



République algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche
Scientifique



Université Larbi Tébessi-Tébessa-
Faculté des sciences exactes et des sciences de
la nature et de la vie
Département : Sciences de la matière



Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master
Filière : Chimie

Option : Chimie organique

Intitulé

*Etude comparative de quelques
activités biologiques de
L'extrait aqueux de la plante
schinus molle et celles de l'huile
essentielle du même plante*

Présenté par :

Bouaka Kaouther

Hamzaoui Nour

Devant les membres du jury :

Benregga F. Z	MCB	Présidente
Selami S. E	MAB	Examineur
Messai L	MCB	Encadreur

Présenté et soutenu publiquement le 23 / 04 / 2021

Promotion : 2020/2021

Déclaration sur l'honneur de non-plagiat
(à joindre obligatoirement au mémoire, remplie et signée)



Je soussigné(e),

Nom, Prénom : *Bouaha Kaouthar / Hamzaoui Nouar*

Régulièrement inscrit(e) en Master au département : *Science de la Matière*

N° de carte d'étudiant : *111134016831 / 16.16.34.01.9706*

Année universitaire : *2020 / 2021*

Domaine : *Science de la Matière*

Filière : *Chimie*

Spécialité : *Chimie organique*

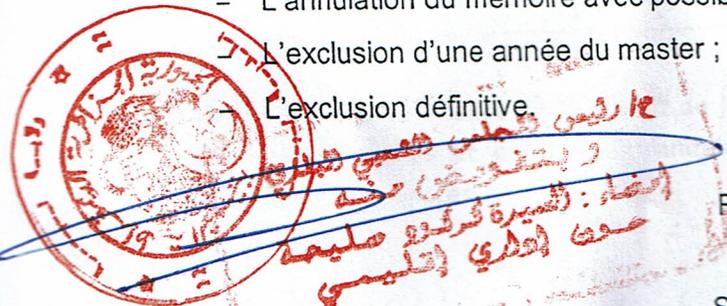
Intitulé du mémoire : *Etude comparative de quelques activités biologiques de l'extrait aqueux de la plante Schinus Molle et celle de l'huile essentielle de la même plante*

Atteste que mon mémoire est un travail original et que toutes les sources utilisées ont été indiquées dans leur totalité. Je certifie également que je n'ai ni recopié ni utilisé des idées ou des formulations tirées d'un ouvrage, article ou mémoire, en version imprimée ou électronique, sans mentionner précisément leur origine et que les citations intégrales sont signalées entre guillemets.

Sanctions en cas de plagiat prouvé :

L'étudiant sera convoqué devant le conseil de discipline, les sanctions prévues selon la gravité du plagiat sont :

- L'annulation du mémoire avec possibilité de le refaire sur un sujet différent ;
- L'exclusion d'une année du master ;
- L'exclusion définitive



Fait à Tébessa, le : *11/07/2021*

13 جويلية 2021

Signature de l'étudiant(e) :

Bouaha Kaouthar

Hamzaoui Nouar

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciement

Avant tout, Nous remercions, Dieu le tout puissant, le Miséricordieux, le Maître des destins de m'avoir guidé et surtout assisté tout au long de mes études jusqu'à l'aboutissement de ce document. Nos remerciements s'adressent en particulier à :

- *Mr MESSAI laïd* notre promoteur pour son encadrement, pour ses conseils scientifiques judicieux et son suivi durant la période de la réalisation de ce travail.
- *Nous exprimons nos respectueux remerciements aux membres de jury Mr SELAMI* pour avoir accepté d'évaluer ce travail.
- *Nous remercions Mme LAKHAL* pour nous avoir fait l'honneur de présider le jury. On lui exprimant notre profond respect.
- *Nous remercions Mr MECHAY* professeur en biologie pour l'aide précieuse. Qu'il a apporté pour la réalisation de ce travail.
- *Aussi Nous remercions vivement NASRALLAH Hanane* et les doctorants : **BEDDIAR Hatem, Ichrak BOUGUessa, SAIGAA Nariman, HAOUAOUCHI Fatima Zahra.** Pour leurs précieuse aide et assistance.
- *Nous exprimons notre grande considération, et notre profond respect à tous les enseignants du département de chimie-TEBESSA. 2020/2021*





Dédicace

Je dédie cet humble travail à mes chers parents qui m'ont soutenu tout au long de mes études.

