bacillus cereus*

Appartenant à la famille des *Bacteriaceae*, c'est un gros bacille Gram positif en forme de bâtonnet, de 1 µm de large et 3-4 µm de long, à spores, catalase+, mobile, et à respiration aérobie-anaérobie.

Apparaît sous forme de gros bâtonnets (> 1,0 µm), parfois en chaînes, avec des colonies cireuses et opaques sur milieu gélosé. C'est aussi une bactérie ubiquitaire, principalement sous forme de spores dans un grand nombre d'environnements, comme le sol, les surfaces végétales et même l'air ambiant (Gaillard et al., 1998).

2.1. Pathogénicité

Il conduit souvent à une intoxication alimentaire opportuniste. Il existe deux formes d'intoxication alimentaire pathogène à *B.cereus* :

La forme émétique, avec nausées et vomissements et type diarrhée, accompagnée de douleurs abdominales.

2.2. Classification l'espèce *Bacillus cereus*

Selon Hafiane et Ravaoarino (2008), *B.cereus* est classé :

Règne : Bactérie

Phylum : *Terrabacteria*

Classe : *Bacilli*

Ordre : *Bacillales*

Famille : *Bacillaceae*

Genre : *Bacillus*

Espèce : *cereus*



FigureN°9: *B.cereus* (<https://www.alamy.com/stock-photo-bacillus-cereus-bacteria-computer-illustration-these-are-gram-positive-133439689.html>) .

Partie
expérimentale

Chapitre I
Matériel et
méthode

1. Objectif

La présente étude consiste à évaluer l'effet antibactérien des extraits de feuilles de la sauge (*S. officinalis* L) à l'encontre de deux souches pathogènes *P. aeruginosa* et *B. cereus*.

2. Matériel de laboratoire

2.1. Réactifs consommables et milieux de culture

- Gélose nutritive, gélose Muller Hinton
- Papier filtre
- Eau distillé stérile
- Ethanol
- Bouillon nutritif

2.2. Matériel et appareils

- Ecouvillons stériles, flacon en verre
- Micropipette
- Anse de platine
- Boîtes pétri
- Pipettes pasteur
- Becher, Fiole, Spatule, Entonnoir, Tubes à essai
- Balance, Agitateur, Rota vapeur
- Bain marie, Spectrophotomètre UV-Visible

2.3. Les souches bactériennes

Pour mettre en évidence l'effet antimicrobien des extraits de feuilles de sauge, nous avons testées deux souches bactériennes pathogènes de référence.

Tableau N° 4: Les souches bactériennes testées.

S o u c h e	C o d e	G r a m	S o u r c e
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	ATCC 27853	N é g a t i f	Laboratoire Agronomie Environnement Tissemsilt
<i>Bacillus cereus</i>	ATCC 14579	P o s i t i f	

2.4. Les antibiotiques testés

- *Amoxicillin*
- *Amoxicillin Clavulan acid*

3. Matériel végétal

3.1. La récolte de la plante

La plante a été récoltée en 15 février 2023 à 5 heures du soir de l'université de Tissemsilt.



Figure N°10: La plante *Salvia officinalis L* (originale 28/2/2023).

3.2. Lavage

Après la cueillette, les feuilles des échantillons de sauge détachées de la tige ont été lavées à l'eau courante pour les débarrasser de la terre et les impuretés qui restent attachées.

3.3. Séchage

Les feuilles ont été entreposées à l'ombre dans un endroit sec, aéré et à température ambiante pendant 07 jours jusqu'à ce qu'elles soient sèches.



Figure N°11: Plante de *Salvia officinalis L* séchée (originale 6/3/2023).

3.4. Broyage et conservation

Pour servir à la préparation des extraits, les feuilles ont été réduites en poudre à l'aide d'un mortier afin de rompre les parois cellulaires et augmenter la surface de contact entre les molécules bioactives et les solvants d'extraction utilisés.



Figure N°12: Broyage des feuilles de *S. Officinalis L* (originale6/3/2023).



Figure N°13: Feuilles de sauge broyées (originale6/3/2023).

Ensuite, la poudre obtenue est conservée à l'abri de l'air, la lumière et l'humidité dans un flacon en verre opaque muni de bouchons scellés jusqu'à l'utilisation.

4. Méthode de préparation des extraits de *Salvia officinalis L.*

4.1. Extrait aqueux

L'extraction est faite par macération qui consiste à tremper 10g de poudre dans 100ml d'eau distillée dans un bécher en verre de 500ml pendant 6h sous agitation. Le mélange à été ensuite filtré à travers un papier filtre Wattman de porosité 0,2 μ m (Figure 14).



Figure 14: Filtration de l'extrait aqueux (originale7/3/2023).

L'extrait aqueux obtenu est stocké dans des flacons scellés à 4°C pour une utilisation ultérieure (Figure 15).



Figure N°15:Extrait aqueux destiné à être stocké (originale7/3/2023).

