REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA



Faculté de Science
Filière : sciences biologiques

Spécialité : Microbiologie Appliqué

Mémoire de fin d'études de Master II

Etude des activités biologiques des extraits de *Salvia chudaei bat* et *trub.*

Présenté par :

BENAISSA YAHIA Yousra

BELLATRACHE Imene

GUEMANA Sabiha

Soutenu devant le jury composé de :

Présidente : Mme CHAOUATI Karima	MAA	université Médéa
Examinatrice :Mme ZERGOUG Amina	MCA	université Médéa
Promotrice : Mme DIF Sabrina	MAA	université Médéa
Co- Promoteur : Mr DOUIFFI Abdraouf	Complexe de SAIDAL	

2022-2023

Remerciements

Grâce à Dieu le Tout Puissant qui nous a aidé à terminer ce projet en éclairant mon chemin.

J'adresse tout d'abord nos sincères remerciements à notre chère promotrice Madame DIF Sabrina pour nous avoir consacré le temps nécessaire à la réalisation de ce travail ainsi pour sa gentillesse, ses encouragement et ses précieux conseils, Sans oublier notre Co-promoteur Mr DOUIFI Abd raouf pour son aide.

Nous tenons à remercier également : Madame CHAAOUTI Karima qui nous a fait le plaisir de présider ce jury, qu'il trouve ici notre profond respect.

Madame ZEARGOUG Amina pour avoir bien voulu examiner ce travail et être membre de jury.

Je présente mes remerciements les plus sincères à Monsieur FAHIS Mohammed et madame GUEMANA Nacira

J'aimerais aussi mes sincère remerciement à Mlle BENAISSA YAHIA Hadjer pour son aide est ses conseils

Nous remercions toutes l'équipe de SAIDAL qui nous ont accueillies chaleureusement surtout Mm Salma Chikhtouhami Toubal sghir Amina, Mr Zouambia Fouad, Mme TOUMI Nadjet, Mr. Karim laidi, Mr. Bachir et Khaled pour leurs encouragements, leur disponibilité, leur assistance et leurs conseils judicieux. C'est un honneur pour nous

D'avoir travaillé avec eux.

Nos vifs remerciements vont aussi à Mr.TOZOUTE Nabil pour son aide précieuse.

Nous remercions toute personne qui a contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Dédicace

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la reconnaissance, c'est tout simplement que : Je dédie ce mémoire de fin d'étude à :

A Ma chère Mère Fatma : Tu représentes pour moi la source de tendresse et l'exemple de dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager. Tu as fait plus qu'une mère puisse faire pour que ses enfants suivent le bon chemin dans leur vie et leurs études.

A Mon Père Cherif : Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail et le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation le long de ces années.

A mes chers frères : Mohammed, Omar et Ayoub .

A mes sœurs : Hadjer ,Sarah ,Zahira et Imene.

Une spéciale dédicace à une personne le plus cher de ma vie :BENTALEB Hamza

A Tous mes très chers amis : Maissa SIDHOUM, Amina BENBARKA , Sarah TURKMENE , Sabiha GUEMANA ,Imene BELLATRACH Khadija BEN SALEM ,Halla METIDJI ET Marwa KEZRANE.

A tous mes enseignants depuis mes premières années d'études.

A tous ceux qui me sens chers et que j'ai omis de citer.

YOUSRA

Dédicace

Au nom de dieu Clément et miséricordieux qui termine par leur aubaine tous les travaux et que le salut de Dieu soit sur son prophète MOHAMMED

Je dédie ce modeste travail: A ma très chère mère ZHOUR Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as Cessé de me donner depuis ma naissance, A mon très cher père MOUHAMED Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, L'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours pour vous

A mes chers freres Omar hamza ilyass

Et mes adorable sœurs mariem, Khadija salma et saida

Et a ma meilleur amis Selma Nesrine Khadija Halla Marwa

A mes binômes imene et yousra qui sont partagées avec moi les moments difficiles pour réaliser ce travail. .

Merci d'être toujours là pour moi.

SABIHA

Dédicace

Mes remerciements vont tout d'abord au bon DIEU pour la volonté et la patience qu'il m'a donné durant ces longues années d'étude afin que je puisse arriver à ce stade. C'est avec un très grand honneur que je dédie ce modeste travail aux deux personnes : À mon père Zarouke, Mon plus haut exemple et mon modèle de persévérance pour aller toujours de l'avant et ne jamais baisser les bras. Pour ses sacrifices et ses précieux conseils. J'espère que ce travail sera à la hauteur de tes attentes et qu'il soit l'accomplissement de tous tes efforts. Àma mère , Pour sa patience, sa compréhension, sa disponibilité, son écoute permanente et son soutien sans égal dans les moments les plus difficiles de ma vie. À ma seule sœur khadidja, pour leur soutien moral et ses encouragements. À mes chers frères Amine et Abdelhake

À ma chère tante Fatima Zahra Pour ses soutiens moraux et leurs conseils précieux tout au long de mes études.

À mes cousins et cousines À ma chère amie Nasreen À mes collègues d'université, et tous mes ami(e)s.

À Mon trénom sabiha et yousra. J'ai partagé avec vous les joies et les difficultés au suivi de notre travail. enfin à tous ceux qui savent donner sans recevoir, qui aident sans retour et sans être égoïste

Imene

Liste des abréviations et nomenclatures

- **Abs :** absorbance.
- **AlCl3 :** Trichlorure d'aluminium.
- **ATCC:** American type culture collection.
- **DPPH :** 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle
- **UV :** Ultraviolet.
- **DMSO** : Dimethylsulfoxyde.
- **Na2Co3** : Carbonate de sodium.
- **AlCl3 :** Chlorure d'aluminium.
- **MS :** Matière sèche
- **R :** Rendement
- **G :** gramme
- **IC50 :** la concentration inhibitrice médiane
- **CMI :** Concentration minimale inhibitrice
- **UFC :** unité formant colonie
- **EQ :** Equivalent en quercétine.
- **EAg :** Equivalent en acide gallique.
- **HE :** huile essentielle.
- **MeOH :** Méthanol
- **C° :** Degré Celsius.
- **OMS :** Organisation Mondiale de la Santé.
- **R :** Rendement
- **Mes** : la masse de l'extrait sec (g)
- **Mv** : la masse de matériel végétal utilisé en gramme
- **(Wy5) :** *Fusarium redolens*
- **(Wy14) :** *Fusarium solani*
- **(Wy11):***Fusarium equiseti*
- **(Wy18):** *Fusarium oxysporum*

Liste des figures

N°	Titre des figures	Page
01	Répartition géographique de la famille des Lamiacées dans le monde entier	01
02	Répartition géographique du genre *Salvia* dans le monde	02
03	L'espèce *Salvia chudaei* Battandier & Trabut et ***Salvia chudaei*** Sur le bord de cet oued.	04
04	Inflorescence et fleur *de Salvia Chudaei*	04
05	Les tiges et les fruits de *salvia chudaei* (Akène) (original)**..**	05
06	Feuilles de *Salvia chudaei* avec photos réale	05
07	Répartition géographique de *Salvia chudaei Batt et Trab*	06
08	Structure du noyau phénol	08
09	Voies de biosynthèse des phénylpropanoïdes et shikimate	09
10	Exemple des types des acides phénoliques : hydroxybenzoïques (A) hydroxycinnamiques (B)	10
11	Squelette de base des flavonoïdes	10
12	Structures de base des Tanins condensés	11
13	structure de quelque type de coumarine	12
14	Structures chimiques des Alcaloïdes	13
15	Origine structurale des terpènes	14
16	*Escherichia coli*	16
17	*Salmonella typhimurium*	17
18	*Staphylococcus aureus*	17
19	*Bacillus subtilis*	17
20	*Candida albicans*	18
21	Structure microscopique de *Fusarium solani* CBS 490.63	20

22	Transformation du radical DPPH• en DPPHH	24
23	Formation du complexe (Fe2+-TPTZ) à partir du complexe (Fe3+-TPTZ) par des antioxydants	24
24	Matériel végétal (feuilles et tiges) de *Salvia chudaei* avant le séchage	26
25	Matériel végétal après séchage et le broyage (originale 2023*).*	26
26	Éspèces fongique (Originale,2023).	28
27	Processus de l'extraction aqueuse	29
28	Processus de l'extraction éthanolique	30
29	Principe schématisé de l'extraction par entrainement à la vapeur d'eau (EVE) avec une photo originale (2023)	31
30	Processus de l'extraction de l'huile essentielle.	32
31	Virage de couleur des extraits dans le dosage des polyphénols (originale)	33
32	Virage de couleur des extraits dans le dosage des flavonoïdes (originale)	34
33	Processus de méthode de diffusion sur milieu solide (originale 2023)	35
34	Processus de méthode CMI (originale 2023)	36
35	Protocole d'évaluation de l'effet antifongique (in vitro).	39
36	Structure du radical DPPH et DPPH réduit	40
37	Virage de DPPH de l'extrait aqueux (originale)	40
38	Virage de DPPH de l'extrait éthanolique (originale)	40
39	Effet des extraits sur les souches bactériennes.	45
40	Effet « in vitro » des différents extraits sur la souche de *Fusarium redolens*	48
41	Taux d'inhibition de la croissance mycélienne de *Fusarium redolens* sous l'effet des différentes doses de l'extrait de *Salvia chudaei*	48
42	Effet « in vitro » des différents extraits sur la souche de *Fusarium solani*	48
43	Taux d'inhibition de la croissance mycélienne de *Fusarium solani* sous l'effet des différentes doses de l'extrait de *Salvia chudaei*	49

44	Effet « in vitro » des différents extraits sur la souche de *Fusarium oxysporum*	50
45	Taux d'inhibition de la croissance mycélienne de *Fusarium oxysporum* sous l'effet des différentes doses de l'extrait de *Salvia chudaei*	50
46	Effet « in vitro » des différents extraits sur la souche de *Fusarium equiseti.*	51
47	Taux d'inhibition de la croissance mycélienne de *Fusarium equiseti* sous l'effet des différentes doses de l'extrait de *Salvia chudaei*	51
48	Pourcentage d'inhibition de teste de DPPH dès l'extraits	54

Liste de tableaux

Tableau	Titre	Page
I	Place des Lamiacées dans la systématique**.**	02
II	La taxonomie de *Salvia chudaie*	05
III	Le rôle des composés phénoliques	12
IV	Principaux composés des huiles essentielles et leurs activités biologiques.	15
V	classification du F*usarium*	21
VI	Souches microbiennes testées**.**	27
VII	Différentes doses des extraits éthanolique et aqueux.	37
VIII	différents volumes de l'huile essentielle correspondant à différentes concentrations.	38
IX	Rendement et l'aspect des extraits	42
X	Teneur en polyphénol	44
XI	Résultats de teneur en flavonoïdes	46
XII	Résultats de l'activité antibactérienne des extraits testés.	52
XIII	. Tableau représentatif des valeurs d'IC50 des extraits	55

Sommaire

Dédicaces

Remerciement

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Résumé.

Introduction

Première Partie Synthèse Bibliographique

I.Présentation de la plante étudie……....01

I.1.Généralité sur la famille lamiacées……01

I. 2.Répartition géographique de la famille des Lamiacées…….....01

I.3. Position systématique de la famille des Lamiacées ..... ……...02

I.4. Le Genre Salvia..... ……...02

I.4.1.Description botanique de genre salvia……02

I.4.2.Utilisation traditionelle des plantes du genre salvia……03

I.4.3.Intérêt économique de genre salvia ..... ……03

I.5.Espèce *Salvia chudaei Battandier et Trabut*…….…03

I.5.1.Nomenclature ..... ……03

I.5.2.Description botanique de la plante *salvia chudaei* ..... ……..03

I.6.Position systématique de l'éspece *salvia chudaei*..... ……..04

I.7.Répartition géographique de la plante *Salvia chudaei*... ……*05*

I.8.Utilisation traditionnel de l'espèce *salvia chudaie* ..... ……..06

II.Les métabolites secondaires……07

II..1. Metabolites primaries……..07

II.2.Métabolites secondaires ……07

II. Classification des métabolites secondaires……..08

II.1.Les composés phénolique ……08

II.1.1.Biosynthèse des composés phénoliques…….....08

II.1.2.Classification des composés phénoliques……..…09

II.1.2.1. Les acides phénoliques……..…09
II.1.2.2.Les flavonoids……10
II.1.2.3.Les tanins……11
II.1.2.4. Les coumarines……...11
II.1.2.4.Le rôle des composés phénoliques ……12
II.2.Les composés azotés (les Alcaloïdes) ……..13
II.3.Les terpénoïdes (isoprénoïdes)……..13
II.4.Les huiles essentielles ……...14
II.4.1.Définition ……...14
II.4.2.Localisations des huiles essentielles……...14
II.4.3.Les différentes utilisations des huiles essentielles ……15
II.4.4.Les composants chimique des huiles essentielles ……..15
III.Activités biologiques……16
III.1. Activité antimicrobienne……..16
III.2. Description des différentes souches microbiennes testées……...16
III.3.Les méthodes d'étude des activités antimicrobiennes……...18
III.3.1.La méthode par diffusion……18
III.3.2.Méthode de dilution……19
III.4.Activité antifongique……..19
III.4.1. Généralité sur les champignons…….…19
III.4.2.Les champignons phytopathogène……...19
III.4.3.Aspects Morphologiques……...…20
III.4.4.Classification taxonomique du genre *Fusarium*……..…20
III3 L'activité antioxidant……...21
III3.1.Définition du stress oxidant ……21
III3.2.Radicaux libres ……21
III.3.3. Principaux radicaux libres et leurs origines……21
III.3.4.Rôles des radicaux libres……..21
III.3.5.Les Antioxydants……..22
III.3.6. Mécanismes d'action des antioxydants……...23
III.3.7. Méthodes d'évaluation de l'activité antioxydant ……....23
III.3.7.1.Test de piégeage du radical DPPH……23
III.3.7.2.Test de piégeage du radical FRAP……..24

Deuxième Partie : partie expérimental

Chapitre 2 : Matériels et Méthodes

I. Matériel biologique……..25
I.1.Materiel végétal ……25
I.2.Les Souches microbiennes testées…….27
II.3.Les éspèces fongiques ……..27
II. Matériel non biologiques ……...28
II.1. préparation des extrais de *Salvia Chudaei* ……..28
II.1.1.Préparation de l'extrais aqueux …….28
II.1.2.Préparation de l'extrait éthanolique……...29
II.1.3.Extraction des huiles essentielles……...30
II.1.3.1.Mode opératoire ……31
II.2.Dossage des métabolites secondaires ……32
II.2.1.Dossage de polyphenol……..32
II.2.2. Dosage de flavonoïde……....33
II.3. Etude des activités biologiques ……...34
II.3.1.Activités antibactérienne ……...34
II.3.1.1. Principe de diffusion sur milieu solide. ……34
II.3.1.2. Détermination de la concentration minimale inhibitrice CMI……36
II.3.2. L'activité antifongique ……..37
II.3.2.1.Evaluation de l'activité antifongique in vitro des extraits de *Salvia chudaei* par méthode de contacte directe. ……..……37
II.3.2.2.Etude de l'effet fongicide ou fongistatique des extraits……..39
II.3.3.Activité anti-oxydante……39
II.3.4.CalculdesIC50…….39

Chapitre 3 : Résultats et Discussions

II.L'extraction…… ……42
II.1. Dosage des polyphénols totaux et des flavonoïdes ……..43
II.1.1.Dosage de polyphenols……43
II.1.2.Dosage des flavonoids……43
II.2. Evaluation de l'activité antimicrobienne ……44
II.2.1.L'activité antibactérienne……44
II.2.2. L'activité antifongique……47
II.2.2.1. Evaluation de l'activité antifongique de l'extrait aqueux, éthanolique et HE…….47
II.2.2.2.L'activité antifongique sur la souche de *Fusarium redolens* …….....48
II.2.2.3.L'activité antifongique sur la souche de *Fusarium solani*……...…49
II.2.2.4.L'activité antifongique sur la souche de *Fusarium oxysporum* ……..*50*
II.2.2.5.L'activité antifongique sur la souche de *Fusarium equiseti* …….....51
III. 2.2.2.Etude de l'effet fongicide et fongistatique des extraits ……....52
II.2.3.Evaluation de l'activité antioxydant ……..…54.

Conclusion…….....….56

Résumé:

Notre travail a porté sur l'étude phytochimique d'une plante endémique du Sahara central : Salvia chudaei (Lamiaceae). Ainsi que sur l'évaluation de son activité antimicrobienne et antioxydante.

L'extraction des différentes fractions notamment : l'extrait éthanolique, aqueux et huile essentielle a donné un rendement de 8.5%, 12.23% et 0.15% respectivement.

La teneur en polyphenols totaux a été déterminée par la méthode de Folin Ciocalteu. Elle est de : 556.72 µg EAG/mg d'extrait éthanolique et de 401.11µg EAG/mg d'extrait aqueux.

Les teneurs en flavonoids des extraits éthanolique et aqueux ont été évalués par la méthode d'AlCl3, elles sont de7.20 µg EQ /mg et 3.66 µg EQ/mg respectivement.

L'activité antimicrobienne des extraits de *Salvia chudaei* a été évaluée par : la méthode de diffusion sur milieu solide et la détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI). Les extraits ont montré un pouvoir antimicrobien remarquable sur les souches (*bacillus subtillus , Staphylococcus aureus , Salmonella typhimirium,*)

L'activité antifongique a été testée in vitro, vis-à-vis de quatre champignons phytopathogènes : *Fusarium redelon, Fusarium solani, Fusarium oxysporume et Fusarium equiseti,* par la méthode de contact direct, les résultats obtenus montrent que la diminution de la croissance mycélienne synchronise avec l'augmentation de la concentration des extraits, plus la concentration augmente plus l'effet inhibiteur augmente. Nous avons trouvé que les souches testées présentent une sensibilité importante, se traduisant par un pourcentage d'inhibition variant de 82.14 % à 90.90% pour l'extrait éthanolique et de 1.42 % à 54.43% pour l'extrait aquex, et de1.17% à42.85% huile essentielle avec plus de sensibilité chez la souche de Fusarium redelon

l'activité antioxydante des extraits (éthanolique, aqueux et l'huile essentielle) a été estimée en utilisant le test du DPPH. Les extraits montrent un pouvoir antioxydant important, avec des IC50 de 2240 μg /ml, 740 mg/ml et 30 mg/ml respectivement

Mots clés : *Salvia chudaei*, extrait éthanolique, extrait aqueux, huile essentielle, activité antimicrobienne, activité antifongique, activité antioxydant.

Abstract

Our work focused on the phytochemical study of a plant endemic to the central Sahara: *Salvia chudaei* (Lamiaceae) . We also assessed its antimicrobial and antioxidant activity.

Extraction of the various fractions: ethanolic extract, aqueous extract and essential oil yielded 8.5%, 12.23% and 0.15% respectively.

Total polyphenol content was determined by the Folin Ciocalteu method. It is : 556.72 µg EAG/mg ethanolic extract and 401.11µg EAG/mg aqueous extract.

The flavonoids content of ethanolic and aqueous extracts was assessed by the AlCl3 method, at 7.20 µg EQ/mg and 3.66 µg EQ/mg respectively.

The antimicrobial activity of *Salvia chudaei* extracts was assessed by the solid-state diffusion method and determination of the minimum inhibitory concentration (MIC). The extracts showed remarkable antimicrobial activity against the following strains: *bacillus subtillus , Staphylococcus aureus , Salmonella typhimirium,* etc.

The antifungal activity was tested in vitro against four phytopathogenic fungi: *Fusarium redelon, Fusarium solani, Fusarium oxysporume and Fusarium equiseti*, using the direct contact method. The results obtained showed that the reduction in mycelial growth synchronized with the increase in extract concentration, with the inhibitory effect increasing as the concentration increased. We found that the strains tested were highly sensitive, with inhibition percentages ranging from 82.14% to 90.90% for the ethanolic extract and from 1.42% to 54.43% for the l'extract aquex, and from 1.17% to 42.85% for the essential oil, with greater sensitivity for the *Fusarium redelon* strain.

The antioxidant activity of the extracts (ethanolic, aqueous and essential oil) was estimated using the DPPH test. The extracts showed significant antioxidant power, with IC50 values of 2240 µg /ml, 720 µg/ml and 30 µg /ml respectively

Key words:*Salvia chudaei* ethanolic extract, aqueous extract and essential oil, antimicrobial activity, antifungal , antioxidant activity.

ملخص

يهدف هذا العمل الى إجراء دراسة نباتية لأحد النباتات ذات الأهمية الطبية في وسط الصحراء وتقييم نشاطها المضاد للمكروبات والمضاد للأكسدة.

استخلاص الكسور المختلفة: أعطى المستخلص الإيثانولي والمستخلص المائي والزيت العطري 8.5٪ و 12.23٪ و 0.15٪ على التوالي.

تم تحديد محتوى البوليفينول الكلي بواسطة طريقة Folin Ciocalteu. التي مكنتنا من الحصول : 556.72 ميكروغرام EAG / ملغ خلاصة إيثانولية و401.11 ميكروغرام من EAG / ملغ مستخلص مائي.

تم تقييم محتويات الفلافونويد للمستخلصات الايثانولية والمائية بطريقة AlCl3 ، حيث بلغت 7.20 ميكروغرام / EQ mg و 3.66 ميكروغرام EQ / mg على التوالي.

تم تقييم النشاط المضاد للميكروبات لمستخلص *Salvia chudaei* من خلال: طريقة difusion sur milieu solide وتحديد أقل تركيز مثبط (CMI). أظهرت النتائج قوة ملحوظة في مضادات الميكروبات على السلالات (*Bacillus subtillus*، *Staphylococcus aureus*، *Salmonella typhimurium*)

تم اختبار النشاط المضاد للفطريات ضد أربعة أنواع من الفطريات الممرضة للنبات: *Fusarium redelon*، *Fusarium solani*، *Fusarium oxysporume* و *Fusarium equiseti* ، بطريقة Contact direct، حيث أظهرت النتائج أن الانخفاض في نمو الفطريات يتزامن مع زيادة التركيز من المستخلصات ، كلما زاد التركيز كلما زاد التأثير المثبط. لقد وجدنا أن السلالات المختبرة لها حساسية معنوية، نتج عنها نسبة تثبيط تتراوح من 82.14٪ إلى 90.90٪ للمستخلص الإيثانولي ومن 1.42٪ إلى 54.43٪ للمستخلص المائي، ومن 1.17٪ إلى 42.85٪ بالنسبة للزيوت الأساسية مع تسجيل حساسية اكبرضد سلالة *Fusarium redelon*

تم تقدير النشاط المضاد للأكسدة للمستخلصات (الإيثانول والمائي والزيوت العطرية) باستخدام اختبار DPPH. تظهر المستخلصات قوة كبيرة في مضادات الأكسدة، حيث تبلغ نسبة تركيز 224 مكم / مل ، و 740 مكم / مل ، و 30 مكم / مل على التوالي.

الكلمات المفتاحية: ، مستخلص إيثانولي ، مستخلص مائي .زيت عطري ، نشاط مضاد للميكروبات ، *Salvia chudaei* نشاط مضاد للفطريات ومضاد للأكسدة.

Introduction

Depuis très longtemps, les plantes médicinales jouent un rôle déterminant dans la conservation de la santé des hommes et dans la survie de l'humanité et Selon l'organisation Mondiale de la Santé (OMS), plus de 4000 sont des plantes médicinales, ce qui constitue 90% de la médecine traditionnelle en Afrique **(OMS, 2003)**.

En Algérie les plantes médicinales sont utilisées depuis des siècles pour traiter différentes affections. Bien que l'Algérie soit l'un des pays arabes les plus riches des plantes**.(BENARBA, 2016)**

Actuellement les industriels développent de plus en plus de procédés mettant en œuvre des extraits et des principes actifs d'origine végétale. Parmi ces nouveaux composés potentiellement intéressants, les antioxydants, tels que les polyphénols, qui ont été particulièrement étudiés en raison de leur utilisation dans les domaines pharmaceutiques, cosmétiques et alimentaires pour leurs effets bénéfiques pour la santé et nombreuses études ont démontré la capacité des composés phénoliques pour protéger les globules rouges contre les stress oxydatifs cette activité s'appelle anti-hémolytique selon (**Valente *et al)(*2010).** Aussi que les polyphénols jouent un rôle de protection des plantes contre les invasions microbiennes, et présentent d'autres mécanismes d'action de lutte contre les champignons, bactéries et virus. Ces propriétés antifongiques et antivirales trouvent de nombreuses applications en médecine humaine **(AMRIOUI & NOGHAG, 2019)**

Les extraits bruts, naturels de ces composés et l'isolement à partir des plantes utilisées en médecine traditionnelle, peuvent être des ressources de nouveaux médicaments .Ainsi, les plantes peuvent être considérées comme des réservoirs de molécules bioactives encore peu explorées. Les substances naturelles et les plantes en particulier représentent, entre autres, une immense source des composés phénoliques (acide phénolique, flavonoïdes, flavonols, tannins condensés…)**(AMRIOUI & NOGHAG, 2019)**

La flore du Sahara central algérien (Tassili n'Ajjer) présente une végétation remarquablement diversifiée de centaines d'espèces endémiques qui sont appréciées par la population locale dans le domaine de la médecine traditionnelle **(BENHELIMA et al., 2020)** Et se caractérise par plus de 5000 taxons entre espèces, sous-espèces, variétés et hybrides ; sur les 3139 espèces de trachéophytes déjà décrites, plus de 900d'entre elles sont rares, très rares

ou endémiques, dont certaines n'ont pratiquement jamais fait l'objet d'études phytochimiques poussées et encore moins d'études pharmacologiques, c'est comme le cas de *Salvia Chudaei* que nous avons abordé dans cette étude. Cette espèce aromatique de la famille des Lamiacées (endémique des massifs montagneux du Sahara central) est utilisée dans la médecine traditionnelle Touareg **(BOUZAR , NEHARI, 2019)**

L'objectif visé par notre étude, consiste à l'étude phytochimique de la partie aérienne de *Salvia chudaei* de la région de Tamanrasset. Ainsi que sur l'évaluation de l'activité antioxydante, antimicrobienne et antifongique.

Cette étude a été divisée en deux parties, dans la première partie nous présentons une synthèse bibliographique qui regroupe la description de plante *Salvia chudaei* ,généralités sur les composés phénoliques et les activités biologiques .