▲ *À mes chères sœurs MERIEM, ICHRAK et SARAH.*

▲ *À mes chers frères Ahmed et Mohammed.*

▲ *Pour toute ma famille.*

▲ *À tous mes chers et proches amis.*

▲ *À mon binôme Nour Hamzaoui.*

KAOUTHÉR



Dédicace

*Avec les sentiments de la plus profonde humilité Je dédie ce
modeste travail :*

*À mes chers **parents** qui m'ont soutenu à chaque instant de
ma vie et de mon travail universitaire d'étude, et grâce à eux
j'ai atteint ce rang*

*A mes chers frères **zine eddine** et **Amin***

*A mes chères sœurs **Assia**, **Manar** et **Ikram***

*A ma tante **KHAMOUSSA***

*A **Hana**, qui est comme ma sœur*

*A tous mes **porches amis***

*A mon binome **Bouaka Kaouther***

A tous ceux qui m'ont soutenu et encouragé dans mes études

Dédier mon travail

NOUR

Schinus molle هو نبات من عائلة Anacardiaceas، والذي يحتوي عند النضج على زيوت أساسية تستخدم على نطاق واسع في الطب التقليدي. لتأكيد ذلك، أجرينا هذه الدراسة التجريبية من أجل تحسين مردود استخلاصها بالتقطير المائي، ومعرفة فعاليتها ضد بعض سلالات البكتيريا، وكذا تقييم قوتها المضادة للأكسدة. ولاختبار ذلك، تم تحليل مستخلصين وزيتين أساسيين وهما المستخلص المائي وخلاصة أسينات الإيثيل والزيوت الأساسية للأوراق والفواكه. الذي سمح لنا بمقارنة الأنشطة البيولوجية للعينات المختلفة المدروسة. من نتائج عملنا، تبين أن الثمار والأوراق غنية بالزيوت العطرية، وتبعاً لمعايير الجودة، فإن الزيوت من أوراق وثمار نباتنا تعد زيوت قيمة. من ناحية أخرى، لاحظنا من خلال نتائجنا أن مستخلصاتنا أظهرت استجابات مثبتة لكبح الجذور الحرة وتقليل الحديد .

الكلمات المفتاحية: *Schinus molle*، زيوت عطرية، نشاط مضاد للجراثيم، نشاط مضاد للأكسدة، ثمار، أوراق، مستخلصات.

Abstract:

Schinus molle is a plant of the Anacardiaceas family, which at maturity contains essential oils widely used in traditional medicine. To confirm this, we conducted this experimental study in order to optimize their hydrodistillation extraction yields, and to know their effectiveness against some strains of bacteria as an antibacterial, and evaluate its antioxidant power. To do this, two extracts and two essential oils were analyzed, namely the aqueous extract and the ethyl acetate extract, the essential oils of leaves and fruits. This allowed us to compare the biological activities of the different samples studied. From the results of our work, the fruits and leaves were found to be rich in essential oil, it is concluded that according to quality standards the oils from the leaves and fruits of our plant are valuable oils. On the other hand, our results showed that our extracts revealed inhibitory responses to scavenge radicals and reduce iron.

Key words: Schinus molle, essential oils, antibacterial activity, antioxidant activity, fruits, leaves, extracts.

Résumé :

Le *Schinus molle* est une plante de la famille des Anacardiaceas, qui contient à maturité des huiles essentielles très utilisées en médecine traditionnelle. Pour confirmer cela, nous avons mené cette étude expérimentale afin d'optimiser leurs rendements d'extraction par hydrodistillation, et de savoir leur efficacité contre quelques souches de bactéries comme antibactérien, et évaluer son pouvoir antioxydant. Pour ce faire deux extraits et deux huiles essentiels ont été analysés à savoir l'extrait aqueux et l'extrait acétate d'éthyle, les huiles essentielles de feuilles et de fruits. Ce qui nous a permis de comparer les activités biologiques des différents échantillons étudiés. D'après les résultats de notre travail, les fruits et les feuilles se sont avérés riches en huile essentielle, on conclut que selon les normes de qualité les huiles des feuilles et des fruits de notre plante sont des huiles de valeurs. D'autre part nos résultats ont montré que nos extraits ont révélés des réponses inhibitrices pour piéger les radicaux libres et à réduire le fer.

Mots clés : *Schinus molle*, huiles essentielles, activité antibactérienne, activité antioxydant, fruits, feuilles, extraits.