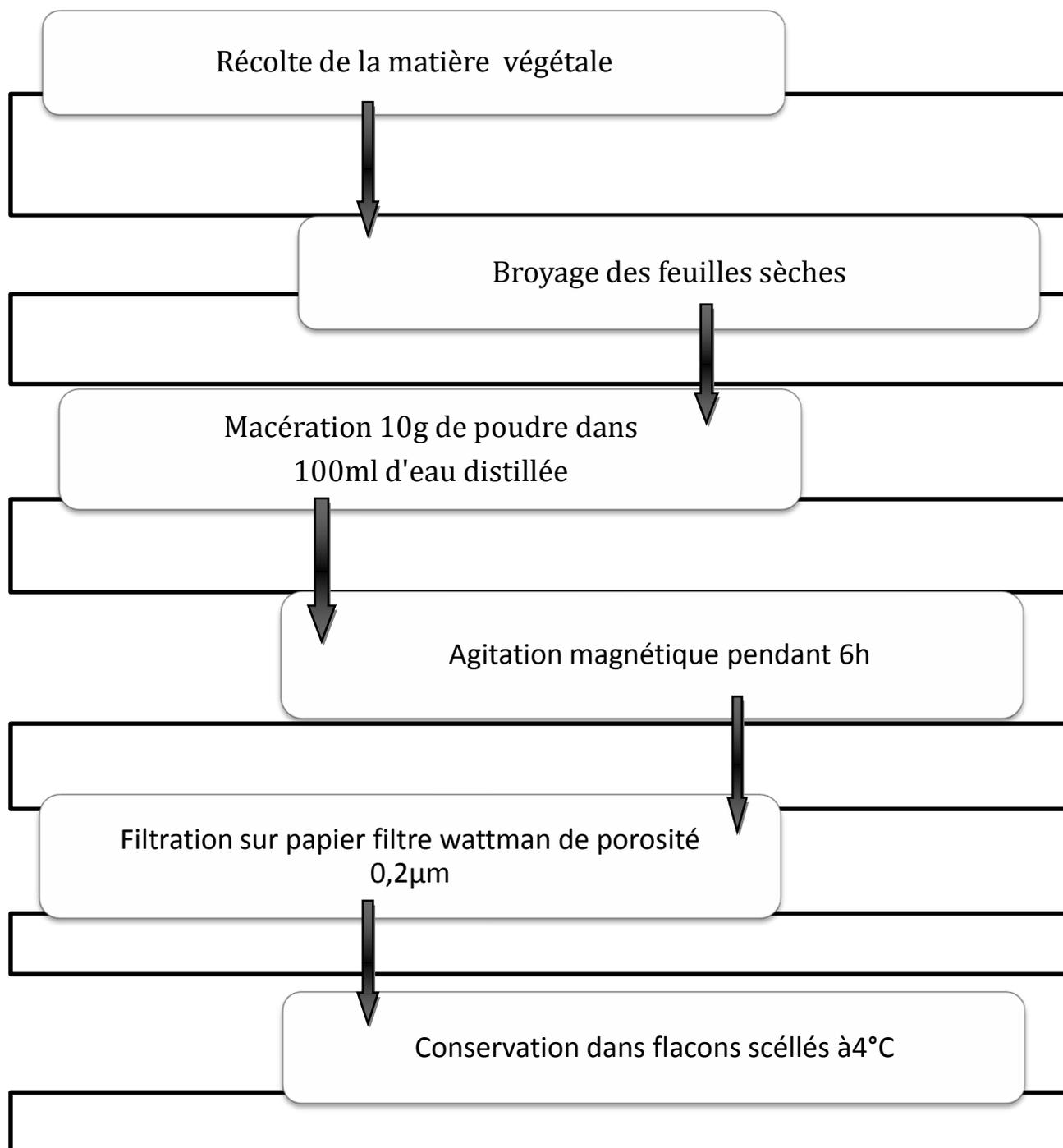


Figure N°16: Protocole de préparation de l'extrait aqueux

4.2. Extrait hydro-éthanolique

L'extrait par éthanol a été préparé en plaçant 10g de poudre et 100ml de solvant aqueux (solvant / eau) soit (80 ml d'éthanol+20ml d'eau distillée) dans un bécher en verre de 500ml pendant 6h sous agitation.

L'extrait a été par la suite filtré à travers du papier filtre Wattman de porosité 0,2 μ m, puis évaporé dans un rota vapeur à basse pression à 45°C pendant 20min.

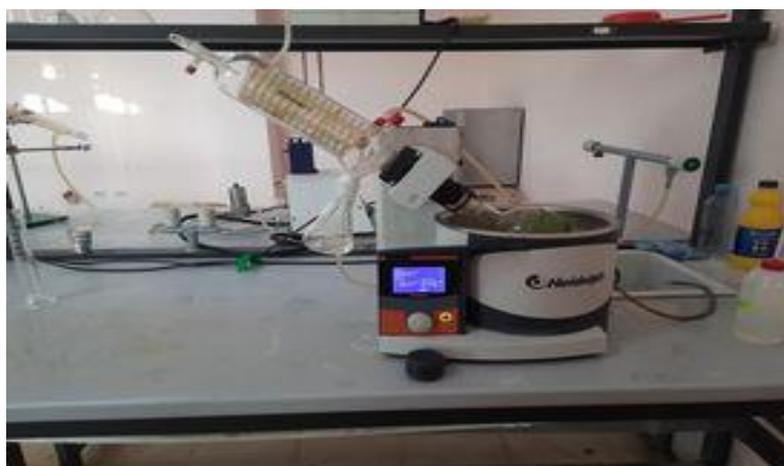


Figure N°17:Rota vapeur (originale7/3/2023).

Le même protocole a été appliqué lors de la deuxième macération, aboutissant à 02 extraits du même matériel végétal. L'extrait obtenu a été ensuite stocké dans des flacons scellés, opaques, à l'abri de l'air, la lumière et à 4°C pour une utilisation ultérieure.

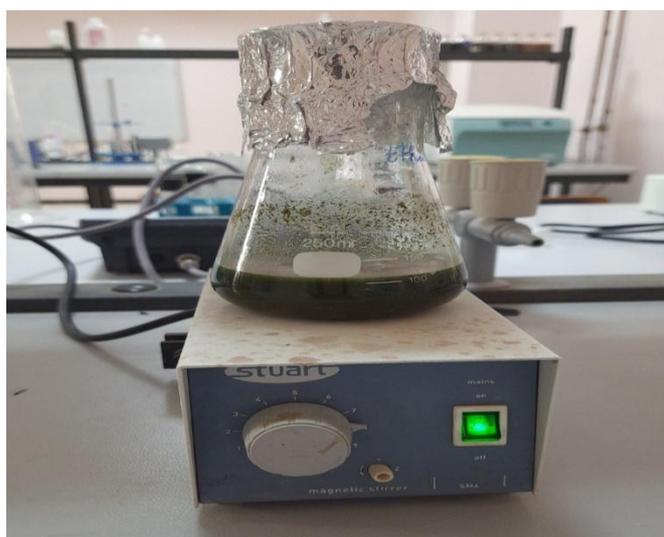


Figure N°18:Extrait hydro-éthanolique destiné à être stocké (originale7/3/2023).