La deuxième partie est expérimentale consacrée à la présentation des travaux pratiques va divise en deux chapitre, dans le premier chapitre décrit les matériels et les méthodes utilisées dans ce travail qui porte sur : extraction de l'extrait éthanolique et aqueux par macération , les huiles essentielles sont obtenus par entrainement à la vapeur d'eau aussi la détermination la teneur de polyphénols totaux, de flavonoïdes enfin évaluation d'activité antioxydant par le test de piégeage du radical DPPH, l'activité antimicrobien et antifongique .

Le deuxième chapitre englobe l'analyse et l'interprétation des résultats obtenus, enfin une conclusion.

I. Présentation de la plante étudiée

I.1.Généralité sur la famille lamiacées

La région méditerranéenne d'une manière générale et l'Algérie en particulier, avec son climat doux et en soleillé est particulièrement favorable à la culture des plantes aromatiques et médicinales. Les Lamiacées, ou Labiacées, ou encore Labiées, sont une grande famille naturelle constituée principalement de plantes herbacées et de sous-arbrisseaux. C'est une famille d'une homogénéité très exceptionnelle : une Lamiacées est très facile à reconnaître**.** Elle regroupe 6500 espèces dont l'air de dispersion est extrêmement étendue , avec une prépondérance dans les régions méditerranéennes**(MOKRANI, 2020).**

Elle est aussi bien répandue dans les zones tropicales que dans les zones tempérées du monde. La plus grande diversité est rencontrée selon cet ordre: le bassin méditerranéen, l'Asie centrale, le continent Américain, les Iles du pacifique, l'Afrique équatoriale et la Chine .Un des traits les plus caractéristiques de cette famille réside dans le fait que plusieurs genres renferment des terpènes qui sont responsables de l'odeur aromatique de ces plantes et qui sont utilisés dans la médecine traditionnelle et dans les plats de cuisine **(KABOUCHE, 2005)**

I.2.Répartition géographique de la famille des Lamiacées

Dans la flore de l'Algérie, les Lamiacées sont représentées par 28 genres et 146 espèces, Certains genres sont de détermination délicate en raison de la variabilité extrême des espèces.**(AOUINA , LAKHDRI, 2018)**



Figure 01 : Répartition géographique de la famille des Lamiacées dans le monde entier.**(AOUINA , LAKHDARI, 2018)**

I.3. Position systématique de la famille des Lamiacées

La place des Lamiacées dans la classification systématique botanique APGII. (Angiospermphylogeny group) est la suivante.

Tableau I : Place des Lamiacées dans la systématique**. (ACHILI, 2021)**

Ordre Lamiales	(17800 espèces regroupées en ving
Embranchement	Spermatophytae
Sous-embranchement	Angiospermae
Classe	Dicotyledonae
Sous Classe	Asteropsidae
Groupe	Euasterideae
Super-ordre	Lamianeae
Ordre	Lamiale
Famille	Lamiacées

I.4. Le Genre Salvia

Salvia vient du mot latin "Salvare", qui veut dire : Guérir, sauver. C'est une plante magique qui sauve des vies humaines **(HAMMOUDI, 2015).** Le genre *Salvia*, de la famille des labiées ou lamiacées, font partie de la gamme variée des plantes médicinales et aromatiques spontanées caractérisant la flore Algérienne. Le genre en question compte, à lui seul, plus de 900 espèces, Les espèces décrites en Algérie sont au nombre de vingt- trois**.(DAHMANI , DAHMANI, 2018)**.Ces dernières restent en majorité peu étudiées aussi bien sur le plan phytochimique que biologique**(KERKOUB, 2021)**

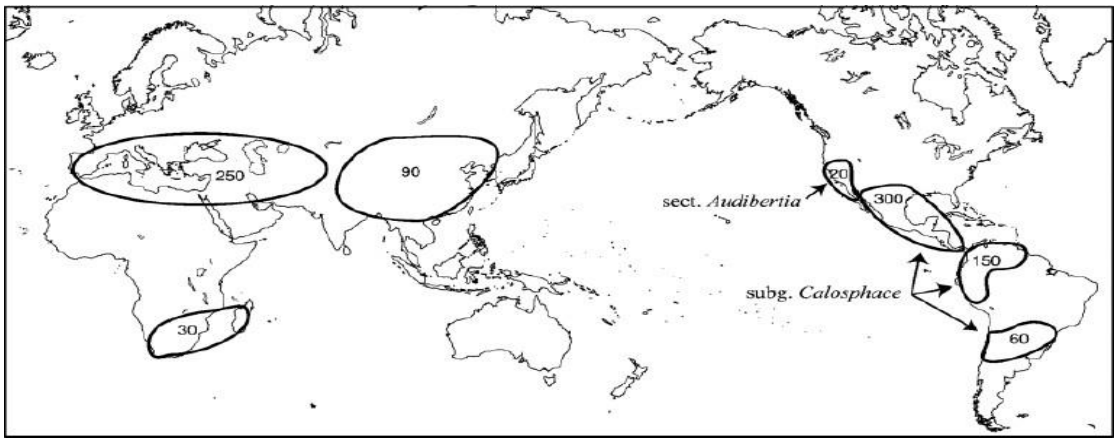


Figure 02: Répartition géographique du genre *Salvia* dans le monde**(ACHILI, 2021)**

I.4.1.Description botanique de genre salvia

Le genre Salvia comprend des espèces annuelles, bisannuelles ou vivaces. Les tiges sont généralement quadrangulaires inclinées comme les autres membres de la famille des lamiacées. Les feuilles sont généralement entières, mais parfois dentées ou pennées. Les hampes florales portent de petites bractées inégales. Cette sauge se présente comme un arbrisseau vivace très rameux, de couleur gris bleuté, due aux poils la couvrant entièrement.**(BOUFEKER , KOUITEN, 2022)**

I.4.2.Utilisation traditionelle des plantes du genre salvia

Le genre Salvia est très utilisé en pharmacopée traditionnelle. Divers usages dans le traitement de certaines maladies comme le rhume, bronchite, douleurs, infections et hémorragie. Ces plantes sont utilisées pour traiter les infections microbiennes, les symptômes associés aux cancers la diarrhée, les maladies des yeux
Les activités biologiques pour lesquelles ces espèces sont utilisées sont très diverses : l'activité anti-cholinestérase, antibactérienne, antioxydante, antifongique, anti-inflammatoire et anticancéreuses **(BOUFEKER , KOUITEN, 2022)**

I.4.3.Intérêt économique de genre salvia .

Connue pour ses propriétés médicinales, aromatiques ou culinaires, le genre salvia présente un intérêt économique majeur, notamment comme source d'huiles essentielles**.** La science et admet, il confirme les diverses vertus des plantes et des composants actifs. Ils ont un domaine d'application très diversifié, et sont largement utilisés dans la fabrication (des médicaments et des cosmétiques, Parfums, aliments et additives)**(IBRAHIM et *al.*, 2022)**

Les espèces Salvia ont un grand intérêt en cosmétologie, dont les extraits de *S. officinalis* et *S. lavandula efolia* sont largement introduits dans les produits de beauté et les parfums. En domaine culinaire, elle est employée pour son gout puissant, légèrement amer et comphré**. (LAZAR & MIHOUBI, 2020)**

I.5.Espèce *Salvia chudaei Battandier et Trabut*

I.5.1.Nomenclature :

- Nom Tamahaq : Aouhihat.**(Krimat et *al.*, 2015)**

- Nom arabique : Tagroufte**(KRIMAT et *al*., 2015)**
- Nom vernaculaire (Français) : sauge sauvage **(HAMMOUDI, 2015)**
- Nom scientifique *:Salvia chudaei Batt et trub* **(HAMMOUDI, 2015)**



Figure 03 : (A) : L'espèce *Salvia chudaei* Battandier & Trabut **(HAMMOUDI, 2015) (B) : *Salvia chudaei*** Sur le bord de cet oued, **(*Al Yasmina 1 : 1/1-21 - Compte-rendu de mission Hoggar-Tefedest*, s. d.)**

I.6.Description botanique de la plante *salvia chudaei*

Cette sauge se présente comme un arbrisseau vivace très rameux, de couleur gris bleuté. Elle mesure environ 30 à 40 cm de haut et possède des tiges striés très feuillues. Les feuilles sont étroites et allongées, crispées sur la marge et à l'extrémité des tiges, les inflorescences en épis portent de longs poils laineux qui masquent les petites fleurs d'un bleu pâle. La plante entière dégage une odeur puissante et agréable, un peu camphrée(Figure 04) **(HAMMOUDI, 2015)**



Figure 04 : Inflorescence et fleur *de Salvia Chudaei***(HAMMOUDI, 2015)**



Figure 05 : Tiges et fruits de *salvia chudaei* (Akène) (original)**.**

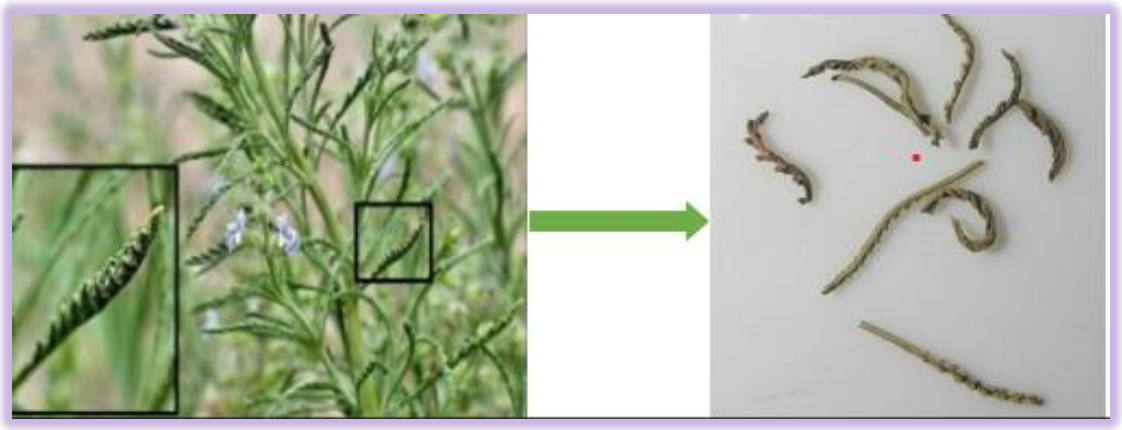


Figure 06: Feuilles de *Salvia chudaei* avec photos réale **(BOUZAR , NEHARI, 2019)**

II .3Position systématique de l'éspece *salvia chudaei.*

Tableau II : La taxonomie de *Salvia chudaie* selon **QUEZEL et SANTA (1963)**

Règne	Plantae
Embranchement	Spermatophyta
Sous-embranchement	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Famille	Lamiaceae
Genre	*Salvia*
Espèces	*Salvia chudaie* Battandier & Trabut

I.7.Répartition géographique de la plante *Salvia chudaei*

Salvia chudaei est une espèce caractéristique de la souche d'endémisme continentale insulaire des montagnes sahariennes ou certaines d'entre elles : Hoggar, Tefedest, Tassili des Ajjer et Tibesti. On retrouve cette plante par petites touffes dans les sites de haute altitude supérieur à 1200m comme : Idelis, Tazrouk, Tahifet, Tehrhananet et Tinsawak **(DAHMANI , SMAILI, 2020)**



Figure 07 : Répartition géographique de *Salvia chudaei Batt et Trab*

(WILL et *al*., 2015)

I .8.Utilisation traditionnel de l'espèce *salvia chudaie*

C'est une plante qui dégage une odeur agréable. Elle a des usages médicinaux et culinaires multiples. Elle est utilisée contre les rhumatismes et pour soulager les ulcères d'estomac. Elle peut être également absorbée en poudre sur les aliments ou avec l'eau. L'Aouhihat aromatise agréablement le thé des Touaregs. En cuisine, on l'ajoute à certains plats en condiment, à la viande ou aux bouillies de mil. Il s'agit aussi d'un pâturage **(HAMMOUDI, 2015)**

II .Métabolites secondaire

- **Définition**

Métabolisme l'ensemble des réactions chimiques qui se déroulent dans un organisme, est un processus très dynamique. les molécules sont en continuel renouvellement ; la composition d'une cellule à un instant donné est un équilibre entre synthèse et dégradation **.**Le métabolisme est soumis à une régulation équilibrée évitant toute accumulation des produits finaux ou intermédiaires.**(DAHMANI , DAHMANI, 2017)**

II.1. Métabolites primaires

Tous les êtres vivants assurent leur croissance grâce à un ensemble complexe de réactions chimiques, auxquelles on donne le nom général de métabolisme. Parmi ces réactions, celles qui permettent la synthèse et l'utilisation de substances essentielles pour la vie, comme les sucres, les acides aminés, les nucléotides, et les polymères qui en dérivent (polysaccharides, protéines, acides nucléiques) constituent ce que l'on appelle le métabolisme primaire .Il est remarquable de constater que l'ensemble des êtres vivants, de la bactérie à l'homme en passant par le végétal, utilise les mêmes types de métabolites primaires, suggérant ainsi une même origine pour toute la vie sur notre planète.

Les métabolites primaires sont essentiellement des *Glucides* ,des *lipides*, des *protides* **(BOTINEAU, 2010)**

II .2.Métabolites secondaires

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 co-évolution 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.

La diversité des espèces utilisées et des métabolites secondaires déjà isolés laisse présager de l'ampleur de ce qui reste à découvrir. On considère effectivement que, jusqu'à ce jour, moins de 10 % des espèces de végétaux supérieurs qui peuplent actuellement la planète ont été explorées pour leurs propriétés chimiques et biologiques **(KRIEF, 2003)**

II.3.Classification des métabolites secondaires

Les métabolites secondaires sont divisés principalement en trois grandes familles : les composés phénoliques (polyphénols), les composés azotés (alcaloïdes) et les terpénoïdes **(BERSALI et *al.*, 2022)**

II.3.1.Les composés phénolique

Les composés phénoliques ou polyphénols sont des métabolites secondaires caractérisés par la présence d'un cycle aromatique portant des groupements hydroxyles libres ou engagés avec un glucide. Ils sont présents dans toutes les parties des végétaux supérieurs (racines, tiges, feuilles, fleurs, pollens, fruits, graines et bois) et sont impliqués dans de nombreux processus physiologiques comme la croissance cellulaire, la rhizogenèse, la germination des graines ou la maturation des fruits**.(MEROUANE, 2013)** ,Ils sont largement utilisés en thérapeutique comme vasoconstrictrice, Anti-inflammatoire, inhibitrice enzymatiques, antioxydants et antimicrobiens **(BERSALI et *al.*, 2022)**

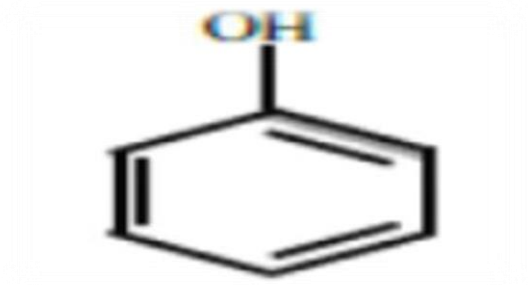


Figure 08 : Structure du noyau phénol**(BERSALI et *al.*, 2022)**

II.3.1.1.Biosynthèse des composés phénoliques

Les polyphénols sont essentiellement synthétisés par de deux voies biosynthétique (voie de Shikimate et voie des phénylpropanoides).

- **La voie de Shikimate :**

C'est souvent la voie de biosynthèse des composés aromatiques, elle joue un rôle critique pour contrôler le métabolisme de la voie de phénylpropanoide**.**

- **La voie des phénylpropanoides :**

La voie de phénylpropanoide commence par la phénylalanine (Phe) qui fournit en plus des principaux acides phénoliques simples, coumarines, isoflavonoïdes, flavonoïdes, acide salicylique, des précurseurs de lignine, qui est quantitativement le second biopolymère le plus

important après la cellulose**.** De plus la diversité structurale des composés polyphénoliques due à cette double origine biosynthétique, est encore accrue par la possibilité d'une participation simultanée des deux voies dans l'élaboration de composés d'origine mixte **(AMRIOUI , NOGHAG, 2019)**

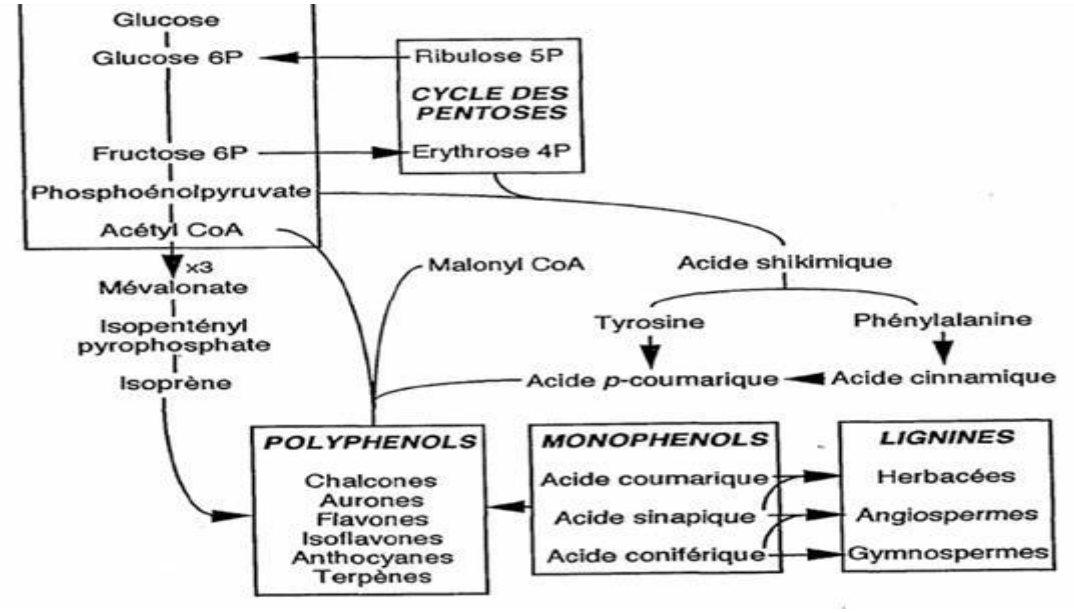


Figure 09 : Voies de biosynthèse des phénylpropanoïdes et shikimate **(KHALED , KHETTAB, 2019)**

II.3.1.2.Classification des composés phénoliques

La classification de ces substances a été proposée par **(HARBORNE, 1980)**. On peut distinguer les différentes classes des polyphénols en se basant d'une part, sur le nombre d'atomes constitutifs et d'autre part, sur la structure de squelette de base, principales classes sont largement répandues **(AMRIOUI , NOGHAG, 2019)**

II.3.1.2.1. Les acides phénoliques

Les acides phénoliques sont des petites molécules constituées d'un noyau benzénique et au moins d'un groupe hydroxyle, elles peuvent être estérifiées, éthérifiées et liées à des sucres sous forme d'hétérosides fig.10 Ces acides (libres ou liés à d'autres molécules) représentent environ un tiers des composés phénoliques .Ils se composent de deux sous-groupes, à savoir, les acides hydroxybenzoïques avec la structure C6 – C1 fig.10.A et les acides hydroxycinnamiques avec la structure (C6 – C3) fig.10.B

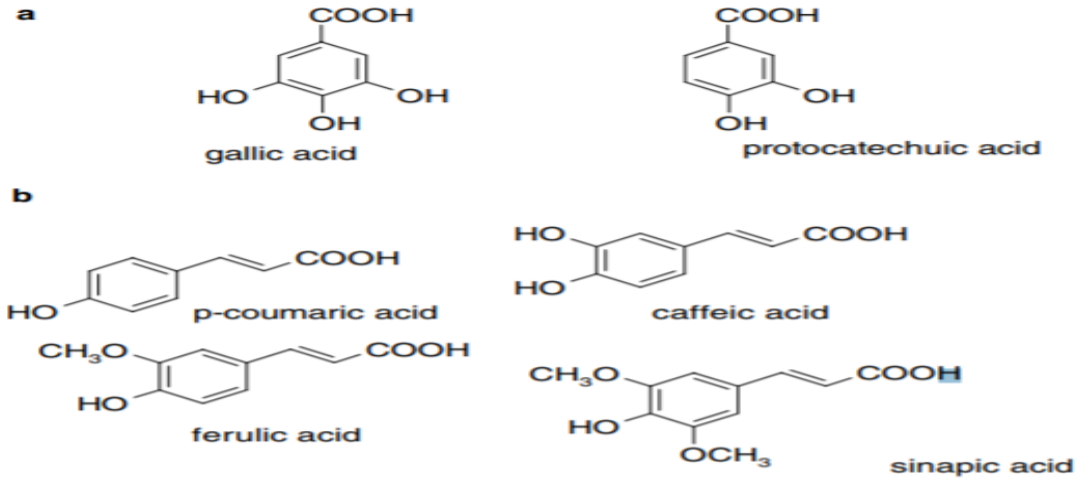


Figure10 : Exemple des types des acides phénoliques : hydroxybenzoïques (A) hydroxycinnamiques (B)**(LAOUICI, 2020)**

II.3.2.2.Les flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des produits largement distribués dans le règne végétal et sont couramment consommés quotidiennement sous forme de fruits, légumes et boissons telles que le vin et le thé. Ils constituent un groupe de plus de 6 000 composés naturels qui sont quasiment universels chez les plantes vasculaires .Ils sont responsables des colorations jaune, orange et rouge de différents organes végétaux.**(GHEDIRA, 2005)**

Actuellement, plus de 4000 flavonoïdes ont été identifiés dans le règne végétal. Ils peuvent être regroupés en une douzaine de classes selon le degré d'oxydation du noyau pyranique central (noyau C) lequel peut être ouvert et recyclé en un motif furanique **(KHALILI , MIMOUNE, 2005)**

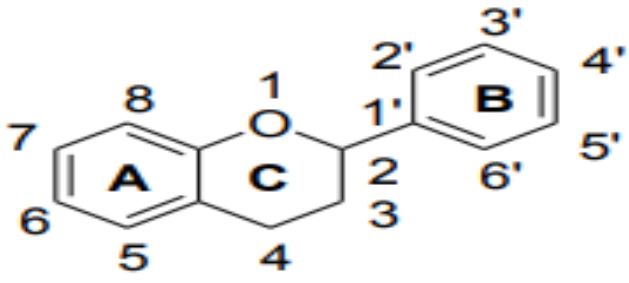


Figure 11: Squelette de base des flavonoïdes.**(BERSALI et *al*., 2022)**

II.3.2.3.Les tanins

Le terme "tanin" est un nom descriptif général d'un groupe de substances phénoliques polymères capables de tanner le cuir ou de précipiter la gélatine en solution, une propriété connue sous le nom d'astringence **(BACK CHAPPELL, 1996).** Leur poids moléculaire varie de 500 à 3 000. Les tannins sont caractérisés par une saveur astringente et sont trouvé dans toute les parties de la plante : l'écorce, le bois, les feuilles, les fruits et les racines **(ALLEL et *al.*, 2020).** Ils sont généralement subdivisés en deux groupes : (tannins hydrolysables) HT qui comprennent les gallotannins, les elligatannins, les tannins complexes, et les PA, également connus sous le nom de tannins condensés **(KABERA et *al.*,2014.)**

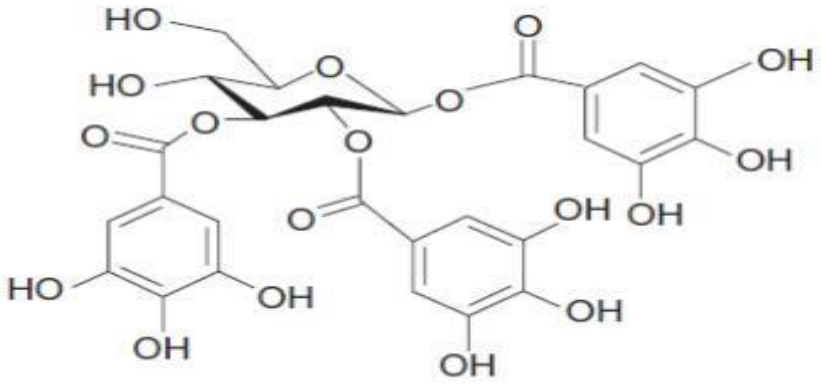


Figure 12. Structures de base des Tanins condensés**(ALLEL et *al.*, 2020)**

II.3.2.4. Les coumarines

Les coumarines naturelles sont des métabolites secondaires synthétisés par les feuilles des plantes. Elles sont sous forme d'hétérosides et différemment reparties dans les différentes parties d'une même plante**(SOULAMA et *al.*, 2013)** Et sont des composés aromatiques naturels et non volatils elles sont bénéfiques en cas d'affection cutanées**(BERSALI et *al.*, 2022)**, sont très répandues chez les végétaux, notamment dans les racines et les écorces ; d'odeurs agréables, certaines servent en parfumerie ou pour aromatiser le tabac ; d'autres sont très toxiques telles que les aflatoxines des champignons inferieurs. Ce sont des dérivés du phénylpropane dont les précurseurs sont des acides hydroxycinnamiques **(GARABETH et *al.*, 2007)**

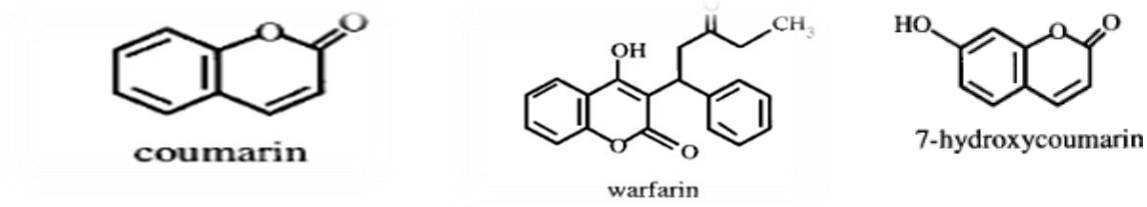


Figure13:structure de quelque types de coumarine**(COWAN, 1999)**

II.3.3.Le rôle des composés phénoliques

Le maintenant reconnu des différents aspects de la vie de la plante et dans l'utilisation que fait l'homme des végétaux. Ils peuvent en effet intervenir :

Tableau III : Le rôle des composés phénoliques**(Macheix et al., 2005)**

Le rôle	**Exemple**
Dans certains aspects de la physiologie de la plante	(lignification, régulation de la croissance, interaction moléculaires avec certains microorganismes symbiotique ou parasites.)
Dans les interactions des plantes avec leur environnement biologique et physique	relation avec les bactéries, les champignons, les insectes, résistance aux UV), soit directement dans la nature soit lors de la conservation après récolte de certains végétaux.
Dans les variations de certaines caractéristiques des végétaux lors des traitements technologiques	(préparation de jus de fruits, des boissons fermentées….) pendant lesquels apparaissent fréquemment des brunissements enzymatiques qui modifient la qualité du produit fini.
Dans les critères de qualité qui orientent les choix de l'homme dans sa consommation des organes végétaux (fruits, légumes, tubercules) et des produits qui en dérivent par transformation	(couleur, astringence, amertume, qualités nutritionnelles …) qui orientent les choix de l'homme dans sa consommation des organes végétaux (fruits, légumes, tubercules) et des produits qui en dérivent par transformation

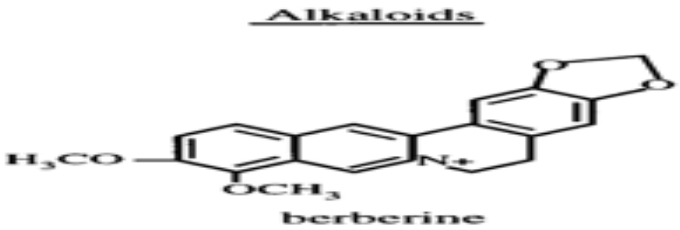
Dans la protection de l'homme vis-à-vis de certaines maladies	en raison de leur interaction possible avec de nombreuses enzymes et de leur propriétés antioxydants et en raison de leurs divers propriétés physiologiques, comme les activités antiallergique, anti-inflammatoire, hépato-protective, anti microbienne, antivirale, antibactérienne, anti-thrombotique, cardioprotective et vasodilatoire **(AMRIOUI ,NOGHAG, 2019)**

II.4.Les composés azotés (les Alcaloïdes)

On distingue trois grandes classes d'alcaloïdes en fonction des précurseurs et de la structure finale.