Liste des abréviations

°C	Degré CELSIUS.
µm	Micromètre.
Abs	Absorbance.
ADN	Acide désoxyribonucléique.
AFNOR	Association française de normalisation.
AO	Antioxydante.
<i>Asco</i>	Acide ascorbique.
DCM	Dichlorométhane.
DPPH[•]	2,2-diphényl-1-picrylhydrazine.
Ex acet	Extrait acétate d'éthyle.
Ex aq	Extrait aqueux.
Fe	Feuilles.
Fr	Fruits.
FRAP	Pouvoir antioxydant réducteur du fer.
HE	Huile essentielle.
HE Fe	Huile essentielle de feuilles.
HE Fr	Huile essentielle de fruits.
I %	Pouvoir d'inhibition en pourcent.
IC50	Concentration d'inhibition de 50% des radicaux libres.
IR	Indice de réfraction.
mg	Milligramme.

mL	Millilitre.
nm	Nanomètre.
OACET	Acétate d'éthyle.
pH	Potentiel d'hydrogène.
Rd%	Rendement %.
SM	<i>Schinus Molle.</i>
T°	Température.
TCA	Acide trichloroacétique.
µg	Microgramme.
UV	Le rayonnement ultraviolet.
ISO	Organisation internationale de normalisation.
Fig	Figure
Tab	Tableau

Liste des figures

N°	Titre	Page
01	L'arbre de faux poivrier (SM) l'Université centrale-TEBESSA-	12
02	Les fruits de l'arbre du faux poivrier (SM)	12
03	Modèle d'équilibre entre les pro-oxydants et les antioxydants.	18
04	Photo de SM (Tébessa, février2021)	28
05	Préparation des extraits bruts secs	33
06	Hydrodistillateur de type Clevenger	35
07	Refractomètre d'Abbe avec contrôleur de température	38
08	pH-mètre	38
09	Structure chimique du radical libre DPPH• (2,2DiPhenyle-1-PicrHydrazyle)	40
10	Réductions du Fe ³⁺	43
11	L'incubation et centrifugation.	44
12	Préparation du milieu de culture	45
13	Ensemencement bactérien.	45
14	Méthode de diffusion sur disque	46
15	Méthode de diffusion sur puits	46
16	Diagramme représentatif des rendements des extrais de <i>Schinus Molle</i>	53
17	Histogramme représentatif des rendements des HEs de la partie aérienne de la plante <i>Schinus Molle</i>	54
18	Virage de la couleur violette du radical libre DPPH• au jaune après l'ajout des HEs et extraits de SM	57
19	Histogramme présentatif des IC50 des échantillons testés	58

20	Représentation graphique de la variation du pouvoir d'inhibition du radical libre DPPH● en fonction des différentes concentrations des extraits et HE de <i>Schinus Molle</i> avec l'acide ascorbique comme standard.	59
21	Changement de la couleur jaune du ferricyanure de potassium vers la couleur bleu en présence de l'acide ascorbique et les extraits de <i>Schinus Molle</i>	60
22	Suivi cinétique de l'effet de l'extrait aqueux des feuilles de <i>Schinus Molle</i> sur la réduction du fer ferrique	61
23	Suivi cinétique de l'effet de l'extrait acétate d'éthyle des feuilles de <i>Schinus Molle</i> sur la réduction du fer ferrique	61
24	Courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique	62
25	Pouvoir réducteur des extraits et de l'acide ascorbique	62
26	Effet inhibiteur des extraits et des huiles sur les bactéries à gram positif par les deux méthodes de diffusion (disques et puits)	64
27	Effet inhibiteur des extraits et des huiles sur les bactéries à gram négatif par les deux méthodes de diffusion (disques et puits)	64

Liste des schémas

N°	Titre	Page
01:	Extraction des polyphénols	34
02:	Protocole d'Extraction et caractérisation des HEs <i>SM</i>	39
03 :	Réaction radicalaire de DPPH.	41
04 :	Dosage de DPPH	42