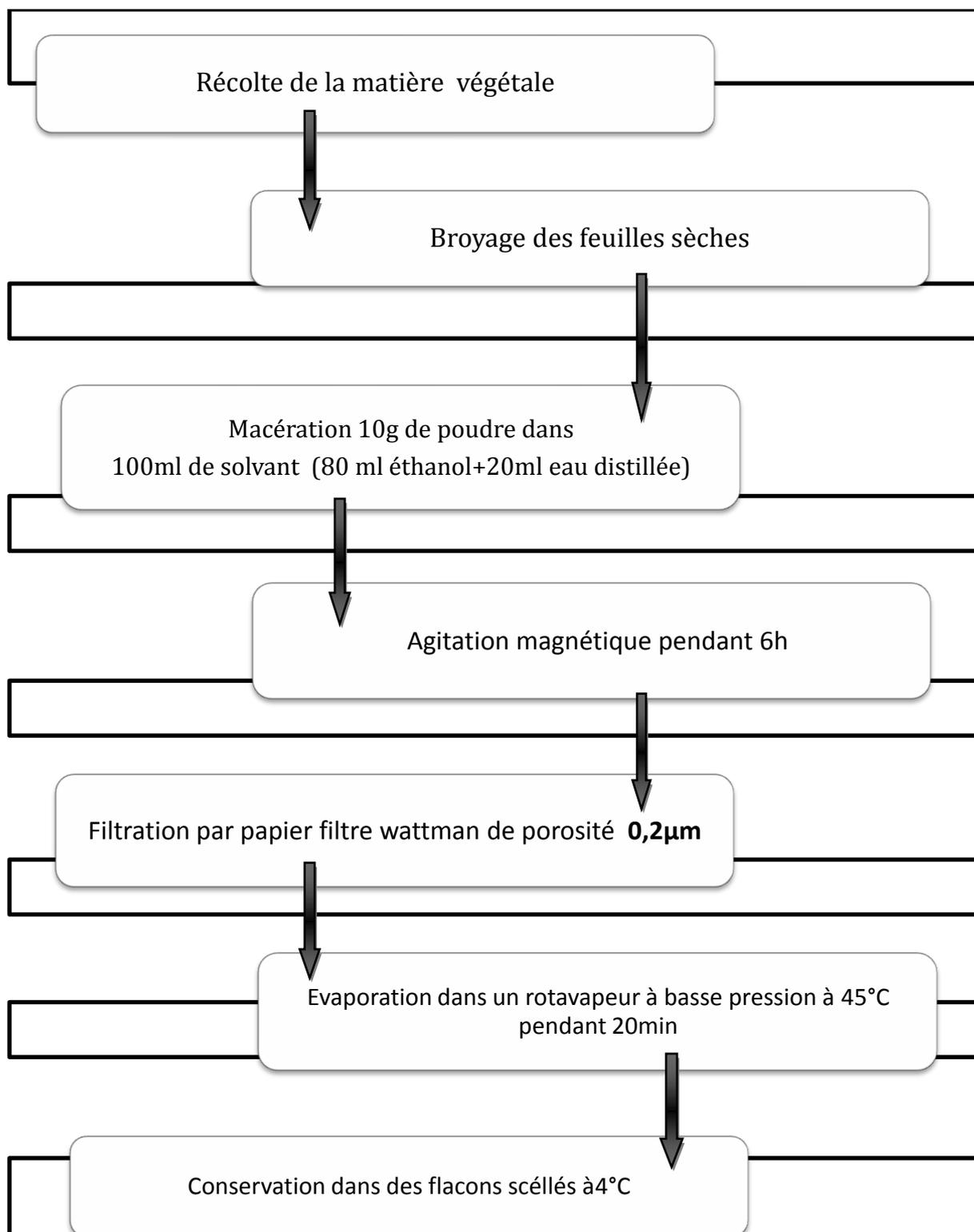


Figure N°19: Protocole de préparation de l'extrait hydro-éthanolique

5. Evaluation de l'activité antibactérienne des extraits de *Salvia officinalis L* par la méthode des disques par diffusion sur Gélose (Méthode indirecte)

5.1. Préparation des dilutions des différentes solutions expérimentales

A partir des extraits aqueux et hydro-éthanolique de *Salvia officinalis* obtenus, des solutions diluées à l'eau distillée à raison de 0%, 20%, 40%, 60%, 80% et 100% ont été préparées ; elles représentent les solutions de travail à base de composés bioactifs de *Salvia officinalis* (figure 20).