- ✓ **Les véritables alcaloïdes** ou **Alcaloïdes vrais** sont dérivés d'acides aminés, sont basiques et contiennent de l'azote dans un anneau hétérocyclique**. (BERSALI et *al*., 2022)**
- ✓ **Pseudo-alcaloïdes :** sont basiques mais ne sont pas dérivés d'acides aminés, comme la caféine et la solanidine exemple : conine.
- ✓ **Les proto-alcaloïdes :** sont dérivés d'acides aminés et sont des amines simples, **aussi** sont basiques mais l'azote n'est pas dans un hétérocycle, par exemple les alcaloïdes dérivés de la phényléthylamine comme la mescaline**.(BOTINEAU, 2010)**

Structure :

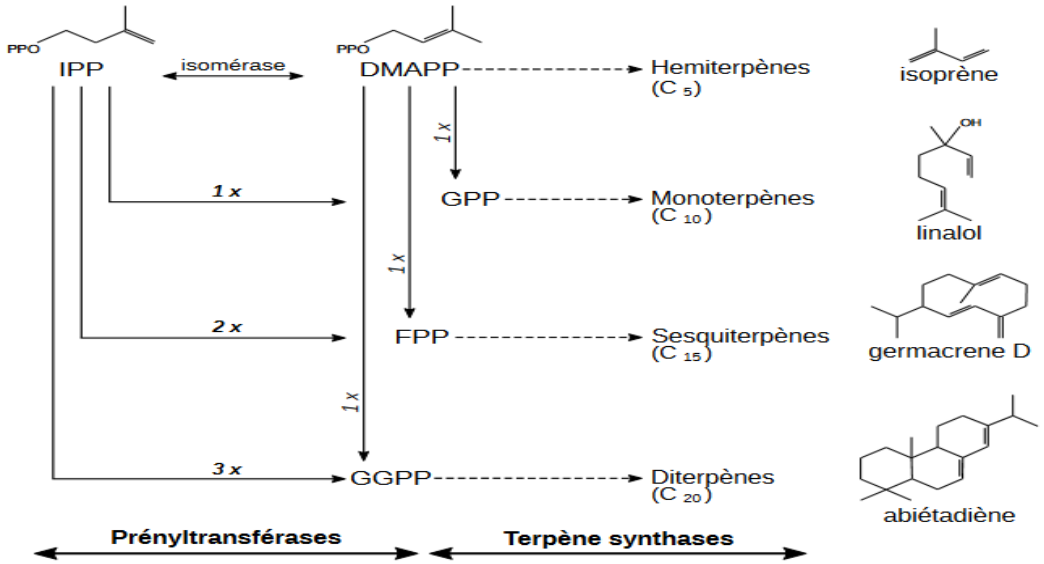


F**igure14 :** Structures chimiques des Alcaloïdes

II.5.Les terpénoïdes (isoprénoïdes)

Sont des molécules de faible poids moléculaire, volatiles, dérivés de l'isoprène (C_5H_8)et entrant dans la composition des huiles essentielles **.**Les terpénoïdes, sont émis par les parties aériennes des plantes et jouent un rôle majeur dans l'interaction entre les plantes et leur

environnement , également connus sous le nom d'isoprénoïdes, car ils sont tous synthétisés par la condensation d'unités d'isoprène en C5. Les mono terpènes et les sesquiterpènes représentent



respectivement les classes de terpènes en C10 et C15. **(AHARONI et *al.*, 2003)**

Figure 15 : Origine structurale des terpènes

II.6.Les huiles essentielles

II.6.1.Définition

Selon la pharmacopée européenne le terme «huile essentielle» est défini :«produit odorante, généralement de composition complexe obtenu à partir d'une manière première botaniquement définie, soit par distillation sèche, soit par un procédé mécanique approprié sans chauffage»**(MILPIED-HOMSI, 2009)** .

II.6.2.Localisations des huiles essentielles.

La synthèse et l'accumulation d'une huile essentielle dans les végétaux sont généralement liées à l'existence de structures histologiques spécialisées, localisées en certains points des tissus, le plus souvent situées sur ou à proximité de la surface de la plante. Les HE sont des sécrétions naturelles élaborées par le végétal et contenues dans les cellules ou parties de la plante comme celles des :Les fleurs (rose), sommités fleuries (lavande), feuilles (citronnelle), écorces (cannelier), racines (iris),fruits (vanillier),bulbes (ail) et Rhizomes (gingembre) ou graines (muscade). Pour certaines HE comme celles de lavande ou de sauge, c'est la plante entière qui est utilisée.**(BOUKHATEM et *al.*, 2019; HEMIANI , BEN DJERMOUME, 2020)**

II.6.3.Les différentes utilisations des huiles essentielles

Elles sont utilisés dans certains médicaments, en parfumerie,dans les industries agroalimentaires et dans diverses industries . Il existe donc énormément de produits de consommation courante contenant des HE sont alors la source d'une possible automédication. Elles sont perçues avec un a priori très favorable de produits d'odeur agréable, qui sont naturels et par conséquent non dangereux .**(COUDERC, 2001).** Une HE peut être utilisée seule et/ou en association synergique avec d'autres HE. **(MOT et *al.*,2022)**

II.6.4.Les composants chimique des huiles essentielles

Les HE sont des mélanges complexes et très variables des composants qui appartiennent à deux groupes : les composés terpénoïdes et les composés aromatiques. Ils sont principalement composées des monoterpènes et sesquiterpènes avec la formule générale $(C_5H_8)_n$. **(MEROUANE, 2013)**

Tableau IV: Principaux composés des huiles essentielles et leurs activités biologiques. **(FETTAH, 2019)**

Nom de l'élément biochimique	Activités biologiques
Les acides	Anti-inflammatoires très puissants, agissent en calmant le système nerveux.
Les aldéhydes	Anti- inflammatoires, calmants du système nerveux, anti- infectieux et peuvent irriter les muqueuses et la peau.
Les cétones	Anti-inflammatoires, anti-infectieux, stimulent le système immunitaire à faibles doses, cicatrisantes, calmantes et peuvent être neurotoxiques à forte dose.
Les éthers	Effets antalgiques, rééquilibrant nerveux (antidépresseurs psychiques) et à inversion des effets si les doses sont trop élevées.
Les esters	Rééquilibrant nerveux.
Les monoterpènes	Stimulants du système immunitaire et ont des propriétés antiseptiques et antalgiques. Peuvent occasionner des brûlures importantes sur la peau, donc leur action doit être limitée dans le temps.
Les phénols	Anti-infectieux et à action contre les microbes, les champignons, les virus et les bactéries. Peuvent (en grande quantité) endommager le foie en détruisant les cellules hépatiques.
Les sesquiterpènes	Anti-inflammatoires, anti- allergiques et ayant un emploi important en cosmétologie car ont une bonne tolérance avec la peau et ont des propriétés thérapeutique.

III.Activités biologiques

III.1. Activité antimicrobienne

Les infections bactériennes sont causées par différents micro-organismes et sont la cause des maladies les plus fatales et des épidémies les plus répandues. De nombreux antibiotiques sont développés pour les traiter, cependant leur utilisation abusive est à l'origine de l'apparition de la multi-résistance bactérienne**(RAHAL, 2006).**

La thérapeutique des infections bactériennes se base principalement sur l'usage des antibiotiques. La prescription à grande échelle et parfois inappropriée de ces agents peut entraîner la sélection de souches multi résistantes **(ADJIBA , AIN, 2020)** .Ce qui a orienté les recherches des agences et des autorités de la santé vers les ressources phytogénétiques pour trouver une solution à ce problème**(MEROUANE, 2013).** Les plantes médicinales sont à la fois un produit fini destiné à la consommation et une matière première pour l'obtention de substances actives. Elles représentent une source de revenu non négligeable pour de nombreuses populations**(BOUZID et *al.*, 2010).**

III.2. Description des différentes souches microbiennes testées.

Escherichia coli **(ATCC 8739):**Bacilles à gram négatifs asporules, la famille des entérobactéries, fermentent le lactose et le glucose, responsables des infections urinaires, septicémie méningite du nourrisson, de plaies opératoires et gastro-entérites **(HAMMOUDI, 2015)**

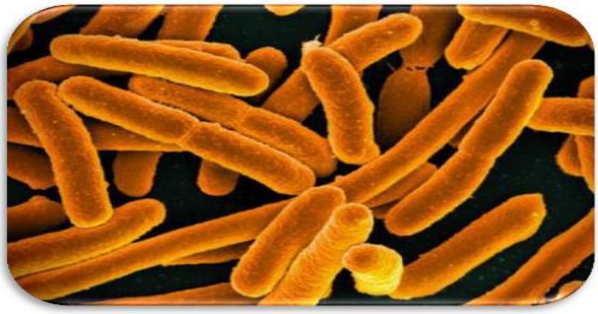


Figure 16 : ***Escherichia coli*** **(DAHMANI , DAHMANI, 2017)**

Salmonella typhimurium (ATCC14028) : Gram négatif causée une toxi-infection alimentaire (fièvre typhoïde) grave et présente dans l'eau et les aliments contaminés par des matières fécales**(SAHRAOUI & HENKA, 2018)**

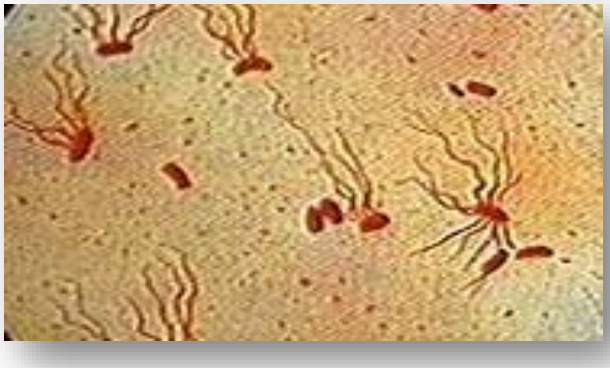


Figure 17: *Salmonella typhimurium* (MALLE, 2008)

Staphylococcus aureus (ATCC 6538) : Bactérie cocci à Gram positif, la famille de *Micrococcaceæ*, immobiles et disposées en amas. espèce saprophyte, responsables d'infections graves communautaires et nosocomiales, d'infections des plaies, de la peau et du sang, des abcès, ostéites, otites,infections urinaires, endocardites, gastro-entérites et infection pulmonaires. Acquiert facilement des résistances auxantibiotiques et en particulier à la pénicilline, à la méthicilline1 (MRSA), et aux fluoroquinolones mais sensible au B lactamines **(SAHRAOUI, HENKA, 2018).**

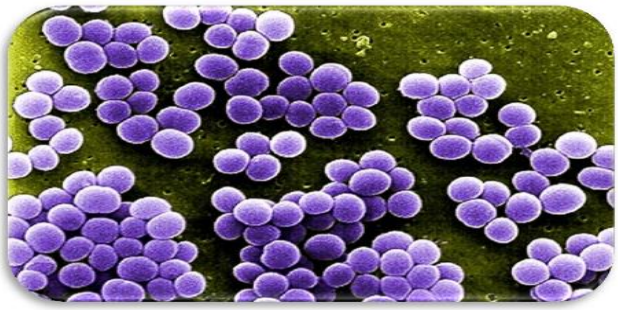


Figure18 :*Staphylococcus aureus* (DAHMANI , DAHMANI, 2017).

***Bacillus subtilis* (ATCC 6633) :** une bactérie à Gram positif, en forme de bâtonnet, qui forme des spores dormantes résistantes à la chaleur. Elle sert d'organisme modèle pour l'étude de la sporulation et du comportement des bactéries Gram positives à faible GC**(PIGGOT, 2009)**.



Figure19 : *Bacillus subtilis* (MEDJEBER, 2015)

Candida albicans : Membre de la famille des moniliaceae, Candida albicans est un champignon diploïde et encapsulé classé parmi les polymorphes. se produit par bourgeonnement. Les colonies apparaissent de 48 à 72 heures après la mise en culture à 37 °C sur un milieu d'isolement des champignons, elles prendront un aspect lisse à la remise en culture et aussi est une levure commensale de la voie orale, vaginale ect… **(HAMRI , BRINIS, 2018)**

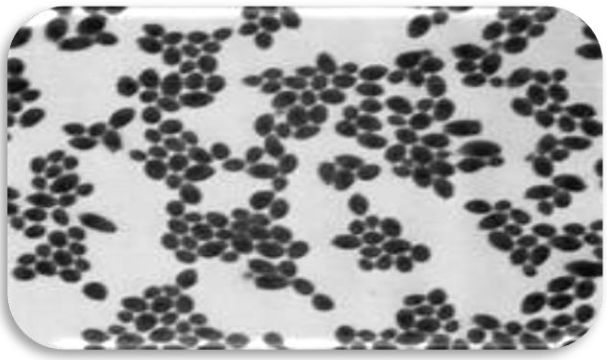


Figure20:*Candida albicans* **(HAMRI , BRINIS, 2018)**

III.3.Les méthodes d'étude des activités antimicrobiennes

III.3.1.La méthode par diffusion

Plusieurs méthodes sont utilisées pour l'évaluation du pouvoir antibactérien d'extraits des plantes, parmi elles :

- **La méthode de diffusion à partir de disques imprégnés (méthode de Kirby – bauer)**

Cette méthode consiste à imprégner des disques de papier en une quantité définie d'agent antibactérien, puis à les placer sur un milieu de gélose uniformément ensemencé avec l'organisme d'essai. Un gradient de concentration des antibiotiques se forme par diffusion à partir du disque. La croissance de l'organisme d'essai est inhibée à une distance du disque qui est liée à la sensibilité de l'organisme.**(BENLAHRACHE, BOUKERZAZA, 2022)**

- **La méthode de diffusion à partir des puits**

Le principe de cette méthode est similaire à celui de la méthode des disques : il consiste à réaliser des puits dans la gélose de 2.5 mm de profondeur, qui sont par la suite remplis d'extraits ou d'antibiotique à tester. .**(BENLAHRACHE, BOUKERZAZA, 2022)**

III.3.2.Méthode de dilution

Les techniques de dilution sont utilisées en milieu solide ou liquide. Le principe de ces méthodes consiste à mettre en contact un inoculum bactérien standardisé avec des concentrations croissantes de la substance antibactérienne testée selon une progression bien définie afin de déterminer la CMI de cette dernière.**(BENLAHRACHE, BOUKERZAZA, 2022)**

III.4.Activité antifongique

III.4.1. Généralité sur les champignons

Les champignons ou mycètes sont classés dans le règne des Fungi, Ce sont des organismes eucaryotes caractérisés par une paroi cellulaire contenant la chitine ،.Leur appareil végétatif est composé de filaments ou hyphes et leur reproduction sexuée et/ou asexuée. Les champignons sont hétérotrophes du point de vue métabolique. . La grande majorité des champignons sont des organismes aérobies.

Les champignons peuvent être subdivisés en champignons inférieurs et champignons supérieurs. Les champignons inférieurs ou les micromycètes sont unicellulaires et constituent un groupe hétérogène. Les champignons supérieurs ou les macromycètes sont divisés en deux groupes: les Ascomycètes et les Basidiomycètes**(HAMDI, HAMLAOUI, 2021).**

III.4.2.Les champignons phytopathogène

Sont des espèces de micromycètes parasites qui provoquent des maladies cryptogamiques chez les plantes.**(BERKANI, REDJAIMIA, 2020)**

Ces champignons appartiennent aux différents groupes du règne des eumycètes ou «champignons vrais»: ascomycètes, basidiomycètes, chytridiomycètes, zygomycètes et deutéromycètes (champignons imparfaits). Ils sont capables d'infecter n'importe quel tissu à n'importe quel stade de croissance de la plante, en suivant un cycle biologique complexe qui peut comporter des stades de reproduction sexuée ou asexuée. Plusieurs genres de champignons telluriques sont capables d'infecter les racines de plantes sauvages et cultivées et de causer des dégâts importants. Il s'agit notamment des *Aspergillus*, les Penicillium et les *Fusarium, Rhizoctonia, Alternaria, Pythium.* L'ensemble de ces microorganismes provoquent des maladies sur diverses cultures maraîchères, céréales, plantes **(ACHOUB, KHALID, 2020)**

III.4.3.Aspects Morphologiques

Les champignons du genre Fusarium appartiennent aux hyalo-hyphomycètes et présentent un mycélium septé et incolore. En culture, les colonies présentent souvent des nuances roses, jaunes, rouges ou violettes. **(ABDELHADI, BACHIR, 2020)**

Les cellules conidiogènes se forment sur des hyphes aériens ou sur des conidiophores courts et densément branchés. Les conidies sont de trois types : macroconidies, microconidies et blastoconidies. **(ABDELHADI, BACHIR, 2020)**

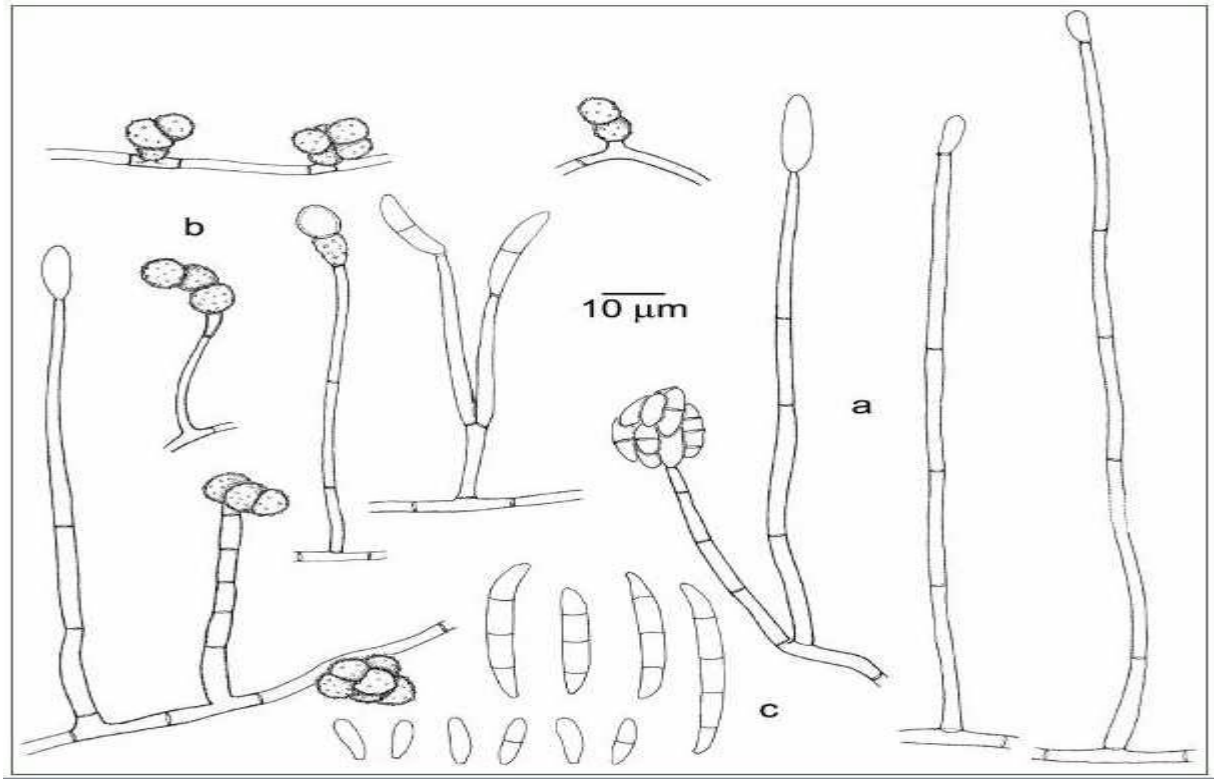


Figure 21: Structure microscopique de *Fusarium solani* CBS 490.63 (a : conidiophores avec monophialides ; b : chlamydospores ; c: micro et macroconidies) **(DEBOURGOGNE, 2013)**

III.4.4.Classification taxonomique du genre *Fusarium*.

Selon **Debourgogne (2013),** la nouvelle classification taxonomique du genre Fusarium basée sur la phylogénie moléculaire est la suivante :

Tableau V : classification du Fusarium **(ABDELHADI, BACHIR, 2020)**

Règne	Fungi
Division	Ascomycota
Classe	Sordariomycetes
Sous classe	Hypocreomycetidae
Ordre	Hypocreales
Famille	Nectriaceae
Genre	Fusarium

III.5. L'activité antioxydant

III.5.1.Définition du stress oxydant

Le concept global de « Stress Oxydatif » est défini comme « un déséquilibre entre les oxydants et les antioxydants en faveur des oxydants, entraînant une perturbation de la signalisation et du contrôle redox et/ou des dommages moléculaires »**(SIES, 2020)**

III.5.2.Radicaux libres

Un radical libre est défini comme toute molécule possédant un ou plusieurs électrons non appariés , cette molécule est très instable et réagi rapidement avec d'autres composants, essayant de capturer l'électron nécessaire pour acquérir la stabilité, une réaction en chaine débute lorsqu'un radical libre attaque la molécule stable la plus proche en lui arrachant son électron, et la molécule attaquée devient elle-même un radical libre **(FETTAH, 2019)**

III.5.3. Principaux radicaux libres et leurs origines

Parmi toutes les espèces radicalaires susceptibles de se former dans les cellules, il convient de distinguer un ensemble restreint de composés radicalaires qui jouent un rôle particulier en physiologie et que nous appellerons radicaux primaires. Les autres radicaux libres, dits radicaux secondaires, se forment par réaction de ces radicaux primaires sur les composés biochimiques de la cellule **(FAVIER, 2003)**

III.5.4.Rôles des radicaux libres

Le paradoxe des radicaux libres en biologie est qu'ils constituent des espèces extrêmement dangereuses, susceptibles d'engendrer un nombre considérable de maladies, tout en étant des espèces indispensables à la vie. Ils remplissent en effet de très nombreuses fonctions utiles qui à part la phagocytose, ont été découvertes récemment. Les radicaux libres participent

au fonctionnement de certaines enzymes, à la transduction de signaux cellulaires, à la défense immunitaire contre les agents pathogènes, à la destruction par apoptose des cellules tumorales, à la régulation de la dilatation capillaire, au fonctionnement de certains neurones et notamment ceux de la mémoire, à la fécondation de l'ovule et à la régulation des gènes**(FAVIER, 2003)**

III.5.5.Les Antioxydants

Le terme « antioxydant » a été formulé comme « une substance qui en faibles concentrations, en présence du substrat oxydable, ralentit ou empêche significativement l'oxydation des substrats matériels ». Vansant (2004) définit les antioxydants comme substances capables de neutraliser ou de réduire les dommages causés par les radicaux libres dans l'organisme et permettent de maintenir au niveau de la cellule des concentrations non cytotoxiques de ROS. Les antioxydants sont des systèmes enzymatiques ou non-enzymatiques, endogènes ou exogènes **(DAHMANI , DAHMANI, 2017)**

- **Les antioxydants endogènes (enzymatiques)**

Ce sont des enzymes ou protéines antioxydants élaborés par notre organisme avec l'aide de certains minéraux. Elles sont présentes en permanence dans l'organisme mais leur quantité diminue avec l'âge.

Les principales enzymes antioxydantes sont la superoxyde dismutase (SOD), la catalase (CAT), la glutathion peroxydase (GPX), la glutathion réductase (GR) et la glutathion S-transférase (GST). Ce sont des enzymes dont les séquences sont très conservées au cours de l'évolution et qui agissent de manière coordonnée.**(DAHMANI,DAHMANI, 2017; PHILIPPE BEGUEL, 2012)**

- **Les antioxydants exogènes (non enzymatiques)**

Ce sont des molécules exogènes. Contrairement aux enzymes antioxydantes, une molécule d'antioxydant piège un seul radical libre. Pour pouvoir fonctionner à nouveau, cette molécule d'antioxydant doit donc être régénérée par d'autres systèmes.

Les principaux antioxydants non-enzymatiques sont le glutathion, la vitamine E, la vitamine C, les caroténoïdes et l'acide urique. Ces molécules vont interrompre la chaîne de réaction radicalaire **(PHILIPPE BEGUEL, 2012).**

II.3.6. Mécanismes d'action des antioxydants

Les mécanismes d'action des antioxydants sont divers, incluant le captage de l'oxygène singulier, la désactivation des radicaux par réaction d'addition covalente, la réduction de radicaux ou de peroxydes, la chélation des métaux de transition .Selon leur mode d'action, les antioxydants sont classés en deux catégories :

- Système de défense primaire : comme la catalase, le glutathion (GSH). Ces antioxydants préviennent la production de ROS en limitant la phase d'initiation des réactions d'oxydation. Ils agissent donc en prévention.