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
01	Classification taxonomique du faux poivrier (SM)	13
02	Composition en pourcentage des huiles essentielles de SM	15
03	Souches bactériennes utilisées dans l'activité antibactérienne	29
04	Condition opératoires de l'extraction par l'hydrodistillation	36
05	Sensibilité et degré d'activité selon le diamètre d'inhibition	47
06	Résultats expérimentaux des tests phytochimiques de l'extrait aqueux effectués sur les feuilles de SM	51
07	Résultats expérimentaux des tests phytochimiques de l'extrait éthanolique effectués sur les feuilles de SM	52
08	Rendement des Extraits phénolique de feuilles de SM	53
09	Rendement des HEs de feuilles et baies de <i>SM</i>	54
10	Caractères organoleptiques des HEs des feuilles et des fruits	55
11	Les valeurs expérimentales des Propriétés physicochimique des HEs des feuilles et fruits de la plante étudier	56
12	Diamètres des zones d'inhibitions des HEs et extraits de SM	63
13	Degrés de Sensibilité des extraits et HEs	64

Table des matières

Remerciements
Dédicace
ملخص
Abstract
Résumé
Liste des abréviations
Liste des tableaux
Liste des schémas
Liste des figures
Table des matières

INTRODUCTION GÉNÉRALE	01
Références bibliographiques	03
Première partie : Synthèse bibliographique	
Introduction	04
Chapitre I : Les plantes médicinales	05
1. Bref historique	06
2. Définition	07
3. Phytothérapie	07
3.1. Types de phytothérapies	07
Chapitre II : Les huiles essentielles	
1. Les huiles essentielles	09
2. La qualité organoleptique des HEs	10
3. Localisation des HEs	10
4. Conservation des HEs	10
5. Toxicité des HEs	10

Chapitre III : Représentation de la plante étudiée « Schinus Molle »	
1. Généralité sur la plante <i>Schinus Molle</i>	12
1.1. Origine et distribution dans le monde	12
1.2. Classification et description botanique	13
1.3. Description botanique	13
1.4. Description thérapeutique	13
1.5. Toxicité de SM	14
2. Propriétés médicinales d'HE de SM	14
2.1. La composition chimique des HE de SM	14
Chapitre IV : Les activités biologiques	
1. L'activité antioxydant	16
1.1. Les radicaux libres	16
1.2. Formation des radicaux libres	16
1.3. Le Stress oxydant	17
1.4. Définition d'antioxydants	18
1.5. Types d'antioxydants	18
1.6. Mode d'action	19
1.7. Méthodes analytiques utilisées pour évaluer l'activité antioxydant	19
2. Activité antibactérienne	20
2.1. Généralité	20
2.2. Définitions	20
2.3. Modes d'action des antibiotiques	20
2.4. Micro-organismes utilisés dans les tests antimicrobiens	21
Références bibliographiques	23
Deuxième partie : Matériel et méthodes	
A. Matériel	
1. Matériel végétal	28
2. Les souches bactériennes testées	29
B. Méthodes	

Chapitre I: Revelation (Screening) Phytochimique	
Introduction	30
1. Epuisement du matériel végétal avec de l'eau à chaud	30
2. Epuisement du matériel végétal avec de l'éthanol	31
Chapitre II : Protocole d'extraction	
1. Extraction des polyphénols	33
1.1. Préparation des extraits bruts secs	33
1.2. Extraction des fractions DCM acétate d'éthyle et aqueuse	33
1.3. Calcul du rendement	35
2. Extraction et caractérisation des huiles essentielles de Schinus molle	35
2.1. Extraction des huiles essentielles	35
2.2. Caractéristiques organoleptiques d'huiles essentielles de S. molle	36
2.3. Etude de la cinétique d'extraction	36
2.4. Calcul du rendement	36
2.5. Les analyses (Paramètres physico-chimiques)	37
Chapitre III : Evaluation du pouvoir antioxydant et antimicrobien des différents extraits et d'huiles essentielles de plante	
1. Evaluation du pouvoir antioxydant des extraits et d'huiles essentielles de plante	40
1.1.Méthode de piégeage du radical libre DPPH	40
1.2.Méthode de la réduction du fer (FRAP)	43
2. Evaluation du pouvoir antimicrobien des extraits d'huiles essentielles de plante	44
2.1.Méthode de diffusion sur disque	46
2.2.Méthode de diffusion sur puits	46
2.3.Lecture	47
Références bibliographiques	48
Troisième partie : Résultats et discussion	
I. REVELATION PHYTOCHIMIQUE (SCRENEING)	51
II. Protocole d'extraction	53
1. RENDEMENTS DES EXTRACTIONS	53
1.1. Rendement des Extraits phénoliques	53
1.2. Rendement des huiles essentielles	54