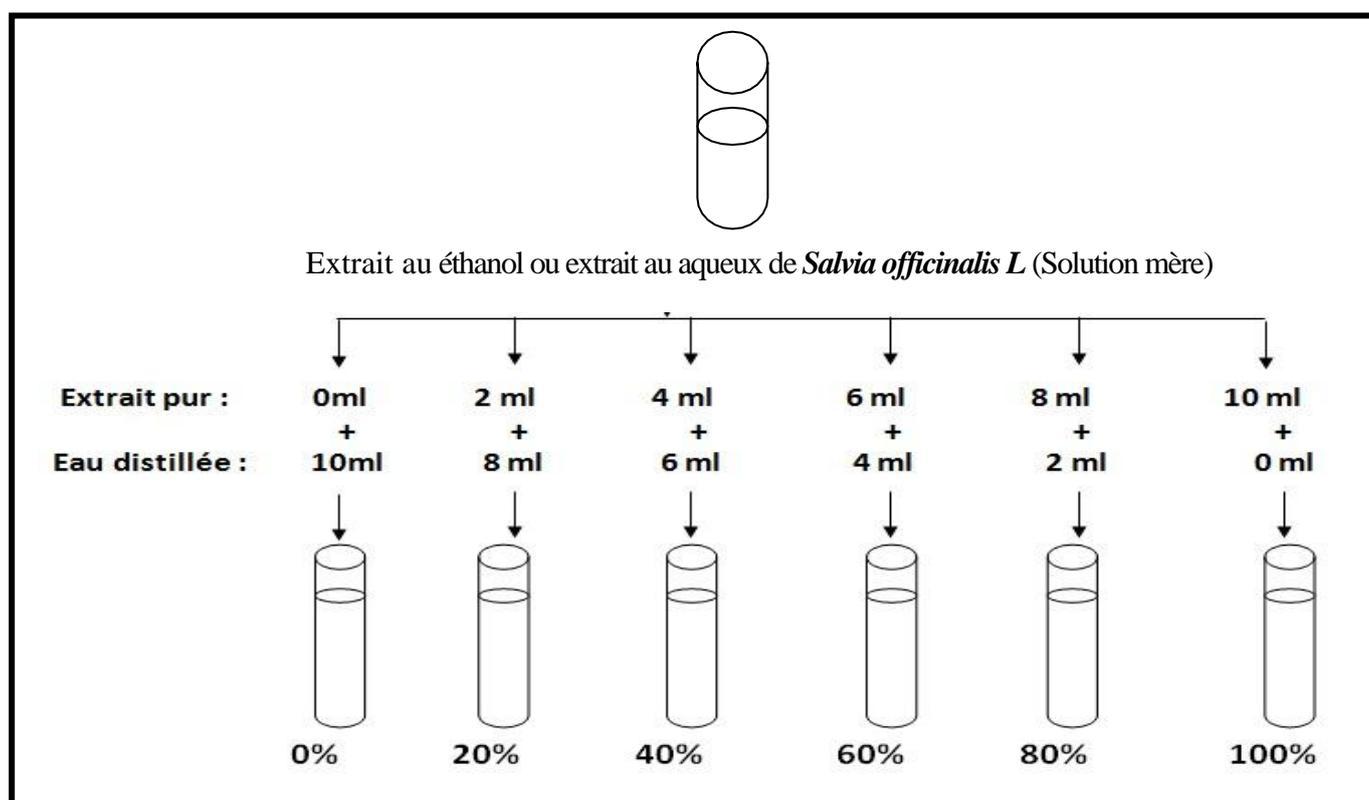


Figure N°20:Préparation de dilutions des extraits de *Salvia officinalis L*.



Figure N°21:Dilution de l'extrait hydro-éthanolique (originale10/3/2023).



Figure N°22:Dilution de l'extrait aqueux (originale10/3/2023).

5.2. Préparation de la suspension bactérienne (l'inoculum)

La suspension est préparée à partir d'une culture jeune obtenue sur gélose nutritive de 18 à 24H.

5.3. Ensemencement

À l'aide un écouvillon, quelques colonies de chacune des bactéries (*Pseudomonas aeruginosa* et *Bacillus cereus*) sont prélevées et ensemencées à la surface de la gélose nutritive coulée et séchée, puis incubation à 37°C pendant 16H.

5.4. Préparation d'inoculum

A partir d'une culture pure (de 18 à 24h) sur milieu d'isolement approprié, on prélève à l'aide d'un écouvillon quelques colonies bien isolées et parfaitement identiques qu'on ensemence dans un tube à essai contenant 10 ml de bouillon nutritif et on incube à 37°C/24h. Après avoir bien homogénéisé la suspension bactérienne, on vérifie la densité de la suspension à l'aide d'un spectrophotomètre. L'opacité du trouble bactérien doit être équivalente à une DO de 0.08 à 0.10 Abs à 625 nm, ce qui correspond à 10⁸UFC/ml.



Figure N°23: Activation de la suspension de *P. Aeruginosa* (originale10/3/2023).



Figure N°24: Activation de la suspension de *B.cereus* (originale).

5.5. Méthode de diffusion en milieu gélosé

C'est une méthode de mesure *in vitro* de l'effet antibactérien des substances actives extraites (principes actifs). Elle repose sur le pouvoir migratoire de l'extrait sur un milieu solide à l'intérieur d'une boîte de pétrie et sert à déterminer la résistance ou la sensibilité des bactéries aux extraits des feuilles de la sauge.

5.6. Ensemencement et dépôt des disques

On prépare des boîtes de pétri (90 mm de diamètre) en versant 20 ml de milieu culture gélosé de MH et on laisse solidifier et sécher pendant 30 minutes à la température ambiante du laboratoire. Les suspensions des souches cibles sont ensuite ensemencées à la surface de gélose MH en utilisant un écouvillon stérile de manière à couvrir toute la surface, puis on laisse sécher pendant 5 min.

Après séchage des boîtes, des disques stériles de papier Wattman de 6 mm de diamètre, (stérilisation à 120 ° C pendant 15 min par autoclavage) sont déposés sur la surface de la gélose puis chargés avec les différentes concentrations des extraits (aqueux et hydro-éthanolique) à raison de 10 µl par disque (deux disques par boîte). Les boîtes sont ensuite fermées et laissées diffuser pendant 15 min à température ambiante.

- **Incubation**

Les boîtes de pétri sont incubées à 37°C durant 24h. Après incubation, l'effet de chaque extrait se traduit par l'apparition autour du disque d'une zone transparente correspondant à l'absence de la croissance. Plus le diamètre de cette zone est grand plus la souche est sensible. Les diamètres des zones d'inhibition ont été mesurés.