- Système de défense secondaire : à titre exemple les tocophérols, sont capables de piéger directement les radicaux oxydants et sont ainsi des antioxydants «briseurs» de la chaîne radicalaire bloquant ainsi les réactions de propagation **(DAHMANI , DAHMANI, 2017)**

II.3.7. Méthodes d'évaluation de l'activité antioxydant

Plusieurs méthodes sont utilisées pour évaluer, *in vitro* et *in vivo*, l'activité antioxydante d'aliments, d'extraits ou de composés individuels. Ces tests peuvent se diviser en deux catégories:

- les tests mesurant le transfert d'électrons ou d'hydrogène vers un radical coloré stable facile à détecter (DPPH, FRAP)
- ceux faisant intervenir une compétition entre l'antioxydant et une cible à protéger (Oxygen Radical Absorbance Capacity ORAC, décoloration de β-carotène.(**BENSOUICI, 2015)**.

III.5.7.1.Test de piégeage du radical DPPH

Le test DPPH repose sur la théorie qu'un donneur d'hydrogène est un antioxydant. Le radical DPPH•, de coloration violette et qui présente une bande d'absorption caractéristique à 517 nm, accepte l'hydrogène qui est cédé par l'antioxydant pour former le DPPH. L'effet de l'antioxydant est proportionnel à la disparition du radical DPPH• et au virage de la coloration de la solution du violet au jaune **(TLILI, 2021)**

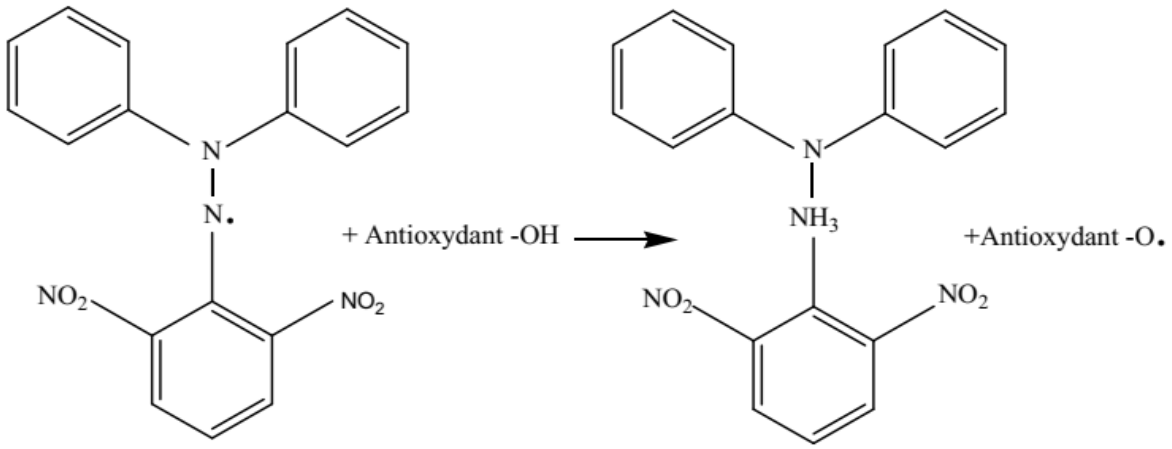


Figure 22: Transformation du radical DPPH• en DPPHH**(BENSOUICI, 2015)**

III.5.7.2.Test de piégeage du radical FRAP

Le test FRAP repose sur la réduction du Fe3+-TPTZ (2,4,6-tri(2- pyridyl)-1,3,5-triazine) en Fe2+-TPTZ par les antioxydants.

La liaison du Fe2+ au ligand crée une couleur bleu marine très intense (figure 23) bleu marine très intense (figure 23). L'absorbance à 593 nm peut être mesurée pour tester la présence de Fe2+-TPTZ**. (XIAO et *al.*, 2020)**

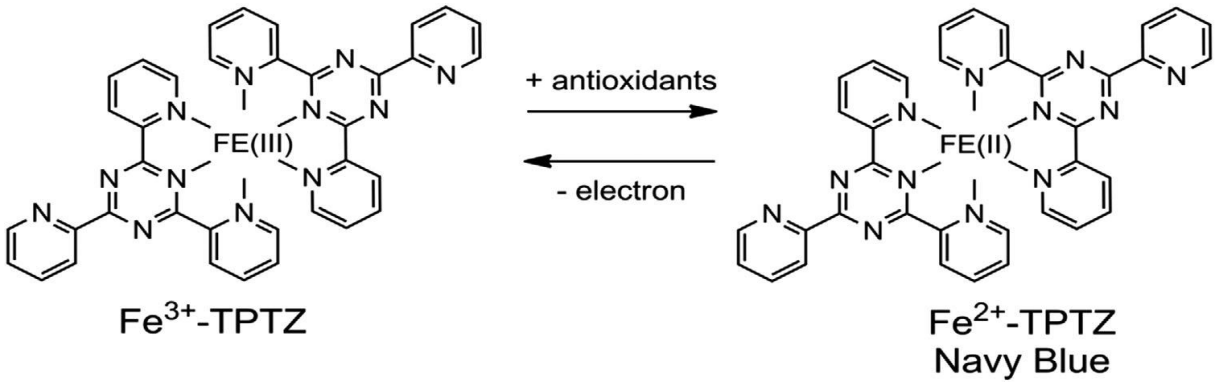


Figure 23 : Formation du complexe (Fe2+-TPTZ) à partir du complexe (Fe3+-TPTZ) par des antioxydants **(XIAO et *al.*, 2020)**

Deuxième partie

Etude expérimentale

Chapitre 2

Matériels et Méthodes

Notre étude expérimentale a été réalisé au sein de laboratoire de la faculté des sciences Université de Médéa YAHIA FARES, et au laboratoire de microbiologie et physico chimique de l'unité SAIDAL_ Médéa durant la période allant de 15 février 2023 jusqu'à 6 juin 2023

Objectif d'étude :

L'objectif de ce travail est de déterminer et de quantifier les différents métabolites secondaires de *Salvia chudaei Bat & Trab* ainsi que la mise en évidence de certaines propriétés biologiques notamment l'activité antimicrobienne, et anti oxydante .

Pour cela nous avons réalisé :

- Une extraction des huiles essentielles et la préparation de deux extraits aqueux et éthanolique.
- Un dosage des polyphénols totaux et flavonoïdes et la détermination de leurs teneurs dans les extraits (éthanolique et aqueux).
- Une évaluation de l'activité antimicrobienne et antifongique des extraits de plante utilisée.
- Une évaluation de l'activité anti oxydante des extraits selon la méthode du piégeage du radical libre DPPH.

Matériel

I. Matériel biologique

I.1.Materiel végétal :

.Le matériel végétal est constitué par la partie aérienne (feuilles et tiges) de ***Salvia chudaei*** (Figure24). Il a été récolté, durant le mois de Mars 2021 dans la région de l'oued Tinsawak à 220 km, nord-est de la wilaya de Tamanrasset (1392 m d'altitude)

L'identification de l'espèce a été faite au sein de la station INRF de Tamanrasset.



Figure 24: Matériel végétal (feuilles et tiges) de *Salvia chudaei* avant le séchage**(TLILI, 2021)**

Le séchage s'est fait en température ambiante, à l'abri de la lumière et de l'humidité afin d'éviter la dégradation des principes actifs et le développement des moisissures.

- Une partie a été broyée en poudre fine par un mixeur à hélice et criblée à l'aide d'un tamis, pour la préparation de l'extrait éthanolique et l'extrait aqueux.

-Une autre partie coupée en petits morceaux de 4 cm, pour l'extraction de l'huile essentielle. Le tout a été conservé dans des sacs en papiers jusqu'à leur utilisation.



Figure 25 : Matériel végétal après séchage et le broyage (originale 2023*)*.

I.2.Les Souches microbiennes testées.

L'activité antimicrobienne a été testée contre une gamme des microorganismes, ces souches proviennent du laboratoire microbiologique de complexe de SAIDAL (Médéa). Elles sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau (VI) : Souches microbiennes testées**.**

Espèce microbienne	**Références**
Escherichia coli	ATCC 8739
Salmonella typhimurium	ATCC14028
Staphylococcus aureus	ATCC 6538
Bacillus subtillus	ATCC 6633
Candida albicans	

I.3.Les espèces fongiques :

L'activité antifongique a été testée contre des souches fongiques du genre *Fusarium*, fournies aimablement par le laboratoire de mycologie de l'université de Tiaret. Il s'agit *de Fusarium equiseti (Wy11), Fusarium redolens (Wy5), Fusarium solani (Wy14)* et *Fusarium oxysporum (Wy18)* (Fig. 02).

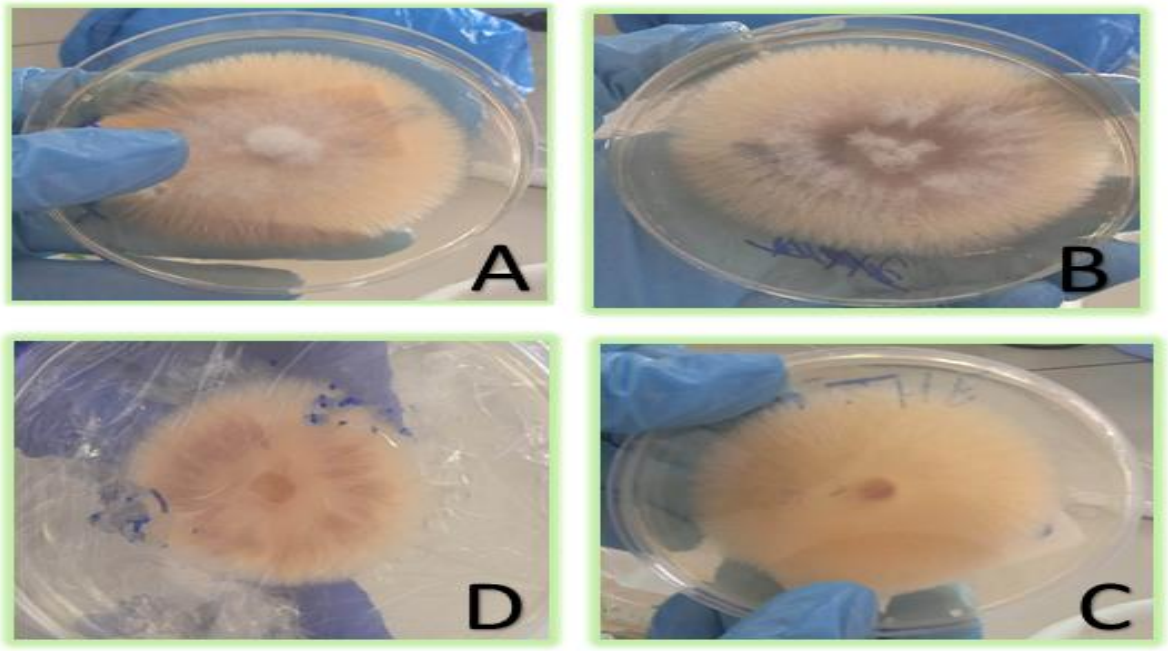


Figure 26*:* Éspèces fongique (Originale,2023).

A : ***Fusarium oxysporum(Wy18)*** **B*: Fusarium solani (Wy14)*** **C*: Fusarium redolens (Wy5)***

D : Fusarium equiseti (Wy11)

II. Matériel non biologiques

L'ensemble des réactifs utilisés ainsi que l'appareillage sont illustrés en annexe 01

II.1. préparation des extrais de *Salvia Chudaei*

Les extraits ont été préparés par macération. C'est une méthode simple qui consiste à laisser la poudre de matériel végétal en contacte prolongée avec un solvant (éthanol à 96%, eau distillée) à une température ambiante **(HAMMOUDI, 2015)**

II.1.1.Préparation de l'extrais aqueux

Une prise d'essai de 60g de poudre de matériel végétal a été mise à macérer dans 600ml de solvant (l'eau distillée) sous agitation magnétique pendant 24h à une température ambiante. Les macéras sont ensuite filtré dans un entonnoir avec un papier filtre. **(HAMMOUDI, 2015)**

Ces derniers sont ensuite séché dans un évaporateur rotatif à (40_45°C), afin d'éliminer le solvant. Les extraits obtenus sont ensuit conservés dans des flacons stérile jusqu'à leur utilisation. **(MEROUANE, 2013)**

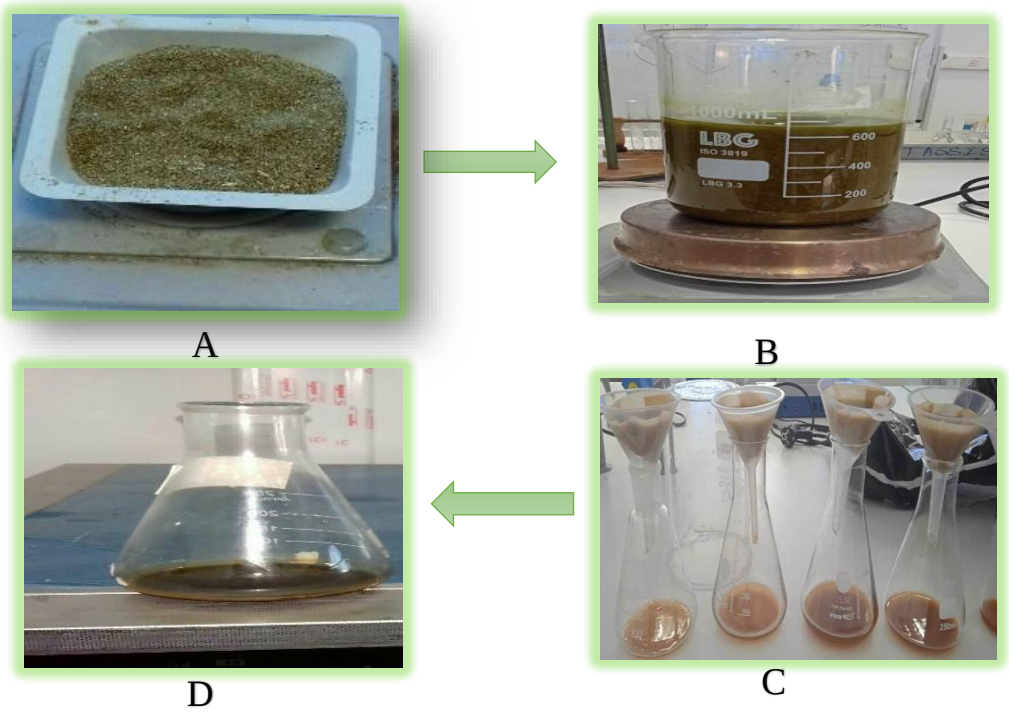


Figure 27 : Processus de l'extraction aqueuse (A : prise d'essai de 60g de poudre végétale/B : mélange de poudre végétale avec l'eau distillé Et agitation magnétique /C filtration: /D: Après séchage et obtention de l'extrait aqueuse

II.1.2.Préparation de l'extrait éthanolique

Une quantité de 60 g de poudre végétale a été mise à macérer dans 600ml de solvant (éthanol à 96%) sous agitation magnétique pendant 24h à une température de 45°C. Les macéras sont ensuite filtrés et évaporé par un évaporateur rotatif à 45C° afin d'éliminer le solvant organique. Les extraits obtenus sont ensuite conservé dans des boites stérile jusqu'à leur utilisation. **(HAMMOUDI, 2015)**

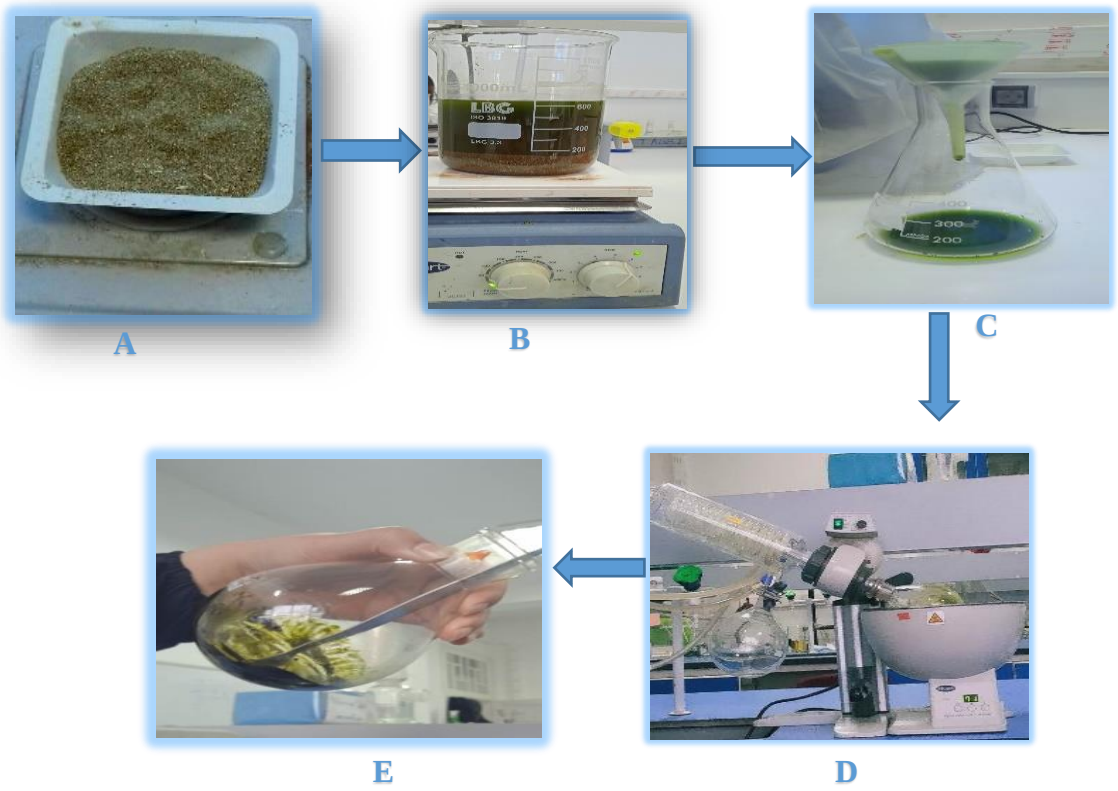


Figure 28 : Processus de l'extraction éthanolique (A : prise d'essai de 60g de poudre végétale/B : mélange de poudre végétale avec le éthanol 96% Et agitation magnétique /C filtration: /D: évaporation /E : Obtention de l'extrait éthanolique.

Le rendement de l'extraction (les deux solvants utilisés) est exprimé en % et calculé selon la formule suivant :

$$\mathbf{R\ (\%) =}\ \frac{Mes}{Mv}\ \mathbf{x}\ 100$$

R : le rendement en %.

Mes : la masse de l'extrait sec (g)

Mv : la masse de matériel végétal utilisé en gramme

II.1.3.Extraction des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont extraites par Entrainement à la vapeur d'eau**.** Ce procédé consiste à faire passer un courant de vapeur d'eau, à travers l'échantillon du végétal. Ces vapeurs saturées en composées organiques volatiles sont condensées et récupérées sous forme de distillat aromatisé.**(MEROUANE, 2013)**

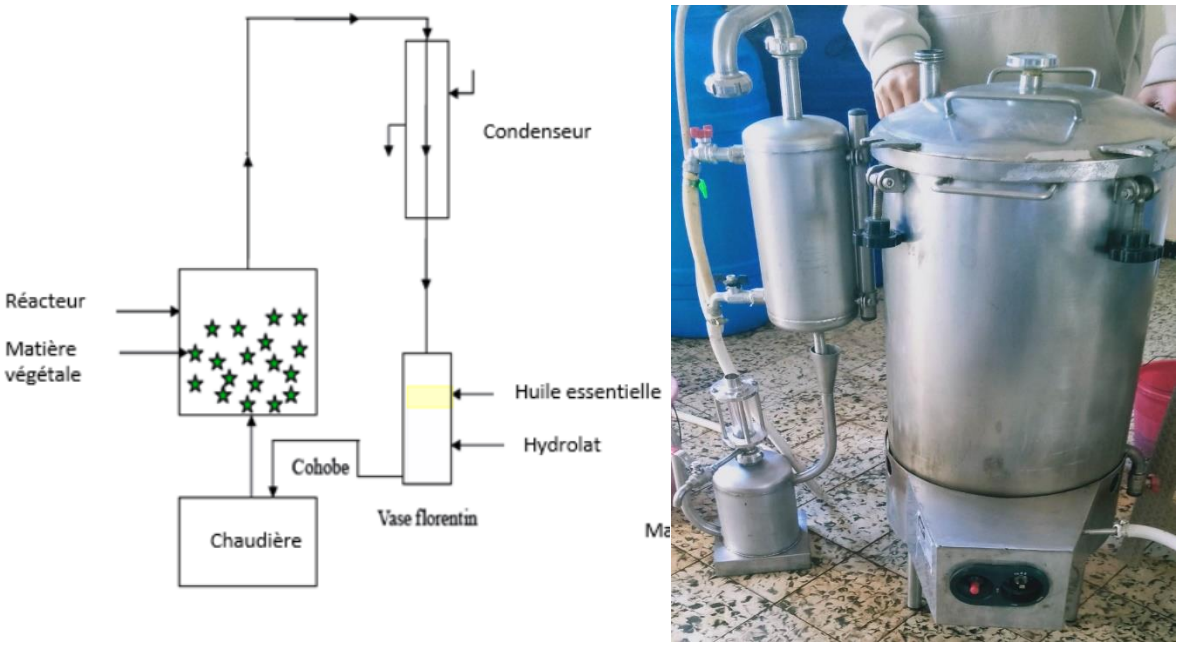


Figure 29: Principe schématisé de l'extraction par entrainement à la vapeur d'eau (EVE) **(BOUKHATEM et *al*., 2019)** avec un photo originale (2023)

II.1.3.1.Mode opératoire

Les tiges s et feuilles préalablement coupées en morceaux de 4 cm, sont utilisées pour l'extraction des huiles essentielles. Le processus consiste à immerger 2 kg de matière végétale de la partie aérienne de *salvia chudaei* dans 4 L d'eau. Ensuite, le mélange est placé dans une chaudière et un distillateur. L'extraction se déroule pendant deux heures à une température de 100°C et une pression de 1,2 bar. La vapeur d'eau chargée des composés volatils est ensuite condensée dans le serpentin de l'alambic avant d'être récupérée dans un essencier (vase de décantation pour les huiles essentielles). Les parties insolubles dans l'hydrolat sont décantées pour donner l'huile surnageante (ou huile essentielle). La partie contenant les composés hydrosoluble est appelée eau de distillation (ou hydrolat).

Les huiles essentielles sont conservées dans un flacon opaque hermétiquement fermé à une température de 4°C jusqu'à leur utilisation.- **(MEROUANE, 2013)**



Figure 30 : Processus de l'extraction de l'huile essentielle.

- Le rendement est calculé selon la formule suivante :

$$\mathbf{R\ (\%) =}\ \frac{Mes}{Mv}\ \mathbf{x}\ 100$$

R : le rendement en %.

Mes : la masse de l'extrait sec (g)

Mv : la masse de matériel végétal utilisé en gramme

II.2.Dossage des métabolites secondaires

II.2.1.Dossage de polyphénol

Principe

Le dosage des polyphénols totaux est basé sur la quantification de la concentration totale des groupements hydroxyles présents dans l'extrait. Le réactif de Folin-Ciocalteau, en milieu

alcalin, oxyde les phénols en ions phénolates et réduit partiellement ces hétéropolyacides, d'où la formation d'un complexe molybdotungstique bleu. La coloration bleue obtenue est mesurée au spectrophotomètre à 765 nm et l'absorption est proportionnelle à la quantité de phénols présents **(BERSALI et *al*., 2022)**

Mode d'opératoire

Un volume de 200µl de chaque extrait a été mélangé avec 1 ml de Folin Ciocalteu réactif (dilué 10 fois), et 800µl d'une solution de carbonate de sodium(Na_2CO_3) à 7,5% dans des tubes à hémolyse en verre. Après agitation et incubation pendant 30 minutes à l'obscurité, l'absorbance a été mesurée à 765 nm.

Une courbe d'étalonnage a été réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant l'acide gallique à différentes concentrations (0.025 à 0.5mg/ml). Les résultats sont exprimé en µg équivalent d'acide gallique par mg d'extrait **(NAIR ,MAALI, 2021)**

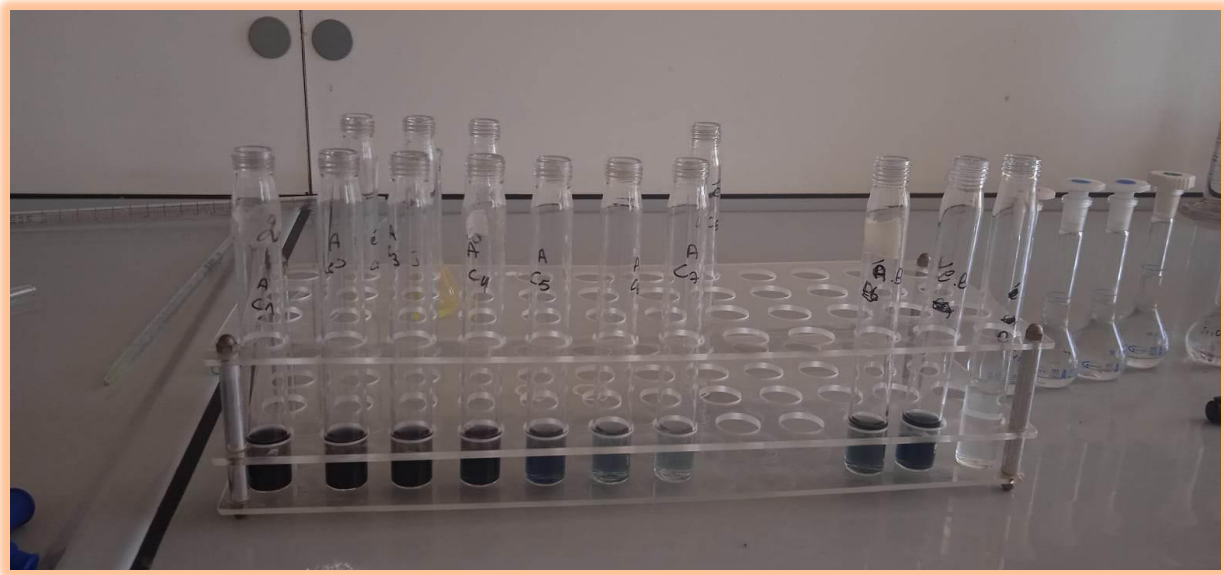


Figure 31 : Virage de couleur des extraits dans le dosage des polyphénols (originale)

II.2.2. Dosage de flavonoïde

Principe

Les flavonoïdes sont composés d'une variété des composés naturels qui appartiennent aux polyphénols présents dans la plupart des plantes. Certains de ces groupes structuraux forment des complexes jaunâtres, probablement par chélation de métaux, notamment l'aluminium et le fer. **(NAIR , MAALI, 2021)**

Mode d'opératoire

La teneur en flavonoïdes a été déterminées par une méthode trichlorure d'aluminium décrite par **Lamairson et Carnet** .Un volume de 1,5 ml de $AlCl_3.6H_2O$ à 2 % dissous dans du méthanol a été ajouté à un volume égale de l'extrait. Le mélange a été secoué et l'absorption a été déterminer à 440 nm après 10 min d'incubation en température ambiante.