2. Caractérisation des huiles essentielles de <i>Schinus molle</i>	55
2.1. Caractéristiques organoleptiques d'huiles essentielles de SM	55
2.2. Les analyses (Paramètres physico-chimiques)	56
III. Evaluation du pouvoir antioxydant et antimicrobien des HEs et des extraits	57
1. Evaluation du pouvoir antioxydant des extraits et des HEs de la plante	57
1.1. Méthode de piégeage du radical libre DPPH	57
1.2. Méthode de la réduction du fer (FRAP)	60
2. Evaluation du pouvoir antimicrobien des extraits et des huiles essentielles de la plante	63
2.1. Diamètres des zones d'inhibition des différents extraits et des HEs de SM	63
2.2. Degré de sensibilité des différents extraits et des HEs de SM	65
Références bibliographiques	66
Conclusion générale	67



Introduction

Générale

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Les plantes nous fournissent tout ce dont on a besoin pour vivre. L'alimentation d'abord, mais bien d'autres choses encore. Depuis que l'homme a domestiqué le feu, il brûle des plantes pour se chauffer et améliore son alimentation en faisant cuire sa nourriture. Aujourd'hui, les plantes nous fournissent aussi des parfums pour les célébrations de toutes natures, des médicaments, des cosmétiques pour entretenir notre apparence, des épices pour agrémenter la vie, etc.

Les plants aromatiques et médicinales constituent une richesse naturelle très importante dont la valorisation demande une parfaite connaissance des propriétés à mettre en valeur [1].

Plusieurs raisons sont la cause pour laquelle les populations font recours aux remèdes naturels. Non seulement, du fait que cette culture traditionnelle est héritée de nos ancêtres, mais parce qu'elle a aussi prouvé son efficacité et sa sécurité au fil du temps [2].

Aujourd'hui, il a été estimé que les principes actifs provenant des végétaux représentent 25% des médicaments prescrits soit un total de 120 composés d'origine naturelle provenant de 90 plantes différentes [3].

L'Algérie est connue par sa richesse en plantes aromatique et médicinales, au regard de sa superficie et de sa diversité bioclimatique [4, 5]. Les plantes renferment donc une large variété de molécules chimiques (terpènes, polyphénols, alcaloïdes ...) de propriétés physico-chimiques très différentes et qui présentent une large variété d'activités biologiques [6].

En Afrique du nord, le *Schinus molle* a été introduit comme espèce ornementale à la fin des années 1900 par les colonisateurs. Son introduction réussie dans un domaine non-natif est attribuée à sa forte sécheresse et sa tolérance à la chaleur [7]. Dans leur région native (Sud d'Amérique), cette espèce très aromatique a fait objet de nombreuses enquêtes pour évaluer son activités biologiques [8].

Ce travail a donc pour l'objectif général de faire une étude comparative des quelques activités biologiques de l'extrait aqueux de la plante schinus molle et celle des huiles essentielles de la même plante, Notre étude est subdivisée en trois sections différentes :