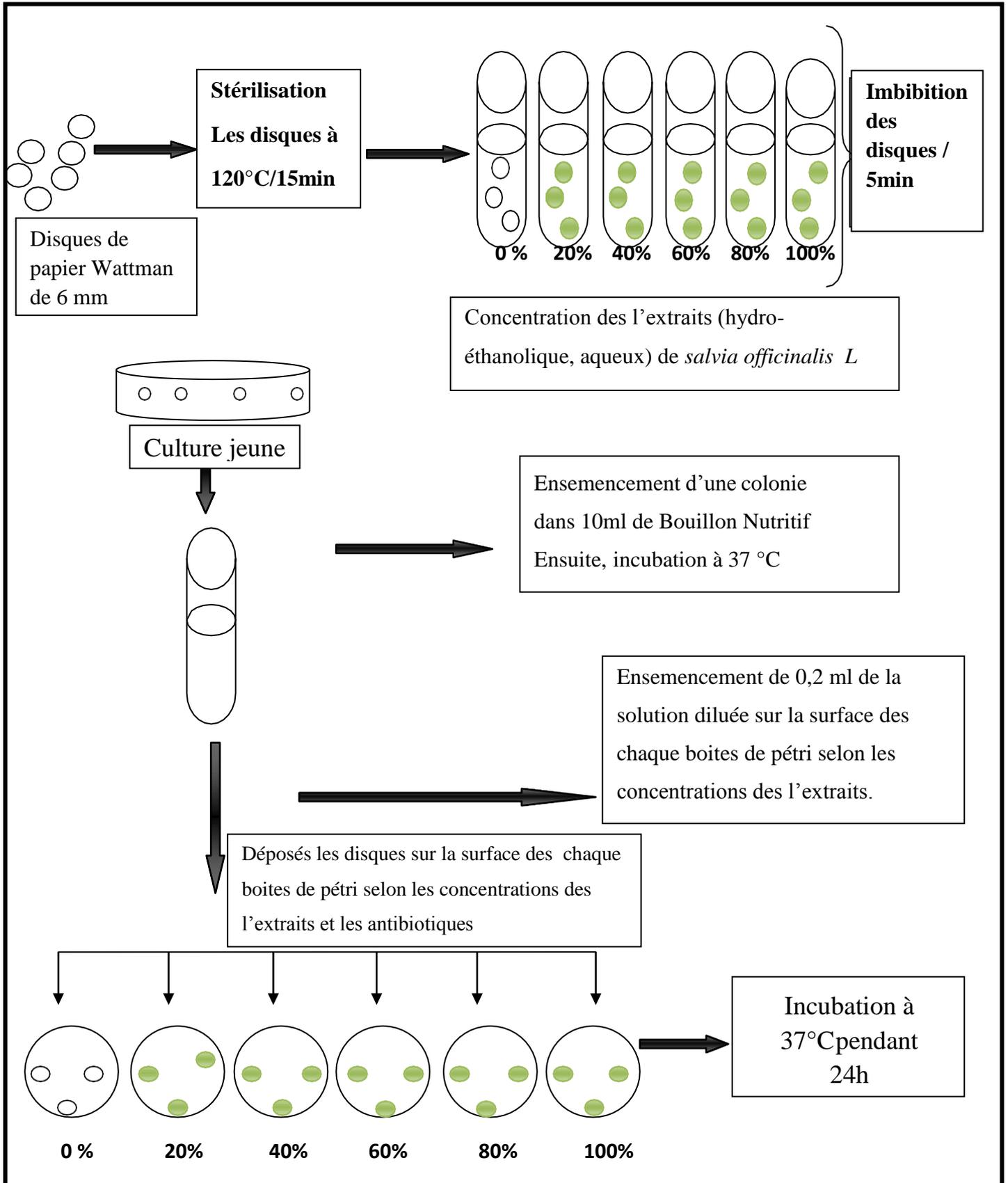


Figure N°25 : Méthode des disques par diffusion sur Gélose MH.

Chapitre II

Résultat et discussion

L'effet de l'extrait dilué de *salvia officinalis* L sur la croissance des germes pathogènes est représenté

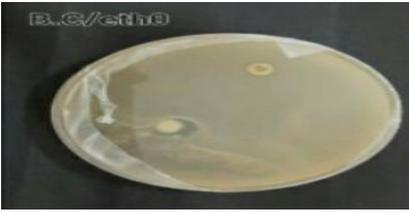
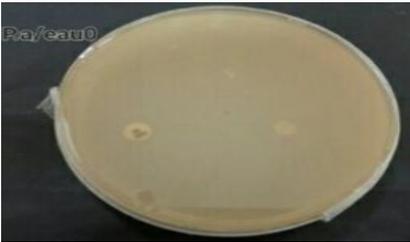
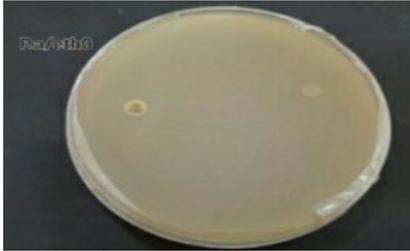
Extrait de <i>Salvia officinalis</i> L	<i>Bacillus cereus</i>
Extrait aqueux 0% (témoin)	
Extrait hydro-éthanolique 0%(témoin)	
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
Extrait aqueux 0%(témoin)	
Extrait hydro-éthanolique 0%(témoin)	

Figure N°26 : Aspect des zones d'inhibition de la croissance microbienne en présence d'extrait hydro-éthanolique à 0% (témoin) par la méthode de diffusion en disque.

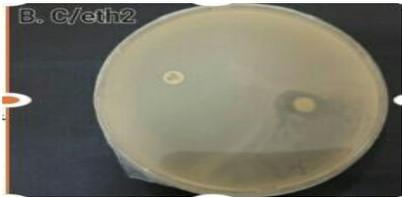
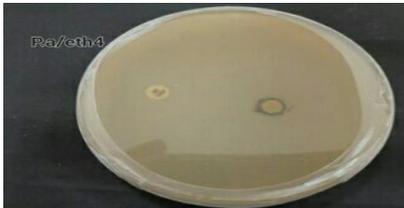
Extrait Hydro-éthanolique	<i>Bacillus cereus</i>
20%	
40%	
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
20%	
40%	

Figure N°27 : Aspect des zones d'inhibition de la croissance microbienne en présence d'extrait hydro-éthanolique dilué à 20% et 40% par la méthode de diffusion en disque.

Extrait Hydro-éthanolique	<i>Bacillus cereus</i>
60%	

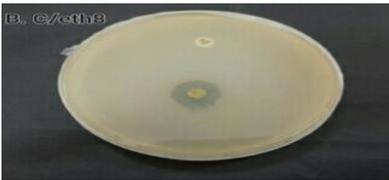
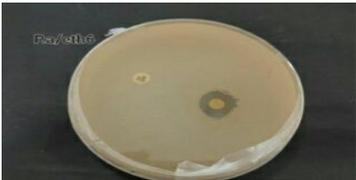
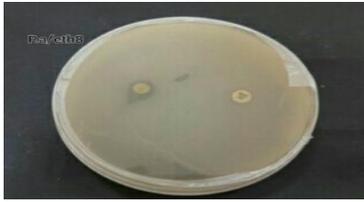
80%	
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
60%	
80%	

Figure N°28 : Aspect des zones d'inhibition de la croissance microbienne en présence d'extrait hydro-éthanolique diluée à 60% et 80% par la méthode de diffusion en disque.