Une courbe d'étalonnage a été réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant différentes concentrations (0.025 à 0.5mg/) de l'étalon : la quercétine.

Les résultats sont exprimés en µg équivalent de quercétine par mg d'extrait.

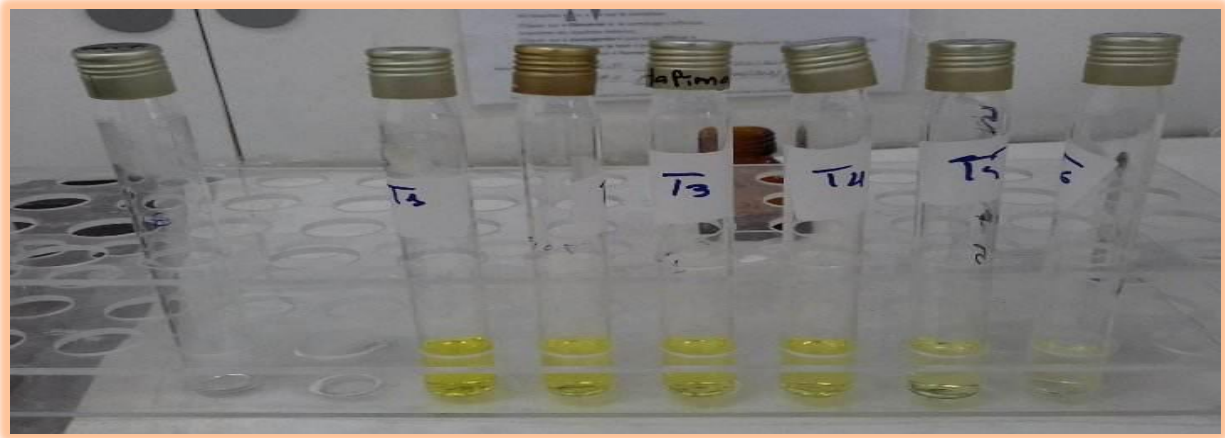


Figure 32: Virage de couleur des extraits dans le dosage des flavonoïdes (originale)

II.3. Etude des activités biologiques

II.3.1.Activités antibactérienne

L'évaluation de l'activité antimicrobienne a été réalisée par deux méthodes :

- la méthode de diffusion sur milieu solide pour tester la sensibilité des souches.
- la détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI).

II.3.1.1. Principe de diffusion sur milieu solide.

La méthode de diffusion sur milieu solide exprime l'activité antimicrobienne des extraits en terme de diamètre de la zone d'inhibition de la croissance microbienne, qui produite autour des disques après incubation.**(BOUZID et *al*., 2011)**

Mode opératoire

- A partir d'une culture bactérienne jeune de 18 heures. On réalise des suspensions en mettant 2 à 3 colonies dans 5ml d'eau physiologique stérile, pour d'avoir avoir une suspension bactérienne de 0.5 Mac Farland.

-Pour les levures, nous préparons des suspensions en diluant quelques colonies (prélevées à partir de cultures de 48 heures) dans 5 ml d'eau physiologique stérile, afin d'obtenir une solution de 2 Mac Farland.

.-l'ensemencement est fait par écouvillonnage en couvrant toute la surface de la gélose appropriée pour chaque souche.

- A l'aide d'une pince stérile, on prélève un disque vierge et on l'imbibe avec 25 µl d'huile essentielle ou d'extrait aqueux et éthanolique (250 mg/ml).

- Les boites pétries sont par la suite incubés à 37°C pendant 24 heures pour les bactéries et à 25°C pendant 48 heures pour les levures.

- les diamètres des zones d'inhibition formées au tour des disques sont mesurés et enregistrés.

- les essais sont répétés 3 fois et les résultats sont exprimés en moyenne ± écart type **(BEN ABDALLAH et *al*., 2019)**

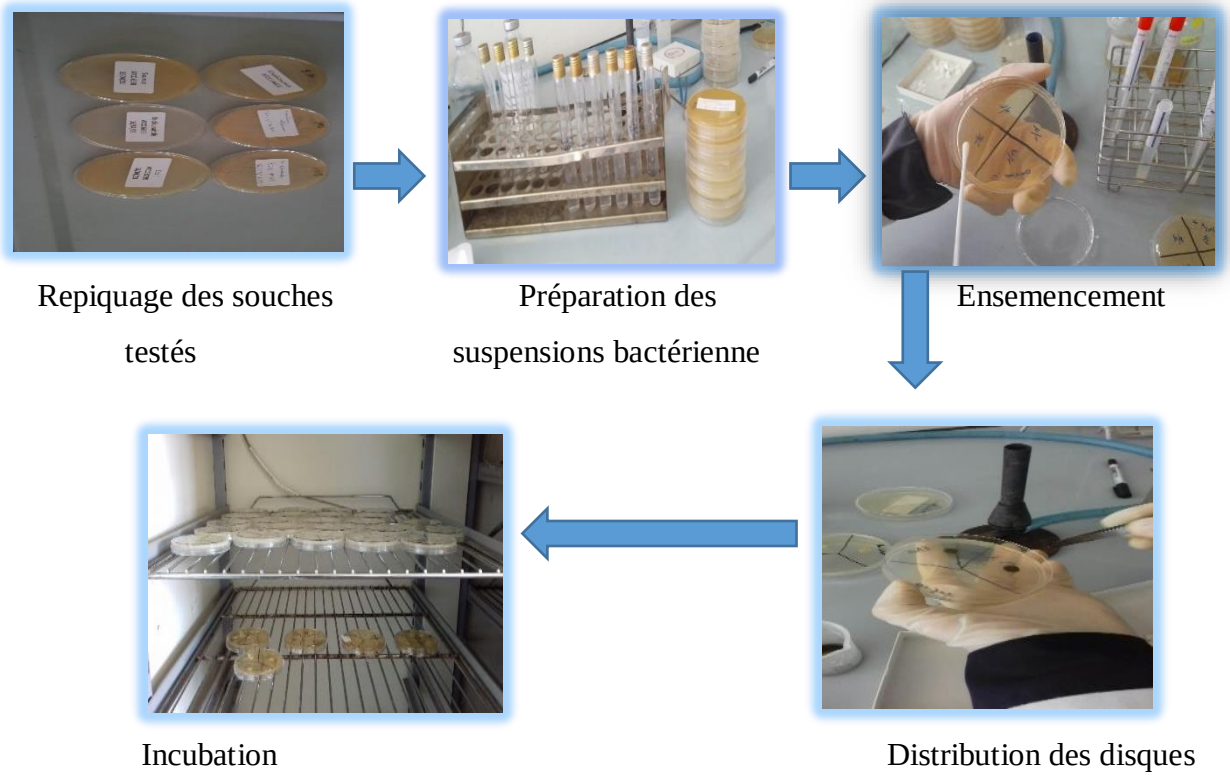


Figure 33: Processus de méthode de diffusion sur milieu solide (originale 2023)

II.3.1.2. Détermination de la concentration minimale inhibitrice CMI.

Principe

La CMI est la plus faible concentration de la molécule à tester, qui inhibe toute croissance visible d'une souche bactérienne après des 18h d'incubation dans un milieu de croissance spécifique. Elle est la plus utilisée pour évaluer in vitro l'activité bactériostatique des nouvelles molécule à activité antimicrobienne **(BELHAOUES & MAAIZIA, 2013)**

Mode opératoire :

- Préparation de l'inoculum à partir des cultures jeunes (les mêmes conditions que dans le test précédant).

- la préparation d'une série de dilution pour les deux extraits éthanolique et aqueux, permettant d'avoir quatre concentrations de :

-C1 :6.25mg/ml ; C2 :3.12mg/ml ; C3 :1.57mg/ml et C4 :0.8 mg/ml.

- Pour les huiles essentielle on a testée sur 4 concentrations différentes correspondant à (7.14mg/ml ; 5.55mg/ml ; 3.33mg/ml et 2.17mg/ml).

- les différentes dilutions ont été préparées en utilisant le DMSO comme solvant.

- l'ensemencement est réalisé par dépôt des disques imbibés avec 25µl de chaque dilution.

-L'incubation se fait à 37°C pendant 24h pour les bactéries et 25°C pendant 48h pour les levure **(KERBOUCHE-HAMMOUM, 2015)**

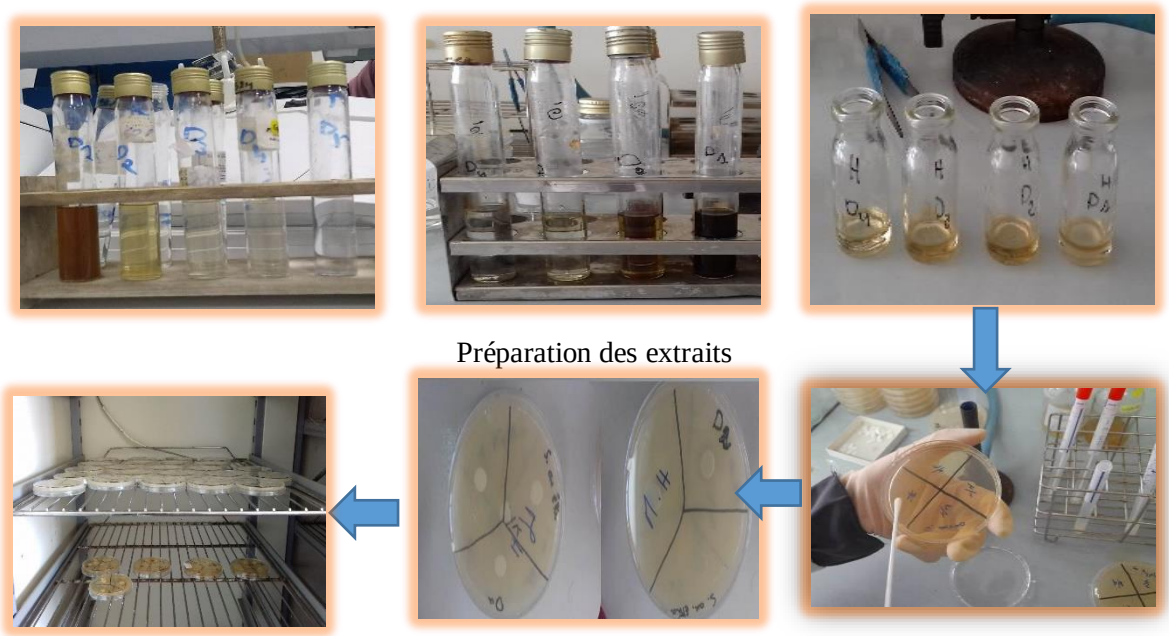


Figure34 : Processus de méthode CMI (originale 2023)

II.3.2. L'activité antifongique

II.3.2.1.Evaluation de l'activité antifongique in vitro des extraits par méthode de contacte directe.

- **Principe**

Cette méthode est l'une des plus utilisées dans la détermination du taux d'inhibition d'un agent antifongique, quand ce dernier est soluble, il est mélangé et dilué dans le milieu, puis le champignon est inoculé **(Wiegand et *al* ., 2008).**.

- **Mode opératoire**

Repiquages des souches

Avant d'entamer le repiquage, le milieu de culture sabouraud additionné d'un antibiotique (ciprofloxacine pour éviter la contamination) préalablement préparé, a été coulé dans les boites de Pétri et laissé se solidifier.

Le repiquage des quatre souches fongique ***Fusarium oxysporum***, ***Fusarium solani* ,*Fusarium redolens* , *Fusarium equiseti***, a été réalisé par le prélèvement d'un fragment du mycélium du champignon phytopathogène) partir de la périphérie (le bord) de la colonie. Le disque mycélien est déposé au centre du milieu.

-Les boites ont été scellées par du para filme pour éviter toute contamination et incubées à 25°C pendant 7 jours.**(MOULOUED et *al*., 2021)**

- **Test antifongique**

➢ **Préparation des concentrations de l'extrait éthanolique et aqueux.**

Différentes doses de l'extrait éthanolique et aqueux de ***Salvia chudaei*** ont été préparées afin de tester leurs pouvoir antifongique. En se basant sur des essais préalables, on a choisi une gamme de concentration qui varie de 5mg/ml à 20mg/ml.

Tableau VII : Différentes doses des extraits éthanolique et aqueux.

Dose	mg/ml
D1	5mg/ml
D2	10mg/ml
D3	20mg/ml

➢ **Préparation des concentrations de l'huile essentielle**

On a choisi trois différents volumes de l'huile essentielle correspondant à différentes concentrations, (le choix des volumes était en fonction de la quantité initiale de l'huile essentielle)

Tableau VIII : différents volumes de l'huile essentielle correspondant à différentes concentrations.

	Concentration mg/ml	**Volume (µl)**
C1	2 mg/ml	5 µl
C2	4 mg/ml	10 µl
C3	8 mg/ml	20 µl

-Chaque dilution de l'extrait éthanolique ou aqueux ou (HE) est ajouté aseptiquement à 9ml de milieux sabouraud.

- Les boites de pétri ainsi préparé en été légèrement agité pour assurer l'homogénéisation de milieux avec les extraits.

- Les cultures témoins ont été préparées avec 10ml de milieu sabouraud seulement pour l'évaluation de l'effet d'HE, et 10ml de milieux sabouraud additionné 1ml de DMSO pour l'évaluation de l'effet des autres extraits.

Après solidification, un disque de 6mm de diamètre de chaque souche fongique étudier (***Fusarium oxysporum***, ***Fusarium solani* ,*Fusarium redolens* , *Fusarium equiseti***) a été déposé au centre de chaque boite .

Les boites de pétri préparé ont été scellées par du para filme est incubé à l'obscurité pendant 7jours 28°C. **(MOULOUED et *al.*, 2021)**

- Le taux d'inhibition de la croissance est évalué par le calcul du pourcentage de réduction de la croissance mycélienne, par rapport au témoin, **(Doumbouyaet *al.*, 2012)** selon la formule suivante:

$$PI\% = [(DT - D) / DT] \times 100$$

PI% : Pourcentage d'inhibition de la croissance mycélienne.

DT : diamètre moyenne de la croissance mycélienne du champignon (en cm) dans la boite de Pétri (témoin)

D : diamètre moyenne de la croissance mycélienne du champignon (en cm) dans la boite Pétri qui contient l'extrait.

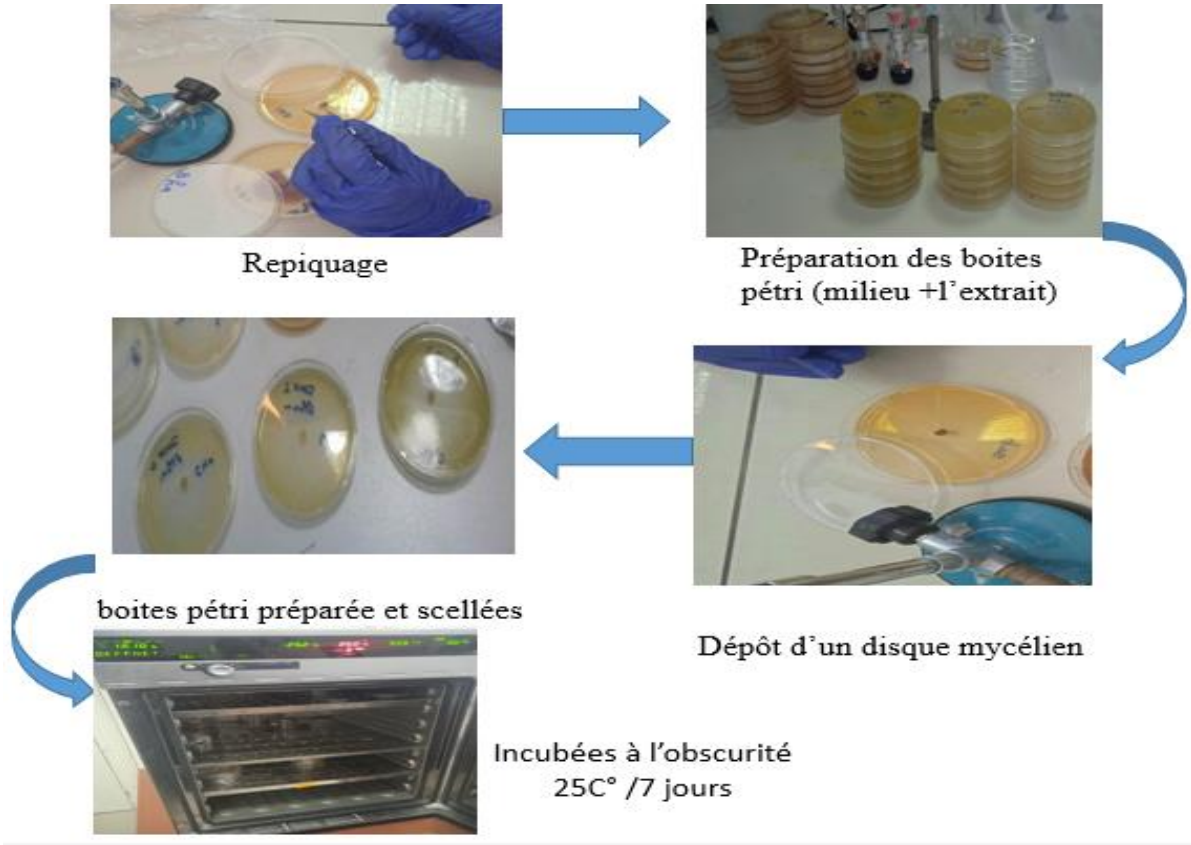


Figure35: Protocole d'évaluation de l'effet antifongique (in vitro).

II.3.2.2.Etude de l'effet fongicide ou fongistatique des extraits

L'effet fongicide ou fongistatique des extraits de ***salvia chudaei*** sur les quatre isolats des champignons, a été évalué par le transfert d'un fragment à partir de la zone d'inhibition sur une nouvelle boite pétri contenant le milieu Sabouraud par la méthode de repiquage.

Si l'inhibition de cette croissance persiste après 6jours d'incubation, le pouvoir fongicide de l'extrait est alors confirmé. En cas de reprise de la croissance mycélienne, l'extrait de plante est dit à activité fongistatique.

II.3.3.Activité anti-oxydante

La méthode DPPH (diphenyl picryl-hydrayl) est basée sur la réduction d'une solution alcoolique de l'écurie espèce radicalaire DPPH• en présence d'un atome d'hydrogène antioxydant donneur

(AH), qui entraîne la formation d'une forme non radicalaire, DPPH-H (diphénylpicrylhydrazine) **(HAMMOUDI et *al.*, 2017)**

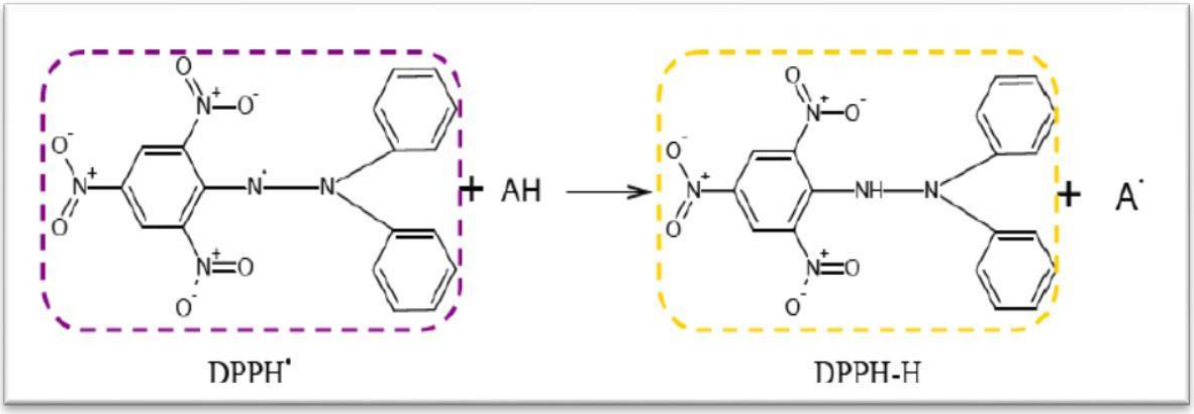


Figure 36 : Structure du radical DPPH et DPPH réduit **(AMRIOUI ,NOGHAG, 2019)**

Mode d'opératoire

Un volume de 3.9 ml de la solution méthanolique de DPPH (0,004 %) est mélangé avec (0.1ml) de différentes concentrations de chaque extrait (aqeux,éthanolique et HE respectivement de concentration. Après 30 minutes d'incubation à l'obscurité et à température ambiante, l'absorbance est déterminé à 517 nm contre un blanc qui contient juste la solution DPPH **(BERSALI et *al.*, 2022)**

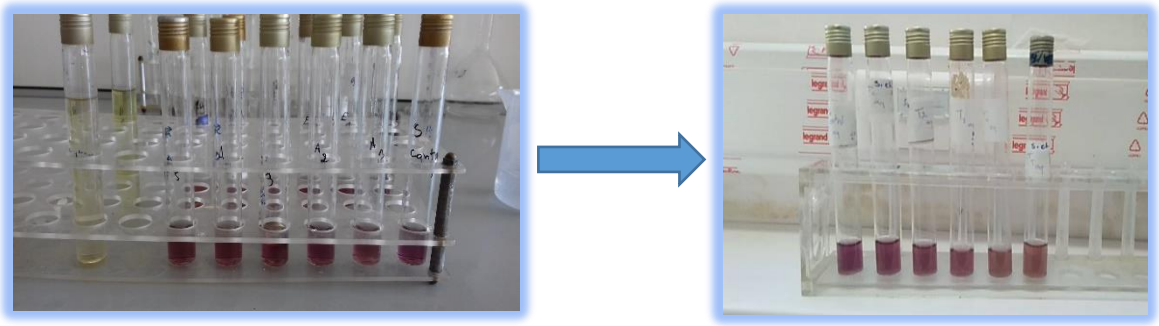


Figure 37 : Virage de DPPH de l'extrait aqueux (originale)

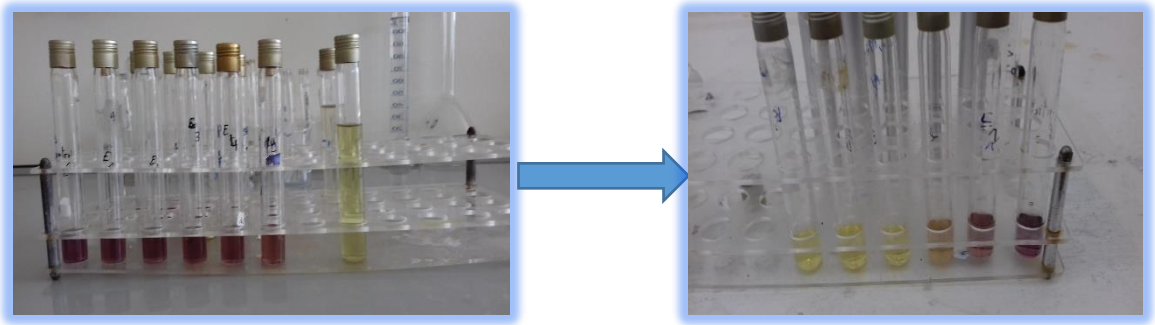


Figure 38 : Virage de DPPH de l'extrait éthanolique (originale)

Le pouvoir antioxydant est exprimé en pourcentage d'inhibition, qui est calculé selon la formule suivante :

$$\% \text{ Inhibition} = ((Abs_{\text{contrôle}} - Abs_{\text{échantillon}}) / Abs_{\text{contrôle}}) \times 100$$

- ✓ **Calcul des IC_{50}**

La concentration inhibitrice IC50 représente la concentration minimale inhibitrice nécessaire pour diminuer la teneur en radicaux libres de 50%, elle est déterminée partir des courbes représentant les pourcentages d'inhibition en fonction des concentrations utilisées. **(HAMMOUDI et *al*., 2017)**

Chapitre 3

Résultats et Discussion

Résultats

I. L'extraction

Les procédés d'extraction métabolites des plantes médicinales constituent une étape cruciale, car elle détermine la qualité et la quantité de principes actifs en question, ce qui reflète directement leurs effets pharmacologiques **(BERSALI et *al.*, 2022).**

Les extraits (éthanolique, aqueux) sont obtenus par macération alors que l'huile essentielle a été obtenue par entrainement à la vapeur d'eau.

Tableau IX : Rendement et l'aspect des extraits

Extraits	**Poids de l'extrait Obtenus en(g)**	**R%**	**Aspect**
Aqueux	**7.34**	**12.23%**	**pâte jaune marron**
Ethanolique	**5.1**	**8.5%**	**pâte vert foncé**
HE	**3**	**0.15%**	**liquide marron claire**

R% : le rendement des extraits en pourcentage

L'extraction par macération des parties aériennes de *salvia chudaei* a donné un rendement de (8.5%) pour l'extrait éthanolique. Ces résultats sont inférieurs de ceux trouvés par **(AMRIOUI , NOGHAG, 2019)** avec les mêmes conditions expérimentales. Une autre étude entreprise par **(DAHMANI, SMAILI, 2020)** réalisée sur l'extrait aqueux a donné un rendement de 14.8%. Ce pourcentage est légèrement supérieur au nôtre.