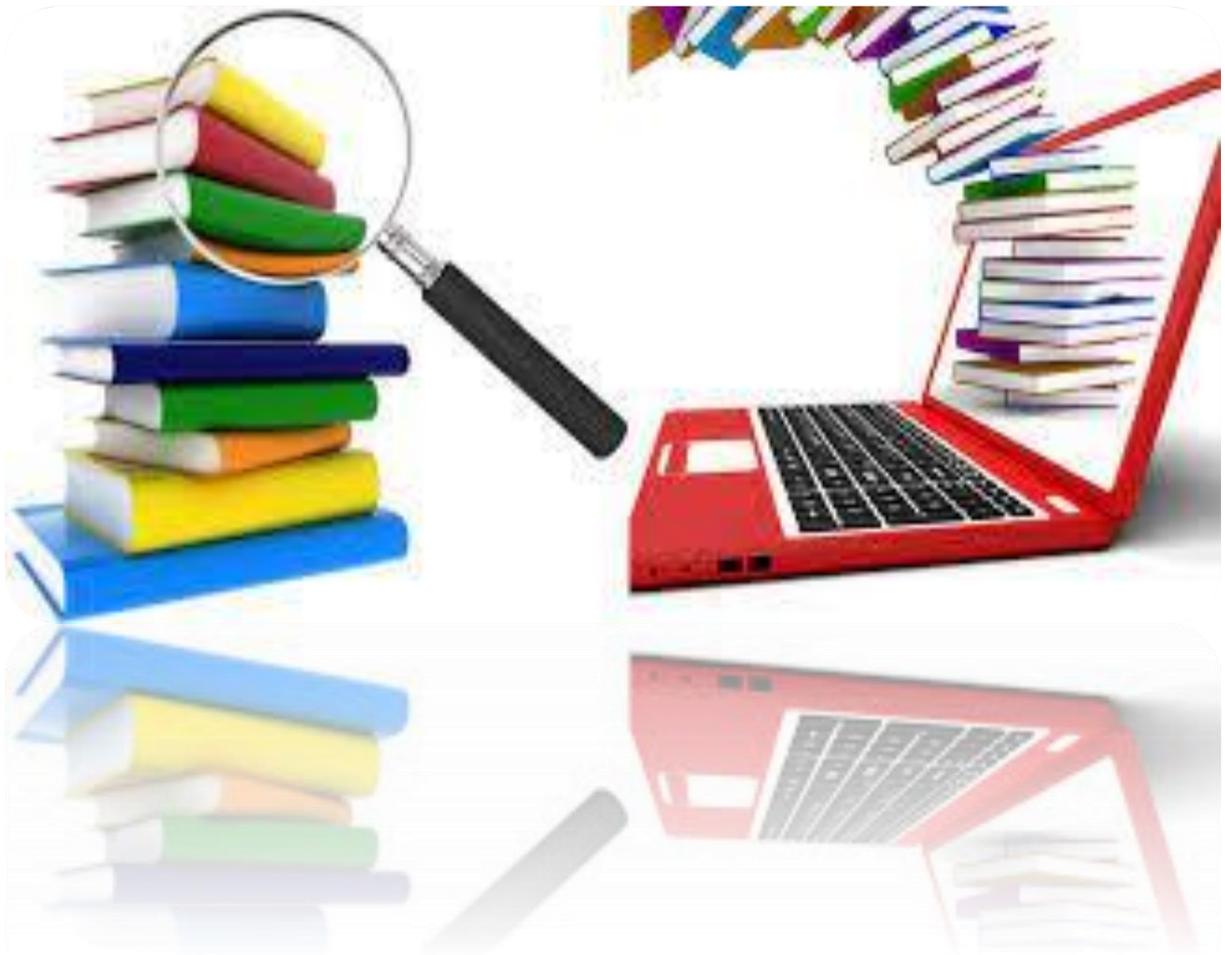
INTRODUCTION GÉNÉRALE

- Une section correspondante à une synthèse bibliographique et la deuxième partie est consacrée au matériel et méthodes et la dernière correspondante aux résultats et discussions.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Benyagoub, E., Et Al., Propriétés Antibactériennes Et Constituants Phytochimiques Des Extraits De La Lavande De La Région De Tlemcen Et Leur Effet Sur Quelques Espèces Bactériennes Responsables D'infection Alimentaire= Antibacterial And Phytochemical Constituents Of Lavender Extracts From The Region Of Tlemcen And Their Effect On Some Bacterial Species Responsible For Food Poisoning. *Revue Des Bioressources*, 2014. 257(3242): P. 1-11.
2. Radjah, A., Valorisation Et Identification Phytochimique Des Principes Actifs De Quelques Plantes Médicinales De La Région De Biskra. 2020, *Sciences De La Nature Et De La Vie*.
3. Diallo, A., Etude Des Plantes Médicinales De Niafunké (Région De Tombouctou). *Phytochimie De Et Pharmacologie De Maerua Crassifolia Forsk (Capparidaceae)*. 2005.
4. Cruciani, F., Et Al., A Back Migration From Asia To Sub-Saharan Africa Is Supported By High-Resolution Analysis Of Human Y-Chromosome Haplotypes. *The American Journal Of Human Genetics*, 2002. 70(5): P. 1197-1214.
5. Oukil, N.E., S. Zaddi, And D. Nait Slimane, Effet De L'association De Deux Huiles Essentielles De *Thymus Algeriensis* (Boiss. Et Reut.) Et D'*origanum Glandulosum* (Desf.) Sur *Escherichia Coli* Et *Staphylococcus Aureus*. 2012.
6. Popper, Z.A., Et Al., Evolution And Diversity Of Plant Cell Walls: From Algae To Flowering Plants. *Annual Review Of Plant Biology*, 2011. 62: P. 567-590.
7. Iponga, D.M., S.J. Milton, And D.M. Richardson, Superiority In Competition For Light: A Crucial Attribute Defining The Impact Of The Invasive Alien Tree *Schinus Molle* (Anacardiaceae) In South African Savanna. *Journal Of Arid Environments*, 2008. 72(5): P. 612-623.
8. Yueqin, Z., Et Al., Isolation Of Two Triterpenoids And A Biflavanone With Anti-Inflammatory Activity From *Schinus Molle* Fruits. *Planta Medica*, 2003. 69(10): P. 893-898.