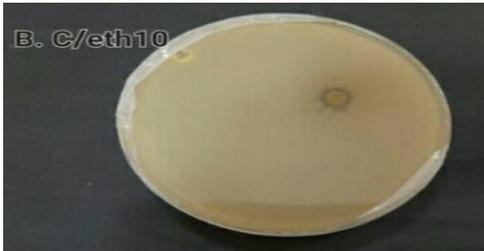
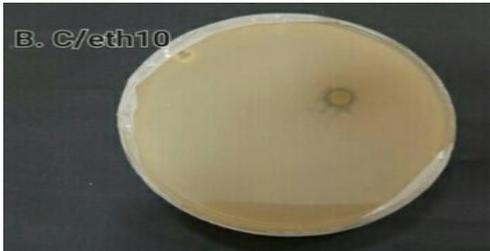
Extrait hydro-éthanolique	<i>Bacillus cereus</i>
100%	
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
100%	

Figure N°29: Aspect des zones d'inhibition de la croissance microbienne en présence d'extrait hydro-éthanolique pur à 100% par la méthode de diffusion en disque

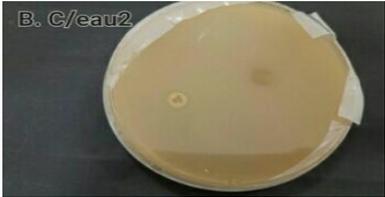
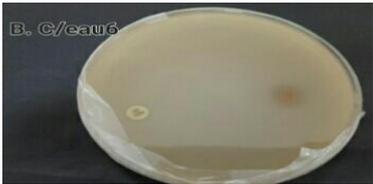
Extrait aqueux	<i>Bacillus cereus</i>
20%	
40%	
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
20%	
40%	

Figure N°30 : Aspect des zones d'inhibition de la croissance microbienne en présence d'extrait aqueux diluées à 20% et 40% par la méthode de diffusion en disque.

extrait aqueux	<i>Bacillus cereus</i>
60%	

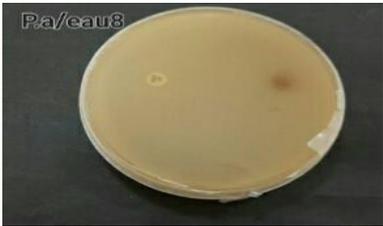
80%	
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
60%	
80%	

Figure N°31 : Aspect des zones d'inhibition de la croissance microbienne en présence d'extrait aqueux diluées à 60% et 80% par la méthode de diffusion en disque.

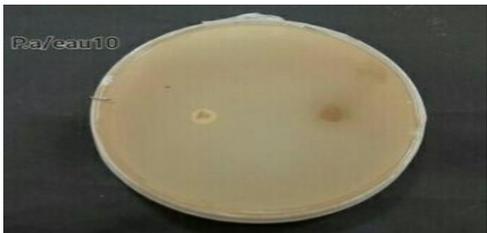
Extrait aqueux	<i>Bacillus cereus</i>
100%	
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
100%	

Figure N°32 : Aspect des zones d'inhibition de la croissance microbienne en présence d'extrait aqueux pur à 100% par la méthode de diffusion en disque.

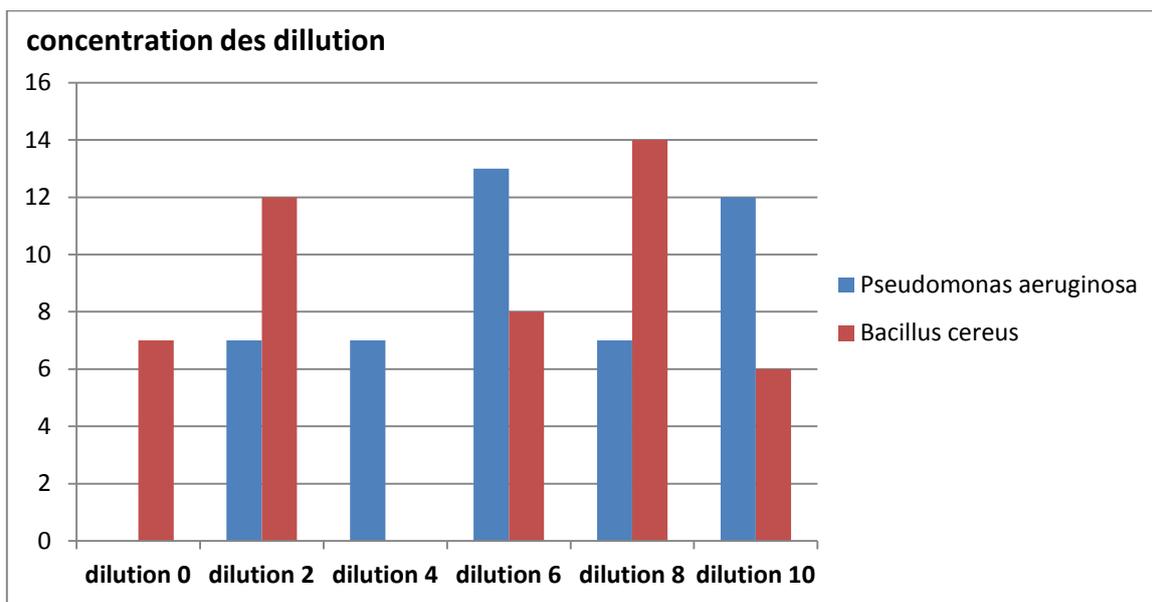


Figure N°33 : Histogramme des diamètres (mm) de zones d'inhibition de la croissance de *P. aeruginosa* et *Bacillus cereus* (extrait hydro-éthanolique).