D'une manière générale, le rendement varie selon la méthode d'extraction et de la partie de la plante utilisée. Cette différence peut être expliquée par la polarité des solvants utilisés pour l'extraction et la diffusion du solvant dans la poudre des plantes au cours de macération et probablement à la nature. En général, les rendements les plus élevés sont obtenus avec les solvants polaires tels que l'eau, le méthanol et l'éthanol **(DAHMANI , SMAILI, 2020)**

La méthode d'extraction est une opération importante qu'il faut mener avec soin. Par ailleurs, la collecte, le séchage, le stockage influe largement sur le rendement ainsi que la qualité des extraits **(BOUKHELKHAL, BELMILIANI, 2019)**

Le rendement en huile essentielle à partir des feuilles et tiges de *salvia chudaei* est de 0.15%. Cette valeur reste est inférieur à celle trouvé par **(DIF, 2011)** et **(HAMMOUDI, 2015)** qui ont trouvé un rendement de 0.34% 0.4% à 0.6% respectivement .

D'après **(HAMMOUDI, 2015) ,** plusieurs chercheurs ont montré que le rendement d'extraction des huiles essentielles varie en fonction de l'origine de la plante et, aussi des études avaient montré, d'une part, l'influence de la technique d'extraction et, d'autre part, l'influence du cycle végétatif sur le rendement et, la qualité de l'huile essentielle. Le temps de séchage de la plante influe également sur le rendement en huile essentielle(**KRIMAT et *al*., 2015)**

II. Dosage des polyphénols totaux et des flavonoïdes :

II.1.Dosage de polyphénols

La teneur en polyphénols totaux a été effectuée par la méthode de Folin-Ciocalteu. Les résultats obtenus sont exprimés en µg équivalent d'acide gallique par mgd'extrait (µg EAG/mg E). Cette teneur est calculée en utilisant l'équation de la régression linéaire d'une gamme de concentration d'acide gallique.(**Annexe 02)**

Tableau (X): Teneur en polyphénol

Teneur en polyphénol (µg EAg/mg extrait)	Extrait aqueux	Extrait éthanolique
	401.11	556.72

A partir de ces résultats, on peut dire que l'extrait éthanolique semble plus riche en composés phénoliques que l'extrait aqueux**.**

La teneur en phénols totaux de notre extrait éthanolique est supérieure à celle trouvés par **(HAMMOUDI, DEHAK, et *al*., 2017),** ils affichent des teneurs de 8µg EAG /mg d'extrait . Cependant**,**(KHENFER & MEDJOUEL, 2016) trouvent des taux de 1.8 (µg EAG /mg d'extrait) . de même que les travaux de **(TLILI, 2021),** ils présentent des teneurs très faibles de l'ordre de 0.011mg EAG/mg d'extrait.

II.2.Dosage des flavonoïdes

Le dosage des flavonoïdes a été réalisé selon la méthode de trichlorure d'aluminium ($AlCl_3$) **(Bahorun *et al*., 1996).**

Les résultats obtenus sont exprimés en µg équivalent de Quercitine par mg d'extrait (µg EQ/ mg E).

Tableau (XI) : Résultats de teneur en flavonoïdes

Teneur en flavonoïde (µg EQ/ mg extrait)	Extrait aqueux	Extrait éthanolique
	3.66	7.20

La quantité de flavonoïdes dans l'extrait éthanolique semble plus importante que celle de l'extrait aqueux.

Selon la recherche menée par **HAMMOUDI, DEHAK et *al*. en 2017**, l'extrait éthanolique obtenu présente une concentration en flavonoïdes de 1 µg d'équivalent de rutine par mg d'extrait. Ces résultats indiquent que notre extrait éthanolique a une concentration en flavonoïdes pus elevée . Cependant, il est moins important que celui obtenu par BA & SETTOUR en 2017, ils rapportent des teneurs de 0,02 µg d'équivalent de quercétine par mg d'extrait.

La quantité des métabolites secondaires peut changer pendant la croissance de la plante. Ceci peut être lié aux conditions climatiques (la température élevée, exposition solaire, sécheresse, salinité), qui stimulent la biosynthèse des métabolites secondaires tels que les polyphénols.

La teneur phénolique d'une plante dépend aussi d'un certain nombre de facteurs tels que, la répartition géographique, le moment de la récolte, le solvant d'extraction et les méthodes d'extractions, les conditions de stockage. **(KHELIFI , MEDJANI, 2018)**

D'après **Lu *et al., (*2006) et Vanamala *et al., (*2006), et Klimczak *et al.,* (2007),** la variabilité des teneurs en flavonoïdes dans la plante est influencée par plusieurs facteurs dont l'origine génétique, le degré de maturation, le mode de conservation.

La concentration des flavonoïdes dans les extraits de la plante est liée à la solubilité qui en dépend non seulement de la polarité du solvant d'extraction ,mais aussi du nombre et de la position des groupements hydroxyles libres, au poids moléculaire et de la glycosylation.**(AMRIOUI , NOGHAG, 2019)**

Evaluation des activités biologiques

II.2. Evaluation de l'activité antimicrobienne

II.2.1.L'activité antibactérienne

Nous avons étudié *in vitro* le pouvoir antimicrobien des extraits de *Salvia chudaei* par la méthode de diffusion sur milieu solide et la détermination de la concentration

minimale inhibitrice (CMI).

L'activité antibactérienne des extraits, a été estimée en termes de diamètre de la zone d'inhibition (mm) autour des disques contenant les extraits à tester vis-à-vis d'une gamme des germes pathogènes: ***E. coli*** *ATCC8739* , ***Salmonella typhimurium****ATCC14028* , **S*taphylococcus aureus*** *ATCC6533*, ***Bacillus subtillus*** *ATCC6633* et levure *:**Candida albicans***.

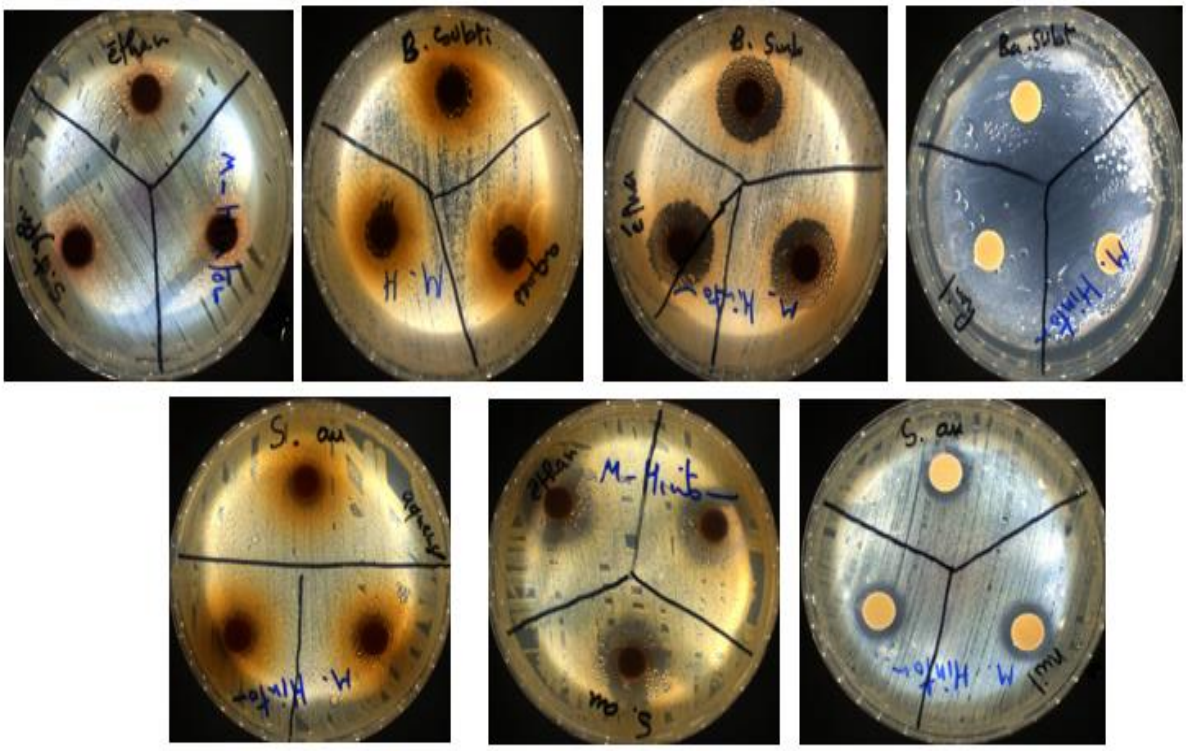


Figure 39 : Effet des extraits sur les souches bactériennes (original 2023)

Les résultats de l'activité antibactérienne des extraits testés sont mentionnés dans le tableau suivant :

Tableau (XII) : Résultats de l'activité antibactérienne des extraits testés.

		Aqueux		**Ethanolique**		**HE**	
	Les souches	**Zone d'inhibition (mm)**	**CMI**	**Zone d'inhibition (mm)**	**CMI**	**Zone d'inhibition (mm)**	**CMI**
Gram+	***S.aureus***	13±1.2	6.25mg/ml	21.7±1.34	3.12mg/ml	16.8±1.5	5.55mg/ml
	Bacillus subtillus	12±0.45	1.57mg/ml	21.4±0.39	3.12mg/ml	37.8±0.8	≤2.17mg/ml
Gram -	***E.coli***	///	///	///	///	///	///
	Samonella typhi	///	///	12.3±0.53	6.25mg/ml	///	///
Levure	***Candida albicans***	///	///	///	///	///	///

Il ressort des résultats obtenus que l'ensemble des extraits se révèlent actifs envers toutes les souches microbiennes testées, à l'exception de *candida albicans* mais, avec des degrés différents.

L'extrait éthanolique de la plante a marqué un effet inhibiteur important envers la croissance des bactéries **(*Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* et *salmonella typhimuruim*)** dont les zones d'inhibition varient entre et 12.3±0.53 à 21.7±1.34.

L'extrait aqueux et l'huile essentielle se sont révélé actifs contre ***Staphylococcus aureus* et *Bacillus subtilis*** avec des zones d'inhibition 12±0.45 mm et 13±1.2 mm respectivement pour l'extrait aqueux et de 16.8±1.5et 37.8±0.8 respectivement pour l'huile essentielle.

Les résultats indiquent que nos extraits semblent avoir un effet prononcé sur les bactéries à gram positif et être inactifs sur les bactéries à gram négatif à l'exception de *salmonella typhimiruim.*

(HAMMOUDI, KHENFER, et *al.*, 2017) ont trouvé l'extrait éthanolique de *salvia chudaei* a permet d'inhibé la croissance de ***Staphylococcus aureus***, ***Candida albicans*** et ***E .coli*** avec des zones d'inhibition de 10.2mm, 5.4mm respectivement par contre nos extraits n'avez aucun effet sur ***E .coli*** et ***Candida albicans***.

(KRIMAT et *al*., 2015) rapportent que huile et l'extrait méthanolique avaient un effet antimicrobien contre ***Bacillus subtilus, Candida albicans*** et ***Staphylococcus aureus***. Ils présentaient des zones d'inhibitions et des CMI très proches de nos résultats, sauf pour la souche ***Candida albicans*** qui a résisté à l'ensemble des extraits testés.

(AMRIOUI , NOGHAG, 2019) ont rapporté que l'extrait éthanolique présentait un effet remarquable sur ***Salmonella typhimirium*** avec une zone d'inhibition de 10.33 ± 0.44, par ailleurs **(DAHMANI , SMAILI, 2020**) trouvent que l'extrait aqueux présentait un effet inhibiteur sur la croissance des souche ***Bacillus subtilus*** et ***Staphylococcus aureus***. Ces résultats concordent avec les nôtres.

Les résultats ont indiqué que plusieurs paramètres peuvent influencer la détermination de l'activité antimicrobienne comme : le type des microorganismes ciblé ; la méthode d'évaluation de l'activité, proprement dite .Ainsi, la nature et la structure des molécules bioactives sont le résultat de la concentration suivie par une typologie de l'extrait. Donc, on constate que la plus grande résistance du gram négatif vis-à-vis des extraits peut être expliquée par la structure de la paroi hétérogène de la bactérie. La double présence d'une part de l'exo polysaccharide contenant une couche externe (glycocalyxe) et d'autre part celle de certains composants comme l'acide techoique en sus de quelques liens se trouvant entre les divers composants donnent au polymère un aspect fortement réticulé de paroi **(HAMMOUDI, 2015)**

II.2.2.L'activité antifongique

II.2.2.1. Evaluation de l'activité antifongique des extraits

L'activité antifongique a été évalué par la méthode de contact direct, elle se traduit par le diamètre radical de la zone d'inhibition, Ces diamètres varient en fonction des doses utilisées et l'espèce fongique testée.

II.2.2.2.L'activité antifongique sur la souche de *Fusarium redolens*

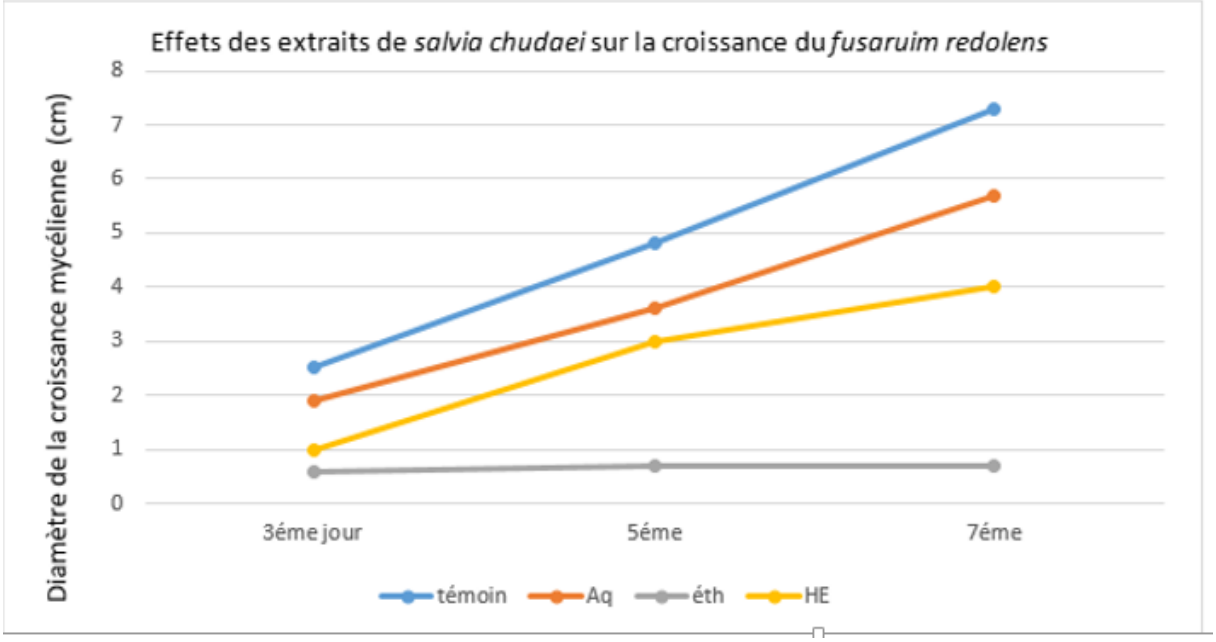


Figure 40 : Effet « in vitro » des différents extraits sur la souche de *Fusarium redolens*

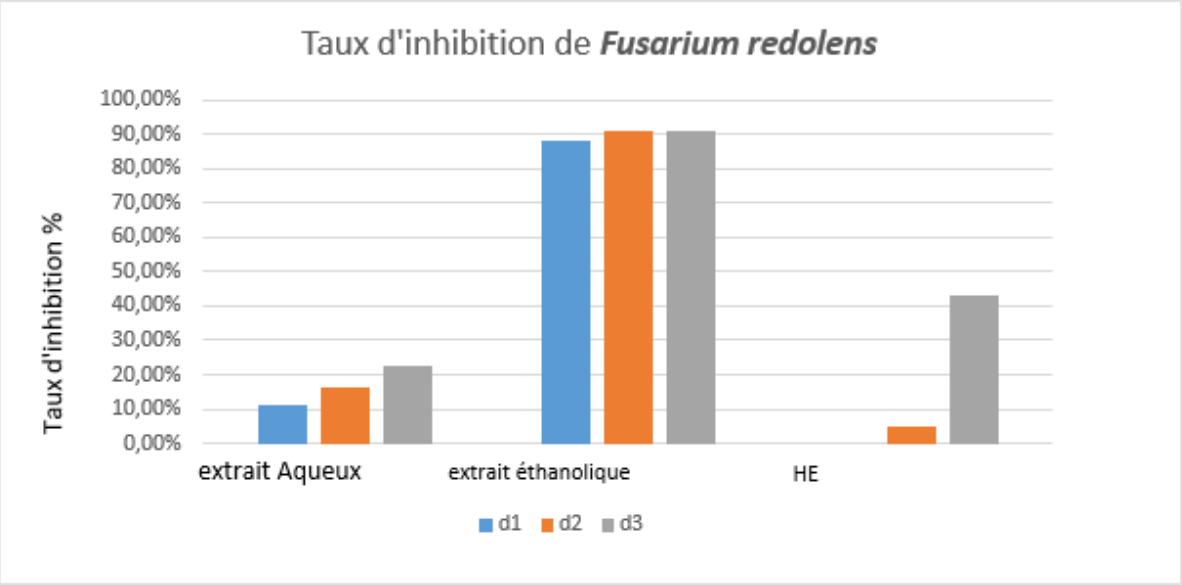


Figure41: Taux d'inhibition de la croissance mycélienne de *Fusarium redolens* sous l'effet des différentes doses de l'extrait de *Salvia chudaei*

Selon la **figure 40** et **41**, nous remarquons que le taux de la croissance mycélienne de *Fusarium redolens* diminue en fonction des concentrations des extraits, on a obtenu des taux d'inhibition très important pour l'extrait éthanolique (88.31% ,90.90%,90.90%), et pour l'extrait aqueux (15.06% ,16.43% ,22.53%).à différentes concentrations

:5mg/ml,10mg/ml,20mg/ml respectivement .

Les résultats des de l'huile essentielle de partie aérienne de *Salvia chudaei* vis-à-vis la souche fongique de *Fusarium redolens* sont illustrés dans La **figure 41**. Elle démontre qu'elle présentait un effet modéré sur la croissance de ce champignon avec un taux d'inhibitions de 0% 4.28 % 42.85% pour les concentrations 2 mg/ml, 4 mg/ml ,8 mg/ml respectivement.

II.2.2.3.L'activité antifongique sur la souche de *Fusarium solani*

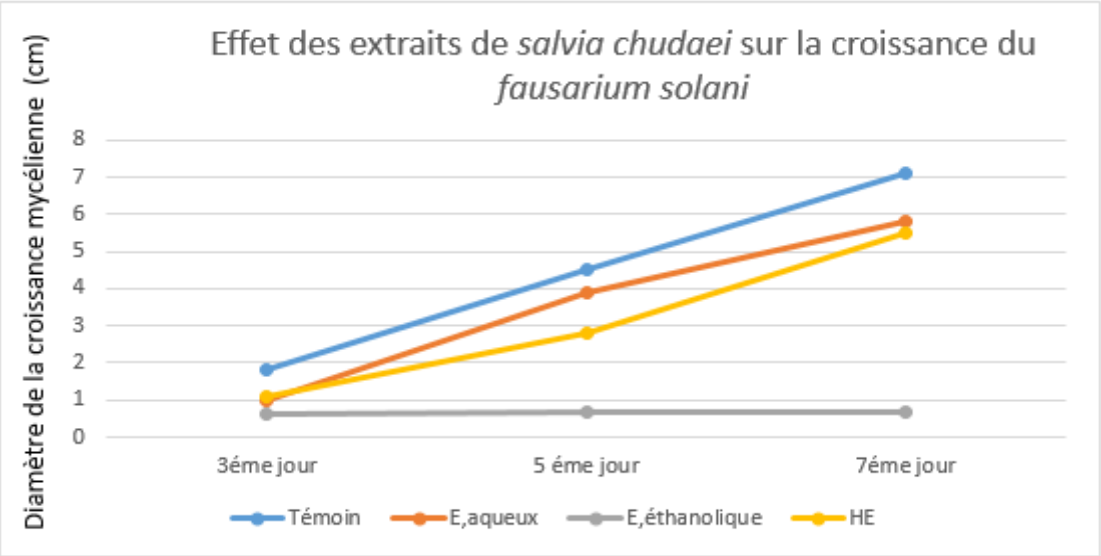


Figure 42 : Effet « in vitro » des différents extraits sur la souche de *Fusarium solani*

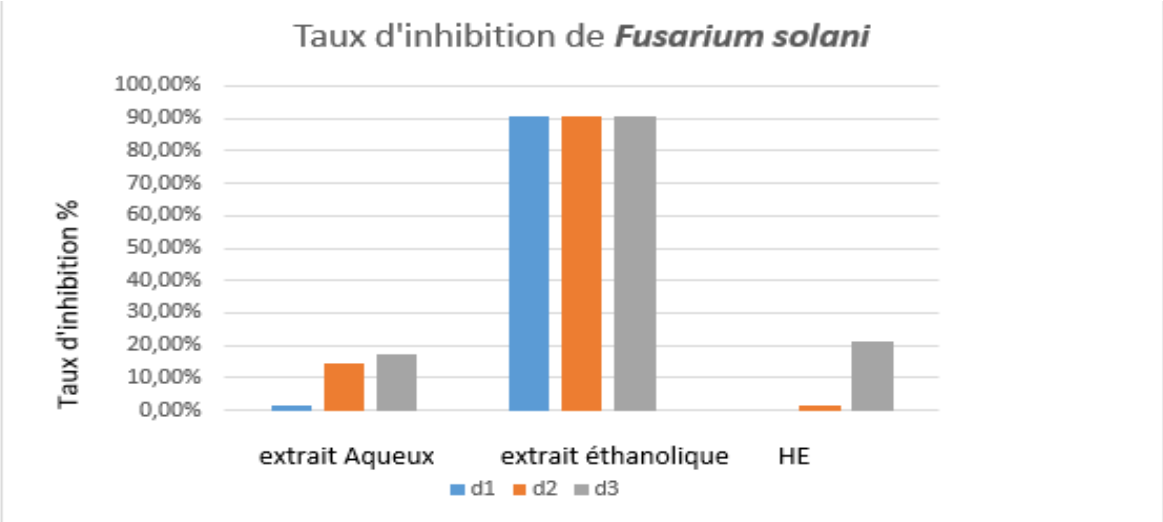


Figure43: Taux d'inhibition de la croissance mycélienne de *Fusarium solani* sous l'effet des différentes doses de l'extrait de *Salvia chudaei*

D'après les figures précédent nous constatons que le taux de la croissance mycélienne de *Fusarium solani*, diminue avec l'augmentation des concentrations des extraits de la plante. L'extrait éthanolique, l'extrait aqueux et l'huile essentielle présentaient des taux d'inhibition de 90.54%, 17.14% et 21.42% respectivement.

II.2.2.4.L'activité antifongique sur la souche de *Fusarium oxysporum*

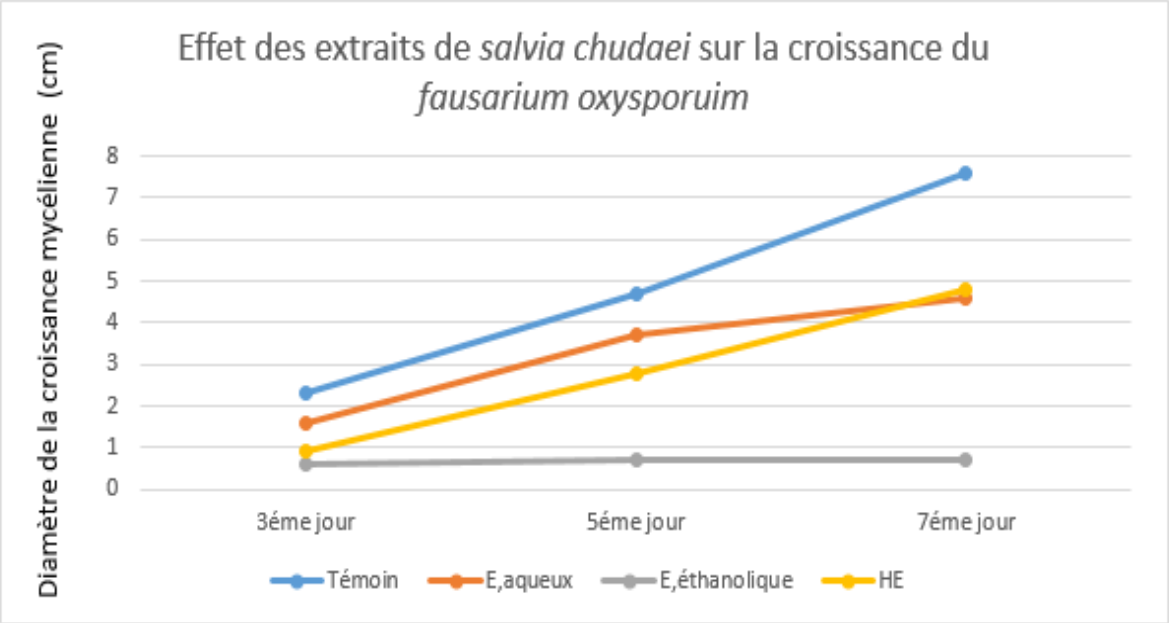


Figure 44 : Effet « in vitro » des différents extraits sur la souche de *Fusarium oxysporum*

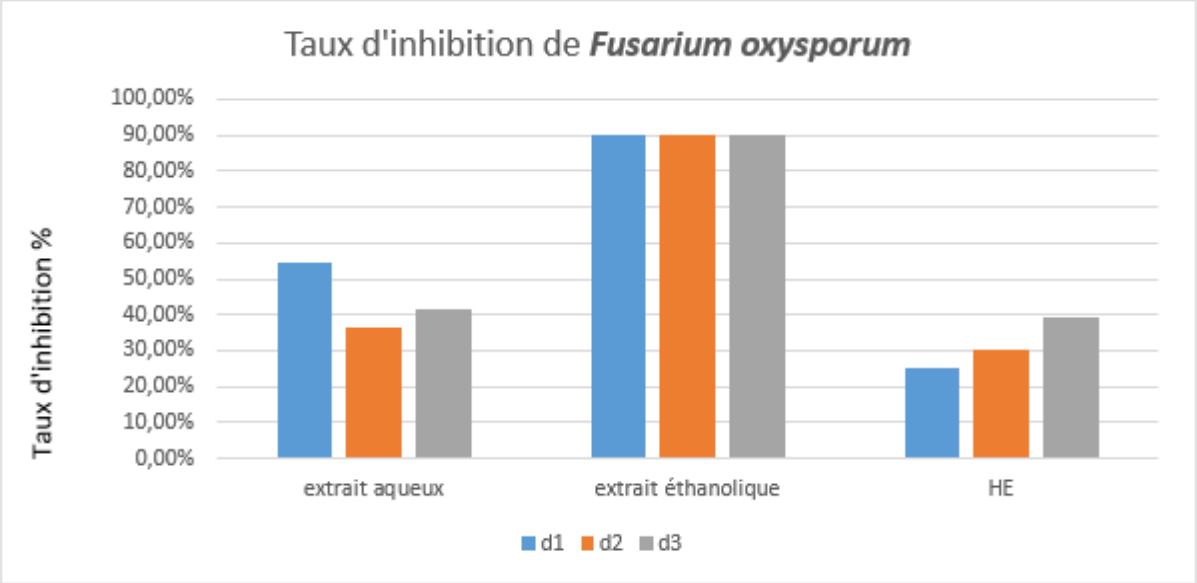


Figure45: Taux d'inhibition de la croissance mycélienne de ***Fusarium oxysporum***Sur l'effet des différentes doses de l'extrait de *Salvia chudaei*

Selon les **figures 44 et 45** nous observons que l'extrait éthanolique a démontré un effet inhibiteur très important dans les trois déférentes concentrations sur la croissance mycélienne avec un pourcentage d'inhibition de 90.27%. Pour l'extrait aqueux, il présente un effet inhibiteur moyen pour les concentration 5mg/ml ,10 mg/ml 20mg/ml avec des pourcentages d'inhibition 54.43%, 36.70% ,41.77% , suivi par HE avec des taux d'inhibitions de 39.24% ,30.37%,25.31% pour les trois concentrations.