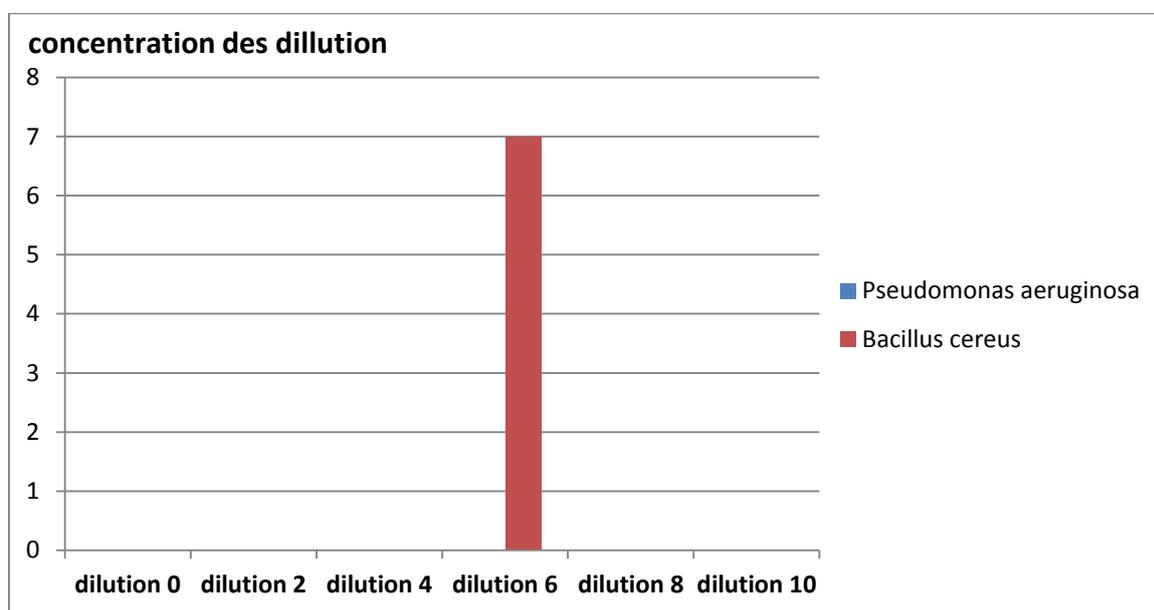


Figure N°34 : Histogramme des diamètres (mm) de zones d'inhibition de la croissance de *P. aeruginosa* et *Bacillus cereus* (extrait aqueux).

Tableau N°5: Les zones d'inhibition de la croissance microbienne des souches testées en présence des extraits hydro-éthanolique et aqueux par la méthode de diffusion en disque.

Dilution	Eau		Ethanol	
	<i>B. cereus</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>B. cereus</i>	<i>P. aeruginosa</i>
0%	0mm	0mm	7mm	0mm
20%	0mm	0mm	12mm	7mm
40%	0mm	0mm	0mm	7mm
60%	7mm	0mm	8mm	13mm
80%	0mm	0mm	14mm	7mm
100%	0mm	0mm	6mm	12mm

Tableau N°6 : Résultat des antibiogrammes.

	<i>Amoxicillin (25µg)</i>	<i>AMC (20/10µg)</i>
<i>Bacillus cereus</i>	0mm	7mm
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0mm	7mm

Evaluation de l'activité antibactérienne des extraits de *Salvia officinalis*

Les plantes renferment de nombreux composés doués d'une activité antimicrobienne. Ce sont des métabolites secondaires qui comprennent les composés phénoliques, les flavonoïdes, les tanins, les alcaloïdes et les huiles essentielles. Le pouvoir antimicrobien des extraits de plantes est fortement lié à leurs compositions chimiques qui varient en fonction de plusieurs facteurs tels que l'environnement, la saison, l'âge de la plante et la méthode d'extraction utilisée.

L'évaluation de l'activité antimicrobienne des extraits de la sauge sur les deux bactéries *B.cereus* et *P.aeruginosa* a été faite par la méthode d'aromatogramme, basée sur la diffusion des disques sur milieu gélosé MH. Le pouvoir antimicrobien est obtenu par la mesure des diamètres des zones d'inhibition (mm).

L'aromatogramme nous a permis d'évaluer la sensibilité des souches vis-à-vis des extraits de feuilles de *Salvia officinalis* macérées dans l'eau et l'éthanol.

L'échelle d'estimation de l'activité antimicrobienne est subdivisée en 05 classes selon le diamètre (D) des zones d'inhibition (**Mutai et al., 2009**) :

- Non inhibitrice : $D < 10$ mm
- Légèrement inhibitrice : $11 \text{ mm} \leq D \leq 16$ mm
- Modérément inhibitrice : $16 \text{ mm} \leq D \leq 20$ mm
- Fortement inhibitrice : $21 \text{ mm} \leq D \leq 29$ mm
- Très fortement inhibitrice : $D \geq 30$ mm

La méthode de diffusion des disques nous a permis de mettre en évidence le pouvoir antibactérien de l'extrait des feuilles de *Salvia officinalis* L. vis-à-vis des deux bactéries testées. Il a été remarqué la présence de zones d'inhibition autour des disques, variant entre 7mm et 14 mm particulièrement pour l'extrait hydro-éthanolique.

Le plus grand diamètre de la zone d'inhibition a été observé chez *B.cereus* soit une valeur de 14mm obtenu avec l'extrait hydro-éthanolique dilué à 80 %, alors que chez *P. aeruginosa*, le plus grand diamètre est de 13 mm obtenu avec l'extrait hydro-éthanolique dilué à 60%.

En comparant ces résultats à l'échelle d'estimation de l'activité antimicrobienne, on peut déduire que l'extrait hydro-éthanolique des feuilles de *S. officinalis* a une action légèrement inhibitrice vis-à-vis des souches *B. cereus* et *P.aeruginosa*

Ce résultat semble intéressant dans la mesure où les deux germes pathogènes ont manifesté une résistance à l'action des deux antibiotiques testés notamment à l'AMC.

Par ailleurs, il est à noter une très faible voir l'absence d'inhibition exercé par l'extrait aqueux des feuilles de *S. officinalis* comparativement à l'extrait hydro-éthanolique.

Globalement, es résultats de nos essais montrent que les souches testées

Conclusion

Les plantes médicinales représentent une source inépuisable de substances et composés naturels bioactifs qualifiées de métabolites secondaires. Ces dernières années, il y a eu un intérêt croissant pour l'utilisation des antioxydants et des antimicrobiens naturels. Dans ce travail nous avons mené des essais sur les activités biologiques de la plante *Salvia officinalis* particulièrement l'activité antimicrobienne des extraits de feuilles obtenus par macération dans l'eau et l'éthanol. Les résultats obtenus nous ont permis de tirer les conclusions suivantes :

- La technique d'extraction et le cycle végétatif influence sur le rendement et la qualité des extraits obtenus.
- Aucune inhibition n'a été obtenue par l'extrait aqueux quelle que soit la concentration à l'encontre des deux espèces testées *B. cereus* et *P. aeruginosa*.
- Une activité légèrement inhibitrice a été obtenue par l'extrait hydro-éthanolique vis-à-vis des souches testées, on déduit que certains métabolites actifs sont solubles dans éthanol considéré comme un bon solvant.
- L'inhibition de la croissance varie en fonction de l'espèce bactérienne et de la concentration de l'extrait testé et une plus grande efficacité a été notée sur la bactérie à Gram négatif que celle à Gram positif.

Enfin, il est intéressant de tester les principes actifs de la sauge en utilisant d'autres solvants organiques d'extraction tels que le méthanol et l'acétone. Nous suggérons également d'évaluer le pouvoir antibactérien sur un large panel de souches bactériennes et fongiques devenues à l'heure actuelle, multi résistantes aux antibiotiques.

*Référence
bibliographique*

A

- Abdelkader Beloued, plantes médicinales d'Algérie .p182.
- Andraw Chevallier avant-propos du Dr AnnWalker.Plantes Médicinales p444.
- Antioxydant des extraits (Huile essentielle et hydrolat) de *salvia officinalis* .P13-15
- **Annane Assia, Boualili Mariama(2014)**;Evaluatio in vitro de l'action antibactérienne d'huile essentielle de *Sauge officinalis*. *L. Salvia officinalis* de la région Nord-ouest de Tizi Ouzou.P30, 31,32.

B

- **Benchachoua Rayane, Simoud Amira, (2021)**;Étude théorique sur l'activité antibactérienne et antioxydant des extraits (Huile essentielle et hydrolat) *de salvia officinalis*. P13-15.
- **Belabas Hafsa, Riad Fatiha,(2019)**;Étude de l'effet antimicrobien des huiles essentielles de Salvai officinalis sur les bactéries (*Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aerugenosa*,*Escherichia coli*).p 6-7-11.
- **Bouchelouh Salima et Hala Amel, (2020)**, Etude théorique des propriétés physico-chimiques des flavonoïdes d'une plante (*salvia officinalis*), page10, p13, p14, p15, p22.
- **Bekada Mohammed Aness, (2021)**, Effets antimicrobiens des extraits et des huiles essentielles de feuilles de sauge (*Salvia officinalis*) sur certains germes pathogènes, p6.
- **Benayache besma, amirat khadidja et moussous meryem, (2020)**, activité anti-inflammatoire des poly phénols du *salvia officinalis L*, page8, page10, page11.
- **Benkhedda fatima et Djadaouadji mimouna, (2018)**, Activité antimicrobienne des polyphénols d'Elettaria cardamomum, page19, page21.
- **Bouزيد amina et Bouhamri ouassila, (2019)**, Extraction des huiles des gaines *Prunus Amygdalus* et *Carthames Thinctorius* et mise en évidence du pouvoir antibactériens, page 19, page20.
-

C

- **Cherigui Mebarka, Zaibet Hanane, (2014)**; Pouvoir antibactérien et antioxydant des

extraits (Huile essentielle et hydrolat) de *Salvia officinalis* de la région de Bordj Bou Arreridj, P9-10.

- **C-A.Carron, S.Previdoli, A.Cottagnoud, C.Rey et C.Carlen, (2005)** ; Sauge officinalis : productivité et qualité de la nouvelle variété Regula.p235.

D

- D.EL Abed et N.Kambouche, Les huiles essentielles P17.
- Dr Mahboubi Moussaoui.Plantes Médicinales de Méditerranée et d'Orient .p352.
- **Dahmani Somia et Dahmani Feyrouz, (2018)**, évaluation de l'activité biologique des différents extraits, et des huiles essentielles de la plante : *salvia officinalis* L, page 9, p12, p15.

J

- Jean-Paul Mandin.Les plantes (Bien débiter en botanique).p196.

H

- **Hafssa hallali et Ilyia hached, (2019)**, Etude de l'activité antimicrobienne de l'algue Rouge '*Corallina officinalis*', page 19.

P

- Préface d'Hubert Richard. Plantes aromatiques et huiles essentielles à Grasse Botanique- Culture-Chimie-Production et marché .p208.

R

- **Rahmani Ilham, Rehis Naima, (2018)**; Étude de l'activité antimittotique de l'extrait des feuilles de la sauge (*Salvia officinalis* L.)Sur le méristème radicaire de l'oignon (*Allium cepa* L.).p5.

S

- **Souras Souad, Briki Samira, Roubache Imane, (2019)**;Evaluation des effets biologique des plantes *Salvia officinalis* et *Linum usitatissimum*.p 14.
- **Salah Benkherara, Ouahiba Bordjiba, Ali Boutlelis Djahra, (2011)** ; Étude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de la Sauge officinalis : *Salvia officinalis* L. Sur quelques entérobactéries pathogènes. P78.

- **Stéphania Bury-Mone, Véronique Broussolle, Olivier Dussurget, Priscila Branchu, Nalini Rama Rao (2020)** ; La réponse au NO au centre de la pathogenèse bactérienne et cible d'antibiotiques innovants. P58, 59,72.

T

- **Toumi yasmine et miloudi zahia, (2020)**, Etude phytochimique et évaluation de l'activité antimicrobienne et anti inflammatoire de *salvia officinalis L*, page13.