II.2.2.5.L'activité antifongique sur la souche de *Fusarium equiseti*

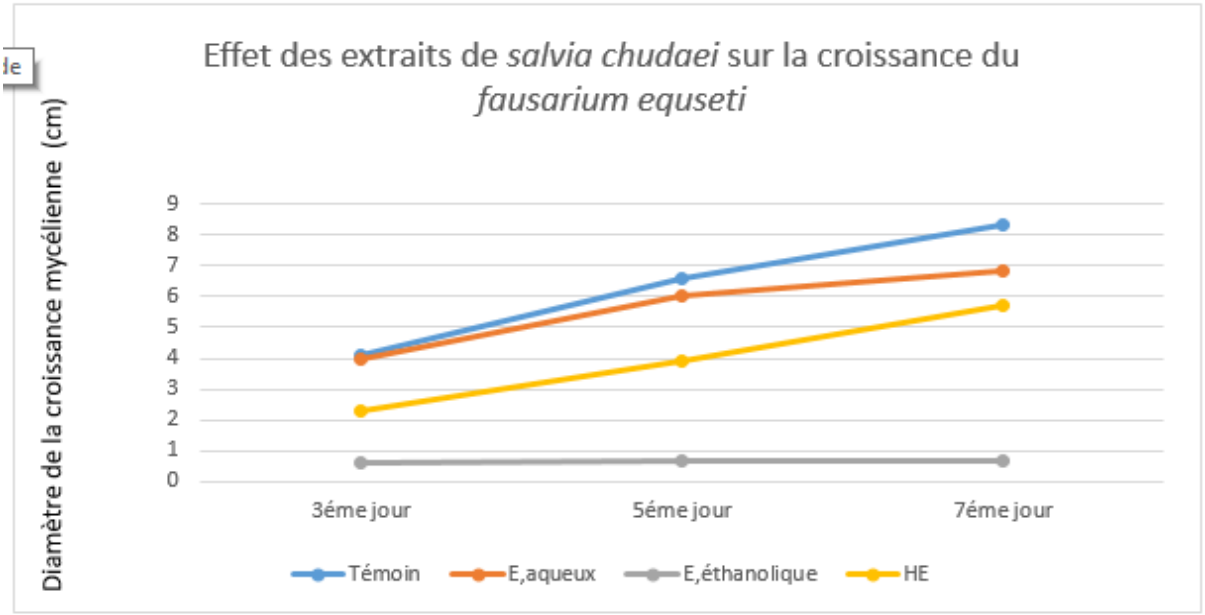


Figure 46: Effet « in vitro » des différents extraits sur la souche de *Fusarium equiseti*

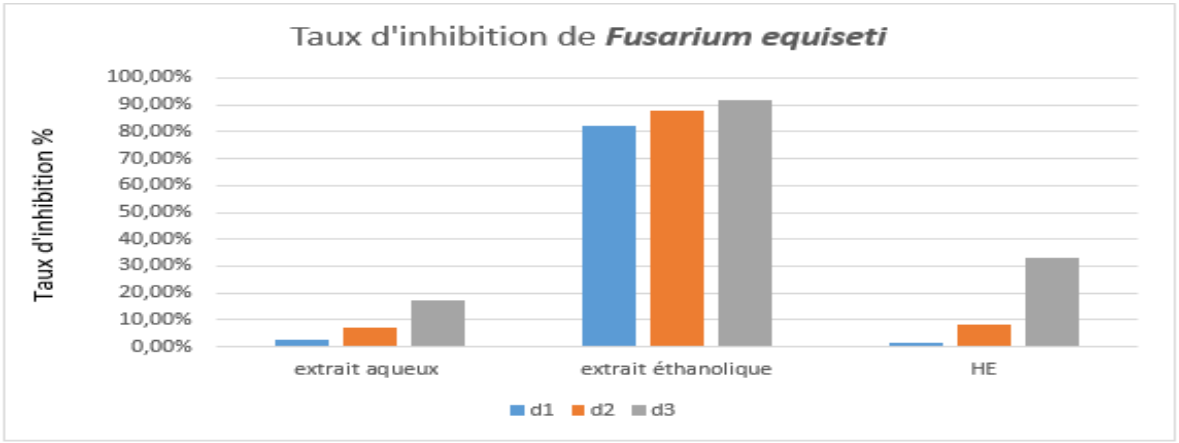


Figure47: Taux d'inhibition de la croissance mycélienne de ***Fusarium equiseti***

Sur l'effet des différentes doses de l'extrait de *Salvia chudaei*

Selon la **figure 46** et **47**, l'extrait éthanolique semble avoir l'effet inhibiteur le plus important avec des taux d'inhibitions de 82.14%,88.09%,91.66% pour les différentes concentrations utilisée (5mg/ml, 10mg/ml, 20mg/ml) respectivement. L'huile essentielle et l'extrait aqueux affichent des taux d'inhibition plus faible variant de 1.17% à 32.94%.

III. 2.2.2.Etude de l'effet fongicide et fongistatique des extraits

Après avoir évalué l'activité antifongique des extraits, nous avons réalisé un test pour déterminer la nature de cette activité (fongicide ou fongistatique). Les résultats obtenus sont représentés en tableau (**XIII**)

Tableau **XIII** : Nature de l'activité des extraits de la plante étudiée sur les différentes souches ;

Souches	Extraits	Nature de l'activité
Fusarium redolons	Aqueux	Fongistatique
	Ethanolique	Fongicide
	HE	Fongicide
Fusarium solani	Aqueux	Fongistatique
	Ethanolique	Fongicide
	HE	Fongicide
Fusarium oxysporum	Aqueux	Fongistatique
	Ethanolique	Fongicide
	HE	Fongicide
Fusarium equiseti	Aqueux	Fongistatique
	Ethanolique	Fongicide
	HE	Fongistatique

L'étude de la croissance mycélienne des souches fongiques testés (*Fusarium redolens, Fusarium solani, Fusarium oxysporum et Fusarium equiseti)* en présence de l'extrait

éthanolique, aqueux et l'huile essentielle de la partie aérienne de *Salvia chudaei* , montre une diminution de la croissance mycélienne synchronisée avec l'augmentation de la concentration des extraits.

On remarque que sous l'effet de l'extrait plus la concentration augmente, l'inhibition est importante par rapports aux témoins. Ces résultats montrent clairement que les deux paramètres étudiés (la croissance mycélienne, taux d'inhibition) sont fortement influencés par l'ajout des extraits riche en substances actives dans le milieu de culture, en outre la croissance des quatre souches fongiques étudiés a était inhibée par les différents extraits testés avec plus de sensibilité chez la souche ***Fusarium redolens*** qui a présenté un pourcentage d'inhibition moyen dépassant les 90%, 20%, 40% pour l'extrait éthanolique ,aqueux et l'huile essentielle respectivement.

Nos résultats sont conformes à ceux obtenus par **(BOUKHELKHAL, BELMILIANI, 2019)** qui a évalué l'effet antifongique de l'extrait éthanolique et HE de sur la souche *fusarium solani* .

Selon **(YAPO-CREZOIT et *al*., 2021)**,la composition de la plante en métabolites secondaires varie en fonction de la localisation géographique, de l'organe prélevé, de la période de prélèvement, du moment du prélèvement, des conditions de stockage, et du solvant d'extraction. Des travaux complémentaires sont donc à mener pour une meilleure standardisation des différents protocoles et apprécier la toxicité des métabolites aux différentes étapes cidessus précitées. L'utilisation des composés de la plante à activité microbienne est plutôt à recommander pour un usage externe en lieu et place de l'administration par voie générale.

II.2.3.Evaluation de l'activité antioxydant

L'histogramme ci-dessous représente la variation du pourcentage de pouvoir inhibiteur en fonction de la concentration de chaque extrait.

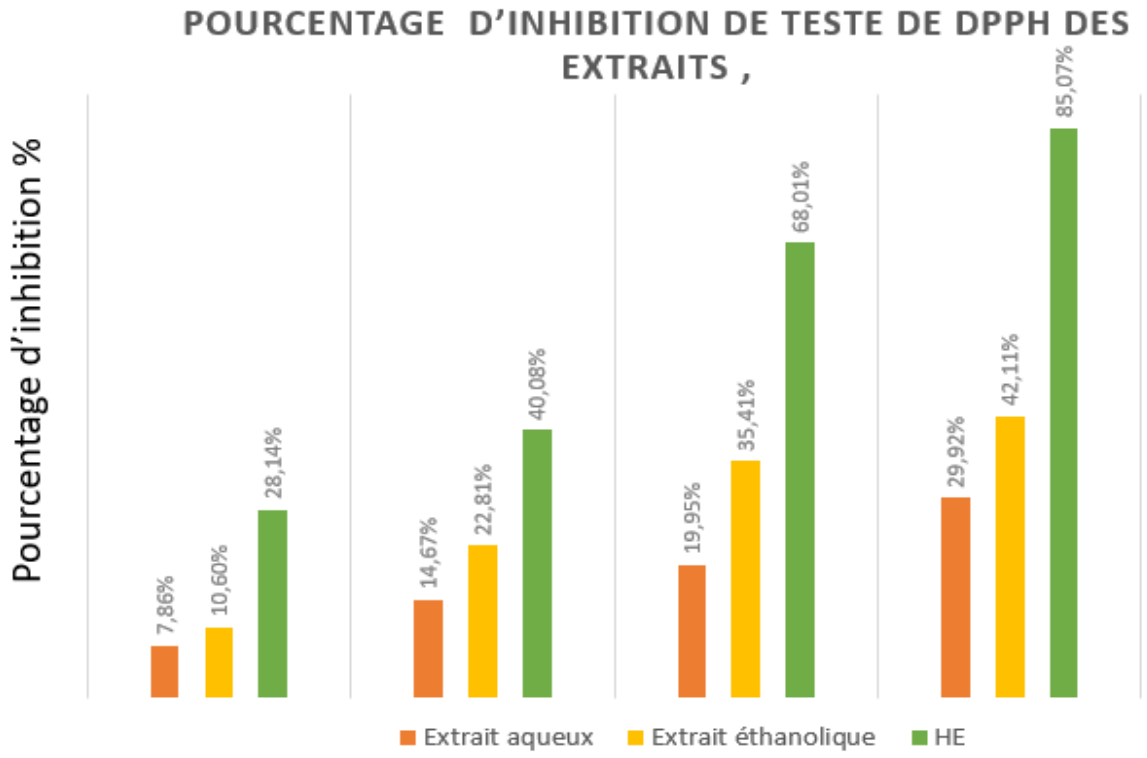


Figure48 : Pourcentage d'inhibition de teste de DPPH dès l'extraits.

D'après les résultats représentés dans la figure 48, il semble que le pourcentage d'inhibition du radicale libre augmente avec l'augmentation de la concentration des différentes extraits de la plante.

On a remarqué que le pourcentage d'inhibition de radical libre pour l'HE était supérieur par rapport l'extrait éthanolique suivi par l'extrait aqueux. Pour les différentes concentrations pour une concentration 1000µg/ml. Un pourcentage d'inhibition de DPPH est de 42.11%pour l'extrait éthanolique et 29.92% pour l'extrait aqueux tandis que l'HE est de de 85.07% de concentration 20000µg/ ml.

Ces pourcentages correspondant à une inhibition totale de DPPH reflétée par la décoloration complète du DPPH du violet en jaune pâle.

Les valeurs IC50 déterminées en mg/ml exprimant la concentration d'inhibition des

extraits antioxydants nécessaire pour le piégeage et la réduction de 50% de l'activité de DPPH en dissolution dans du méthanol

Tableau XIV: Des valeurs d'IC50 des extraits.

	Extrait aqueux	Extrait éthanolique	HE
IC50	2240 µg/ml	740 µg /ml	300 µg/ ml

Les extraits éthanolique, aqueux et huile essentielle (HE) de *Salvia chudaei* étudiée ont démontré une activité anti-radicalaire très significative envers le DPPH. Ils présentent des concentrations inhibitrices IC50 de 2240 µg/ml, 740 mg/ml et 300 µg/ml ce qui correspond respectivement à la capacité anti-radicalaire la plus élevée.

Il est également noté que l'huile essentielle présentait un pouvoir anti-radicalaire bien plus intéressant que celui des extraits éthanolique et aqueux.

Selon **HAMMOUDI, KHENFER et *al*. (2017),** l'extrait éthanolique de *Salvia chudaei* présente une capacité antioxydant importante, avec une CI50 d'environ 0,74 mg/ml. De manière similaire **KRIMAT et *al*. (2015)** ont également trouvé des résultats probants pour l'HE de *Salvia chudaei*, avec une capacité antioxydant contre le DPPH et une CI50 d'environ 0,016 mg/ml.

Dans notre étude, nous avons également observé que l'extrait éthanolique était plus abondant en composés phénoliques et flavonoïdes par rapport à l'extrait aqueux. De plus, cela s'est traduit par une activité antioxydante plus importante pour l'extrait éthanolique.

De nombreuses études réalisées sur les produits naturels ont démontré que ce sont principalement les composés phénoliques qui sont responsables de leur activité antioxydante **(KHENFER, MEDJOUEL, 2016).**

Une étude de **BERSALI et *al*. (2022)** a montré que les légères différences entre les résultats obtenus et ceux trouvés par d'autres chercheurs peuvent être expliquées par les variations dans le protocole de dosage, la méthode d'extraction utilisée et la nature du solvant utilisé. Cela peut également être dû à la variation des composés phénoliques présents dans les extraits. En effet, la réactivité des composés phénoliques contre le DPPH est plus efficace dans le méthanol que dans d'autres solvants non alcooliques.

Conclusion

La flore du Sahara Algérien est riche en plantes aromatiques utilisées en médecine traditionnelle et un bon nombre d'entre elles sont des espèces endémiques pouvant être valorisées en tant que source de produits bioactifs. Les huiles essentielles et les composés phénoliques, trouvent des emplois dans divers secteurs.

Notre étude a porté sur l'exploration des activités biologiques d'une plante de la famille des Lamiacées, originaire de la région de Tamanrasset, appelée *Salvia chudaei*. Pour cela, nous avons réalisé une extraction par macération en utilisant deux solvants, l'éthanol et l'eau, ainsi qu'une extraction des huiles essentielles par entraînement à la vapeur d'eau.

L'extraction de la partie aérienne de la plante a donné des rendements de 8,5% pour l'extrait éthanolique, 12,23% pour l'extrait aqueux et 0,15% pour l'huile essentielle.

L'évaluation de la teneur en composés phénoliques de la plante, réalisée par la méthode de Folin-Ciocalteu, a révélé des valeurs de 401,11 µg EAG/mg d'extrait aqueux et 556,72 µg EAG/mg d'extrait éthanolique. Le dosage des flavonoïdes, effectué par la méthode d'AlCl3, a montré des taux de 3,66 µg EQ/mg d'extrait aqueux et 7,20 µg EQ/mg d'extrait éthanolique. Ces résultats suggèrent que les extraits bruts de la partie aérienne de *Salvia chudaei* pourraient être considérés comme une source potentielle de ces métabolites secondaires.

Les résultats de l'activité antimicrobienne ont révélé une activité remarquable des extraits sur les souches de *Bacillus subtillus*, *Staphylococcus aureus* et *Salmonella typhi*.

En ce qui concerne l'activité antifongique in vitro, évaluée par la méthode de contact direct des extraits de Salvia chudaei, un effet inhibiteur significatif sur la croissance des quatre souches testées a été observé. Cet effet est proportionnel à la concentration des extraits, c'est-à-dire que plus la dose est élevée, plus les taux d'inhibition sont importants.

L'évaluation de l'activité antioxydante, réalisée par la méthode du piégeage des radicaux libres (test DPPH), a démontré que les extraits possèdent un pouvoir antioxydant important, avec des valeurs d'IC50 de 2240 µg/ml pour l'extrait aqueux, 7420 µg/ml pour l'extrait éthanolique et 300 µg/ml pour l'huile essentielle.

Ces résultats indiquent que *Salvia chudaei* pourrait être une source de molécules antimicrobiennes et antioxydantes, ayant un potentiel d'application dans les domaines pharmaceutique, agroalimentaire et de la pathologie végétale. Toutefois, afin d'envisager une utilisation pratique dans ces domaines, il est essentiel de mener des études complémentaires.

Cela comprend l'évaluation de la toxicité aiguë et sub-chronique des différents extraits, ainsi qu'une caractérisation biochimique approfondie utilisant des méthodes précises pour identifier les composants spécifiques de *Salvia chudaei*.

Référence Bibliographique

ABDELHADI, A., & BACHIR, Y. (2020). *Identification moléculaire des espèces de Fusarium : Choix des gènes et des bases de données* [PDF, Université Ibn Khaldoun – Tiaret]. http://dspace.univ-tiaret.dz/bitstream/123456789/7471/1/TH.M.SNV.FR.2021.172.pdf

ACHILI, I. (2021). *Etude phytochimique et pharmacologique de plantes médicinales algériennes, cas des espèces Pistacia atlantica et Salvia microphylla*. université frères mentouri constantine 1.

ACHOUB, K., & KHALID, R. (2020). *Évaluation de l'activité antifongique des l'huiles essentielles d'ail et argan vis-à-vis deux espèces de genre Fusarium : Fusarium solani, Fusarium oxysporum.* [PDF]. Université des Frères Mentouri Constantine 1.

ADJIBA, N., & AIN, N. (2020). *Contribution à l'étude les propriétés phytochimiques, et les activités biologiques d'une plante médicinale (Ocimum basilicum L.)* [PDF]. UNIVERSITE ECHAHID HAMMA LAKHDAR D'EL-OUED.

Aharoni, A., Giri, A. P., Deuerlein, S., Griepink, F., de Kogel, W.-J., Verstappen, F. W. A., Verhoeven, H. A., Jongsma, M. A., Schwab, W., & Bouwmeester, H. J. (2003). Terpenoid Metabolism in Wild-Type and Transgenic Arabidopsis Plants[W]. *The Plant Cell*, *15*(12), 2866-2884. https://doi.org/10.1105/tpc.016253

Al Yasmina 1 : 1/1-21—Compte-rendu de mission Hoggar-Tefedest. (s. d.). Consulté 10 mars 2023, à l'adresse http://www.alyasmina.org/alyasmina-2020/hoggar-tefedest.html

ALLEL, F. Z., BOURAS, Z., & BOUTEGHANE, I. (2020). *Optimisation des conditions d'extraction des composés phénoliques des graines de pin d'Alep* [PDF]. Université 8 Mai 1945-Guelma.

AMRIOUI, N., & NOGHAG, L. (2019). *Contribution à l'étude phytochimique de la partie aérienne de Salvia chudaei*. Université Echahid Hamma Lakhdar EL-OUED.

AOUINA, M., & LAKHDARI, S. (2018). *Biologie des huiles essentielles de la famille des Lamiaceae* [M]. Université M.B. M'sila.

BA, K., & SETTOUR, H. (2017). *Contribution à la caractérisation biologique des fractions de l'extrait éthanolique de Salvia chudaie*. Université Echahid Hamma Lakhdar -EL OUED.

BACK, K., & CHAPPEL, J. (1996). Identifying functional domains within terpene cyclases using a domain-swapping strategy. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 93*(13), 6841-6845. https://doi.org/10.1073/pnas.93.13.6841

BELHAOUES, F., & MAAIZIA, M. (2013). *L'activité antibactérienne des nanoparticule métalique (AgNO3,ZnO,CuO) vis-à-vis de Staphylococcus aureus et Pseudomonas aeruginosa.* [PDF]. UNIVERSITE DE 8 MAI 1945 GUELMA.

BEN ABDALLAH, R., FRIKHA, D., MAALEJ, S., & SASSI, S. (2019). *EVALUATION IN VITRO DE L'ACTIVITE ANTIBACTERIENNE ET ANTIFONGIQUE DE QUATRE ESPECES ALGALES MARINES IN VITRO EVALUATION OF THE ANTIBACTERIAL AND ANTIFUNGAL ACTIVITIES OF MARINE ALGAE*. *31*, 38-44.

Benarba, B. (2016). Medicinal plants used by traditional healers from South-West Algeria : An ethnobotanical study. *Journal of Intercultural Ethnopharmacology*, *5*(4), 320-330. https://doi.org/10.5455/jice.20160814115725

BENATTOUS, H., & ZITOUNI, S. (2018). *Contribution à l'étude phytochimique des alcaloïdes de deux plantes médicinales du Sahara Algérien* [PDF]. UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGL.

Benhelima, A., Vidal, O., Kaid-Omar, Z., Sahki, R., & Lacroix, J.-M. (2020, septembre). *Antibacterial, Antibiofilm and Antioxidant Activities of some Medicinal Plants from Pharmacopoeia of Tassili N'ajjer*. 10.

BENLAHRACHE, R., & BOUKERZAZA, S. B. (2022). *Evaluation de l'activité antibactérienne de deux extraits de la plante Centaurea dimorpha* [Pdf]. université frères mentouri constantine 1.

BENSOUICI, C. (2015). *Etude phytochimique et évaluation des activités biologiques de deux plantes du genre Sedum (Crassulaceae)* [PDF, UNIVERSITE FRERES MENTOURI CONSTANTINE]. http://archives.umc.edu.dz/bitstream/handle/123456789/8044/BEN6790.pdf?sequence=1&isAllowed=y

BERKANI, C. H.-A., & REDJAIMIA, I. (2020). *L 'activité antagoniste des microorganismes endophytes contre les champignons phytopathogènes* [Pdf, Université Larbi Ben M'hidi Oum el - Bouaghi]. http://bib.univ-oeb.dz:8080/jspui/bitstream/123456789/10847/1/%e2%80%99activit%c3%a9%20antagoniste%20des%20microorganismes%20endophytes%20contre%20les%20champignons%20phytopathog%c3%a8nes%20%20.pdf

BERSALI, S., KHALDI, L., & BOUDEHRI, D. Z. (2022). *Évaluation des activités biologiques de quatre plantes médicales et formulation d'une pommade* [Pdf]. UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA.

BOTINEAU, M. (2010). Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs. In *Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs* (TEC et DOC). Lavoisier. https://complements.lavoisier.net/9782743011123_botanique-systematique-et-appliquee-des-plantes-a-fleurs_Sommaire.pdf

Boufeker, D. A., & Kouiten, D. (2022). *Etude phytochimique et biologique d'une plante médicinale Salvia officinalis L*. université frères mentouri constantine 1.

BOUKHATEM, M. N., FERHAT, A., & KAMELI, A. (2019a). *MÉTHODES D'EXTRACTION ET DE DISTILLATION DES HUILES ESSENTIELLES : REVUE DE LITTÉRATURE*. *9*(2), 1653-1659.

BOUKHATEM, M. N., FERHAT, A., & KAMELI, A. (2019b). *MÉTHODES D'EXTRACTION ET DE DISTILLATION DES HUILES ESSENTIELLES : REVUE DE LITTÉRATURE*. *9*(2), 1653-1659.

BOUKHELKHAL, N., & BELMILIANI, H. (2019). *Etude de l'activité antifongique de sauge (Salvia Officinalis L.) sur quelques champignons phytopathogènes (in vitro)*. UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA.

BOUKHEROUBA, I., Bouzaroura, B. E., Chahrazed, L., & Eraouf, N. A. (2022). *Diversité des Plantes Médicinales Aux Niveaux des Marchés Dans le Nord-est de l'Algérie : Intérêt Economique et Thérapeutique*.

BOUZAR, R., & NEHARI, W. (2019). *Salvia Chudaei Batt.□Trab. Du Hoggar : Étude phytochimique préliminaire.* [Pdf]. UNIVERSITÉ ABOU BEKR BELK AÎD FACULTÉ DE MÉDECINE DR. B. BENZERDJEB - TLEMCEN.

BOUZID, W., Yahia, M., .ABDEDDAIM, M., ABERKANE, M. C., & AYACHI, A. (2010). EVALUATION DE L'ACTIVITE ANTIOXYDANTE ET ANTIMICROBIENNE DES EXTRAITS DE L'AUBEPINE MONOGYNE. *2, 12*(1), 59-69.

BOUZID, W., YAHIA, M., ABDEDDAIM, M., ABERKANE, M. C., & AYACHI, A. (2011). *EVALUATION DE L'ACTIVITE A NTIOXYDANTE ET ANTIMICROBIENNE DES E XTRAITS DE L'A UBEPINE M ONOGYNE*. *12*(1), 59-69.

COUDERC, Véronique. L. (2001). *Toxicite des huiles essentielles* [UNIVERSITE Paul-Sabaties de Toulouse]. https://core.ac.uk/download/pdf/12039243.pdf

COWAN, M. M. (1999). Plant Products as Antimicrobial Agents. *CLIN. MICROBIOL. REV.*, *12*.

DAHMANI, F., & SMAILI, M. H. (2020). *ETUDE DE QUELQUES ACTIVITES BIOLOGIQUES DE SALVIA CHUDAEI DE TAMANRASSET*. UNIVERSITE BLIDA 1.

DAHMANI, S., & DAHMANI, F. (2017). *Evaluation de l'activité biologique des différents extraits, et des huiles essentielles de la plante : Salvia officinalis L.* http://dspace.univ-msila.dz:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7634/CD%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y

DAHMANI, S., & Dahmani, F. (2018). *Evaluation de l'activité biologique des différents extraits, et des huiles essentielles de la plante : Salvia officinalis L.* [Mémoire]. MOHAMED BOUDIAF.

DEBOURGOGNE, A. (2013). *Typage moléculaire du complexe d'espèces Fusarium solani et détermination de son mécanisme de résistance au voriconazole* [PDF, l'UNIVERSITE DE LORRAINE]. file:///C:/Users/ALQUDS/Desktop/DEBOURGOGNE.pdf

DIF, S. (2011). *CARACTERISATION BIOCHIMIQUE DE Salvia officinalis L. ET Salvia chudaei Batt &Trab ETUDE DE LEURS ACTIVITES BIOLOGIQUES* [PDF]. UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA.

FAVIER, A. (2003). *Le stress oxydant Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique*. 108-109-11-115.

FETTAH, A. (12juin2019). *Étude phytochimique et évaluation de l'activité biologique (antioxydante—Antibactérienne) des extraits de la plante Teucrium polium L. sous espèce Thymoïdes de la région Beni Souik, Biskra* [Pdf]. UNIVERSITE MOHAMED KHIDER BISKRA.

GARABETH, F., Bouaoun, D., & Elyafi-Elzahri, G. (2007). Étude quantitative des coumarines d'une plante sauvage Prangos asperula Boissier. *Phytothérapie*, *5*(5), 259-263. https://doi.org/10.1007/s10298-007-0267-x

GHEDIRA, K. (2005). Les flavonoïdes : Structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois en thérapeutique. *Phytotherapie*, *3*(4), 162-169. https://doi.org/10.1007/s10298-005-0096-8

HAFAYED, A. (2021). *Activité antifongique des huiles essentielles de quelques espèces de la famille des Lamiaceae*. [PDF]. Université Mohamed Khider de Biskra.

HAMDI, N. E. H., & HAMLAOUI, F. Z. (2021). *L'INFLUENCE DES MILIEUX DE CULTURE SUR LA CROISSANCE MYCELIENNE ET LA PRODUCTION DES SPORES CHEZ TROIS MYCETES UTILISES INDUSTRIELLEMENT* [PDF]. Université L'Arbi Ben M'Hidi, Oum-El Bouaghi.

HAMMOUDI, R. (2015). *Activités biologiques de quelques métabolites secondaires extraits de quelques plantes médicinales du Sahara méridional algérien* [Pdf]. UNIVERSITE KASDI MERBAH - OUARGLA.

HAMMOUDI, R., DEHAK, karima, TLILI, M. L., KHENFER, S., MEDJOUEL, M., & HADJ MAHAMMED, M. (2017). *Biological activities of phenolic extracts of a medicinal plant, endemic to the Algerian Sahara : Salvia chudaei Batt. & Trab*. *11*(3), 108-115.

HAMMOUDI, R., KHENFER, S., MEDJOUEL, M., TLILI, M. L., & HADJ MAHAMMED, M. (2017). *OPTIMIZATION OF EXTRACTION CONDITIONS FOR PHENOLIC COMPOUNDS FROM SALVIA CHUDAEI*. *18*(2), 234-243.

HAMRI, A., & BRINIS, A. (2018). *Effets antimicrobiens des extraits de Thymus vulgaris chez Candida albicans responsable des infections uro-génitales* [PDF]. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem.

HEMIANI, B., & BEN DJERMOUME, F. (2020). *Caractérisation chimique des huiles essentielles de quelques plantes de la famille des Lamiacées : Une revue bibliographique.* [Pdf]. Université Ziane Achour Djelfa.

https://www.plantes-botanique.org/. (2020, mai 27). *Plantes et botanique : Famille des Lamiaceae*. Plantes et botanique; Plantes et botanique. https://www.plantes-botanique.org/

KABERA, J. N., SEMANA, E., MUSSA, & He, X. (2014). *Plant Secondary Metabolites : Biosynthesis, Classification, Function and Pharmacological Properties—Free Download PDF*. *2*, 377-392.

KABOUCHE, A. (2005). *Etude phytochimique de plantes médecinales appartenant à la famille des Lamiaceae* [Pdf]. UNIVERSITE MENTOURI-CONSTANTINE.

KERBOUCHE-HAMMOUM, L. (2015). *Etude de la composition chimique et de l'activité biologique des huiles essentielles et d'extraits non volatils de sarriette (Satureja calamintha Scheele), d'origan (Origanum floribundum Munby), de germandrée (Teucrium polium Briq.) et de khella (Ammi visnaga Lamk).* [PDF]. Ecole Nationale Supérieure Agronomique - El-Harrach - Alger.

Kerkoub, N. (2021). *Etude physico-chimique et ethnopharmacologique du genre Salvia.* Université Chadli Bendjedid- El Tarf.

KHALED, N., & KHETTAB, D. (2019). *Etude de l'activité de Tyrosine Ammoniac Lyase (TAL) extrait à partir de quelques plantes aromatiques du Sahara Algérien* [PDF, UNIVERSITE KASDI MERBAH - OUARGLA]. https://dspace.univ-ouargla.dz/jspui/bitstream/123456789/22828/1/KHALED-KHETTAB.pdf

KHALILI, A., & MIMOUNE, A. (2005). *Extraction et effet antibactérien d'extraits polyphénoliques bruts de Limonium pruinosum* [WORD, l'Université Mohamed

BOUDIAf de M'Sila]. http://dspace.univ-msila.dz:8080//xmlui/handle/123456789/10962

KHELIFI, Z., & MEDJANI, F. (2018). *Evaluation des activités biologiques des extraits d'une plante Algérienne appartenant au genre Thymus.* [Pdf]. Université des Frères Mentouri Constantine.

KHENFER, S., & MEDJOUEL, M. (2016). *Optimisation des conditions d'extraction des composés phénoliques d'une plante médicinale de la région sud du Sahara Algérien* [PDF]. UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA.

KRIEF, S. (2003). *MÉTABOLITES SECONDAIRES DES PLANTES ET COMPORTEMENT ANIMAL : SURVEILLANCE SANITAIRE ET OBSERVATIONS DE L'ALIMENTATION DE CHIMPANZÉS (Pan troglodytes schweinfurthii) EN OUGANDA ACTIVITÉS BIOLOGIQUES ET ÉTUDE CHIMIQUE DE PLANTES CONSOMMÉES* [PDF]. https://theses.hal.science/tel-00006170

Krimat, S., Dob, T., Mohamed, T., Lamari, L., & Dahmane, D. (2015). Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of essential oil of Salvia chudaei Batt. Et Trab. Endemic plant from Algeria. *Journal of Essential Oil Research*, *27*, 1-7. https://doi.org/10.1080/10412905.2015.1025921

KRIMAT, S., Dob, T., Toumi, M., Kesouri, A., & Noasri, A. (2015). *Assessment of phytochemicals, antioxidant, antimicrobial and cytotoxic properties of Salvia chudaei Batt. Et Trab. Endemic medicinal plant from Algeria*. 70.

KRIMAT, S., DOB, T., TOUMI, M., LAMARI, L., & DAHMANE, D. (2015). *Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of essential oil of Salvia chudaei Batt. Et Trab. Endemic plant from Algeria*. 1.2.3.4.5.6. https://doi.org/10.1080/10412905.2015.1025921

LAOUICI, N. (2020). *Activité antimicrobienne et composition chimique de l'huile essentielle et de l'extrait brut de l'espèce Rosamrinus offcinalis L* [PDF]. Université Mohammed-Seddik Benyahia-Jijel.

LAZAR, A., & MIHOUBI, K. E. (2020). *EVALUATION IN VITRO DE L'EFFET NEMATICIDE DES BIOPRODUITS SUR LES NEMATODES A GALLES DU GENRE MELOIDOGYNE (Nematoda-Meloidogynidae, Goeldi 1892)* [PDF, UNIVERSITE DR. YAHIA FARES]. http://dspace.univ-medea.dz/bitstream/123456789/4963/1/Evaluation%20in%20vitro%20de%20l%27effet%20n%C3%A9maticide%20des%20bioproduits%20sur%20les%20n%C3%A9matodes%20%C3%A0%20galles%20du%20genre%20Meloidogyne.%20%28Nematoda-Melo~1.pdf

MACHEIX, J.-J., FLEURIET, A., & Jay-Allemand, C. (2005). *Les composés phénoliques des végétaux : Un exemple de métabolites secondaires d'importance économique*. PPUR presses polytechniques.

MALLE, D. (2008). *TYPAGE DES SOUCHES DE SALMONELLA ISOLEES AU LABORATOIRE DE BACTERIOLOGIE DU CVD DU CHU GABRIEL TOURE DE JANVIER 2005 A MAI 2006.* [PDF]. UNIVERSITE DE BAMAKO.

MEDJEBER, N. (2015). *Isolement, Identification et production des Polyhydroxyalcanoates (PHAs) chez le genre Bacillus* [Pdf]. UNIVERSITE DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES.

MEROUANE, A. (2013a). *Caractérisation, activité antimicrobienne et antioxydante des huiles essentielles de trois espèces de sauges (Salvia algeriensis, Salvia argentea et Salvia barrelieri)* [Pdf]. Université Hassiba Ben Bouali à Chlef.

MEROUANE, A. (2013b). *Caractérisation, activité antimicrobienne et antioxydante des huiles essentielles de trois espèces de sauges (Salvia algeriensis, Salvia argentea et Salvia barrelieri).* [Pdf]. Université Hassiba Ben Bouali à Chlef.

MILPIED-HOMSI, B. (2009). *Progrès en dermato-allergologie : Bordeaux 2009*. John Libbey Eurotext.

MOKRANI, S. (2020). *Les Lamiacées Ordre des Lamiales*.

MOT, M.-D., GAVRILAS, S., LUPITU, Andreea I., MIOSA, C., CHAMBRE, D., Tit, D. M., Alexandra Bogdan, M., Bodescu, A.-M., Copolovici, L., Copolovici, D. M., & Bungau, S. G. (2022). *Antioxidants | Free Full-Text | Salvia officinalis L. Essential Oil : Characterization, Antioxidant Properties, and the Effects of Aromatherapy in Adult Patients*. https://doi.org/10.3390/antiox11050808

MOULOUED, A., MOUSSA, A. N. E., & NACER, A. (2021). *Étude in vivo de l'effet des extraits du jujubier spontané (Ziziphus lotus) sur le développement du champignon mycotoxinogène Fusarium spp.* [PDF]. UNIVERSIT Ibn Khaldoun-Tiaret-.

NAIR, S., & MAALI, L. (2021). *Biosynthèse et activités biologiques des nanoparticules d'oxyde de Fer incorporées dans un polymère PANI/PVA* [Pdf]. Ecole Nationale Supérieure de Biotechnologie Taoufik KHAZNADAR.

NOGHAG, L., & AMRIOUI, N. (2019). *Contribution à l'étude phytochimique de la partie aérienne de Salvia chudaei* [Pdf]. Université Echahid Hamma Lakhdar EL-OUED.

PHILIPPE BEGUEL, J. (2012). *Etude de la capacité antioxydante en lien avec la reproduction chez l'huître creuse Crassostrea gigas* [PDF, UNIVERSITE DE BRETAGNE OCCIDENTALE Ecole Doctorale des Sciences de la Mer]. https://theses.hal.science/tel-00838503/document

PIGGOT, P. J. (2009). *Bacillus Subtilis—An overview | ScienceDirect Topics*. https://doi.org/10.1016/B978-012373944-5.00036-5

RAHAL, J. J. (2006). *Sci-Hub | Novel Antibiotic Combinations against Infections with Almost Completely Resistant Pseudomonas aeruginosa and Acinetobacter Species. Clinical Infectious Diseases, 43(Supplement_2), S95–S99 | 10.1086/504486*. *43*(2), 95-99. https://doi.org/10.1086/504486

SAHRAOUI, S., & HENKA, A. (2018). *Contribution à la caractérisation biologique des alcaloïdes de Salvia chudaei Batt. & Trab.* [Pdf]. Université Echahid Hamma Lakhdar EL-OUED.

SIES, H. (2020). Oxidative Stress : Concept and Some Practical Aspects. *Antioxidants*, *9*(9), 852. https://doi.org/10.3390/antiox9090852

SOULAMA, S., NACOULMA, G. O., NAGTIERO MEDA, R., BOUSSIM, joseph I., & MILLOGO-RASOLODIMBY, J. (2013). *Teneurs en coumarines de 15 ligneux fourragers du Burkina Faso*. *7*(6), 2283-2291.

TLILI, M. L. (2021). *Contribution à la caractérisation structurale et biologique de quelques principes actifs extraits de deux plantes médicinales du Sahara Algérien Salvia chudaei (Lamiaceae) et Pergularia tomentosa (Asclepiadeceae)* [PDF]. UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLAFaculté des Sciences de la Nature et de la Vie.

WILL, M., Schmalz, N., & Classen-Bockhoff, R. (2015). Towards a new classification of Salvia s.l. : (Re)establishing the genus Pleudia Raf. *TURKISH JOURNAL OF BOTANY*, *39*, 693-707. https://doi.org/10.3906/bot-1405-34

XIAO, F., XU, T., LU, B., & LIU, R. (2020). *Guidelines for antioxidant assays for food components*. *10*(1), 60-69. https://doi.org/10.1002/fft2.10

Annexe

Annexe 01 :**Matériel non biologiques**

1.Appareillage :

Plaque chauffante avec agitation	Bec Benzène	vortex
Autoclave	Appareil de rota vapeur	Alambique
Etuve.	Spectrophotométrie UV	Balance électronique
Balance analytique	Scan 1200	Support
Entonnoir	Boites de pétrie	Ecouvillon stérile
Pipette de Pasteur	Micropipette	les disques vierges
Becher	Pince stérilisée	Papier d'aluminium
Papier filtre	Cuves	Tube à essai

Un certain nombre d'accessoires et petit matériel spécifique est utilisé dans le cadre de cette étude **:** Spatule, Coton, Papier à filtre, gants et masques pour manipulation des produits dangereux .

2.Réactifs chimiques et solvants

Dans cette étude nous avons utilisé :Ethanol 96℅; Acide ascorbique ; Dichlorométhane; Méthanol 99 ℅l; Acide gallique et les réactifs chimiques : diméthyle sulfoxyde (DMSO); L'eau distillée (stéril et pure); Réactif de Dragendorff, 2,2'-diphényle -1-picrylhydrazyl (DPPH) ; Acide ascorbique ;Folin ciocalteu ; ALCL3,(trichlorure d'aluminium) ; quercétine : ;carbonate de sodium (Na_2CO_3)

Annexe 2

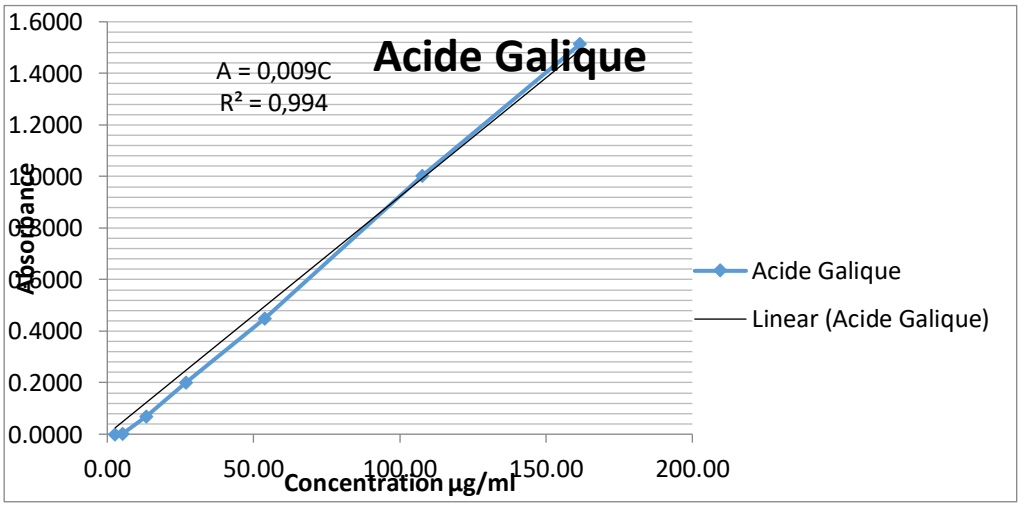


Figure 48 : Courbe d'étalonnage d'acide gallique.

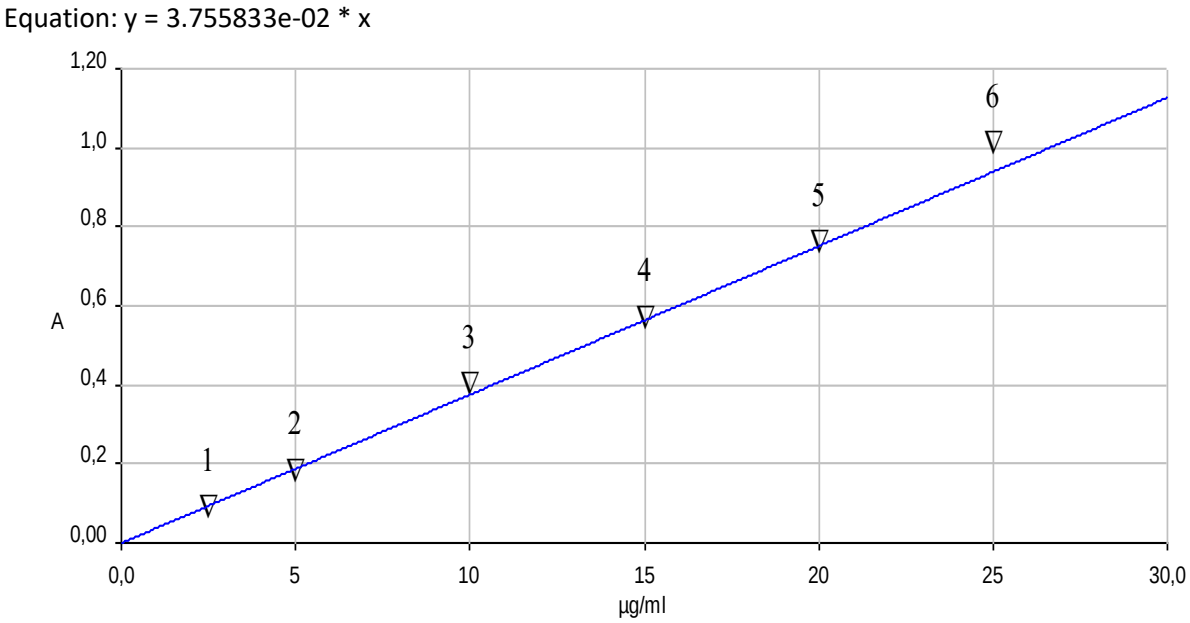


Figure 49 : Courbe d'étalonnage de la quercetine

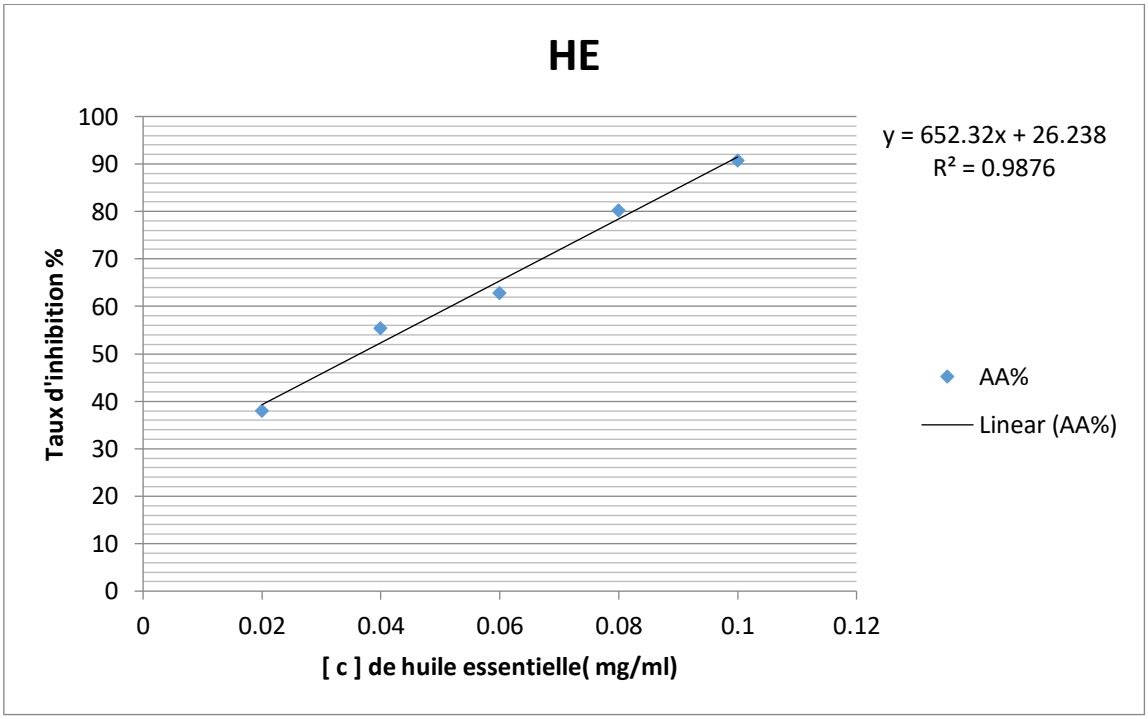


Figure 50: Courbe d'étalonnage de l'huile essentielle

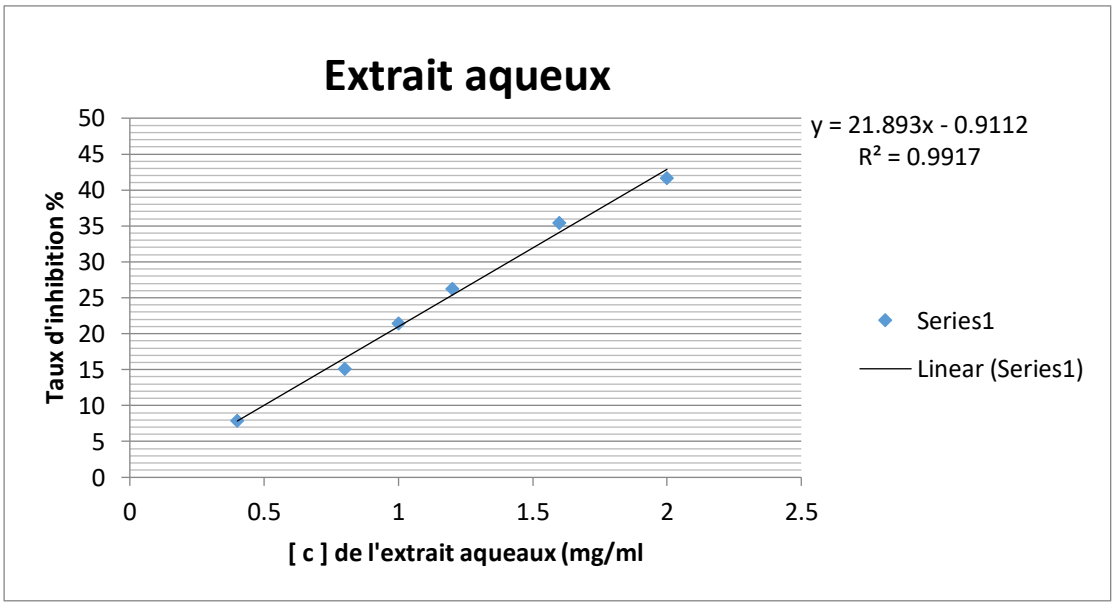


Figure 51 :courbe d'étalonage de l'extrait aqueux

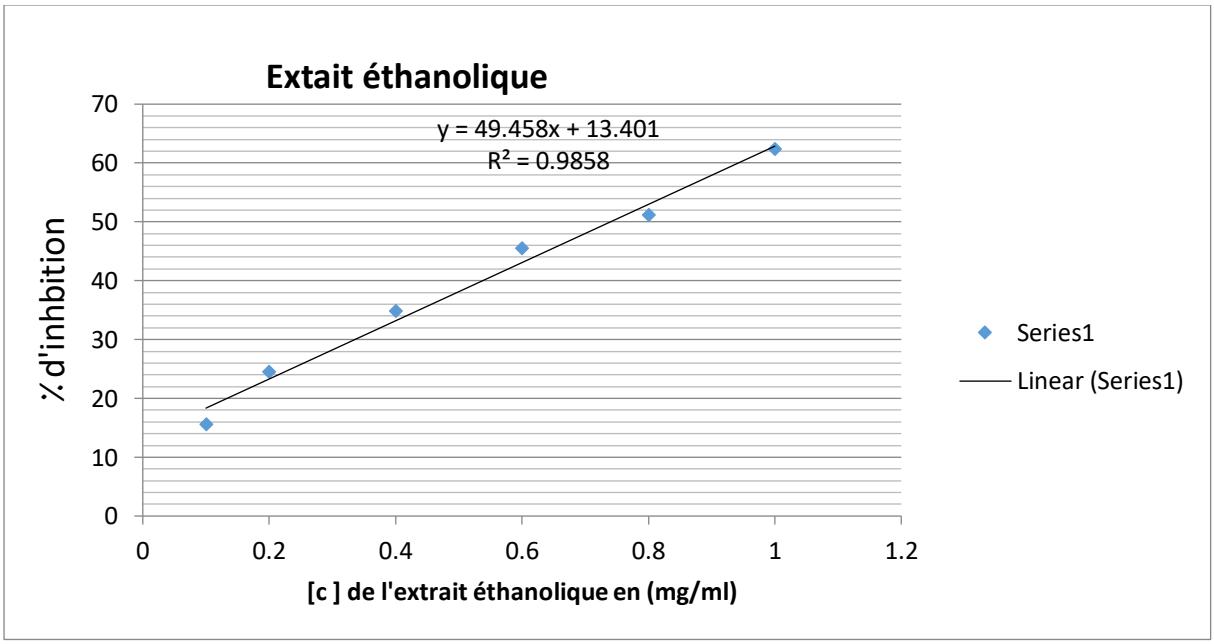


Figure 51 :courbe d'étalonage de l'extrait éthanolique