Synthèse bibliographique





*Chapitre 1 : Les plantes médicinales
et la phytothérapie*



Introduction

Depuis la plus haute antiquité, les hommes se sont soignés avec les plantes qu'ils avaient à leur disposition. Ce qui les a guidés à employer une plante plutôt c'est L'expérience, certainement [1].

La plupart des espèces végétales qui poussent dans le monde entier possèdent des vertus thérapeutiques, car elles contiennent des principes actifs qui agissent directement sur l'organisme. On les utilise aussi bien en médecine classique qu'en phytothérapie : elles présentent en effet des avantages dont les médicaments sont souvent dépourvus[2].

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

Malgré les énormes progrès réalisés par la médecine moderne, la phytothérapie offre de multiples avantages. N'oublions pas que de tout temps, à l'exception de ces cents dernières années, les hommes n'ont eu que les plantes pour se soigner, qu'il s'agisse de maladies bénignes, rhume ou toux, ou plus sérieuses, telles que la tuberculose ou la malaria [3].

L'action de la phytothérapie sur l'organisme dépend de la composition des plantes. Depuis le XVIIIe siècle, au cours duquel des savants ont commencé à extraire et à isoler les substances chimiques qu'elles contiennent, on considère les plantes et leurs effets en fonction de leurs principes actifs.

L'aromathérapie, art de la guérison aux HEs, est devenue une science systématique car elle repose sur la classification de ces huiles en fonction de leur capacité à combattre les bactéries. Il y a vingt ans, les Drs MORRIS GIRAULT et PAUL BLEICH ont développé l'aromatogramme, méthode comparable à un antibiotique, qui permet de découvrir les HEs les plus efficaces sur un germe en particulier. Cette période en plein essor de la phytothérapie en France a été interrompue par un décret pris en 1991 pour annuler les paiements de toutes les préparations judiciaires, c'est-à-dire des médicaments préparés par un pharmacien selon une

prescription fixée par un médecin pour traiter la condition particulière de son patient. Ce fut un grand succès pour la phytothérapie[4].

Une décision similaire a été prise en 1997 en Belgique. Les herboristes ont depuis constaté une baisse significative de la fréquentation de leur clinique. De plus, le nombre de candidats pour étudier la phytothérapie diminue, le montant des investissements alloués à la recherche diminue et les essais cliniques se raréfient. Cependant, l'utilisation de la phytothérapie n'a pas disparu. Sa forme a changé : l'automédication remplace largement les ordonnances[5].

Les plantes médicinales

1. Bref historique

Depuis les temps les plus reculés l'Homme a cherché un moyen d'assouvir sa faim. Il a trouvé chez les végétaux des aliments nourrissants, mais aussi des remèdes à ses maux et il a appris à ses dépens à discerner les plantes toxiques. Ces connaissances, transmises d'abord oralement, l'ont ensuite été dans les écrits et il subsiste des traces de l'emploi des plantes comme médicaments par les Anciens dans les plus vieilles civilisations[6]. C'est essentiellement le monde arabe médiéval qui va, le premier, tenter de codifier la Pharmacognosie d'une manière scientifique entre les VIII^e et XIII^e siècles. C'est en particulier l'œuvre D'AL-BIRUNI (973-1048), qui compte parmi les plus grands des savants arabes ; il a illustré le XI^e siècle. Astronome, mathématicien, physicien, géographe, historien, linguiste, philosophe, poète, il fut aussi cet immense pharmacologiste dont la renommée lui valut le titre de "père de la Pharmacopée arabe dans le monde médiéval". Sa Pharmacopée témoigne d'une méthode de classification des végétaux, qui sera retrouvée par Linné sept siècles plus tard. Par ailleurs, en plus d'exposer des propriétés médicinales, il a eu le mérite d'indiquer le nom arabe de chaque plante mais également l'équivalent en grec et en latin, ce qui facilite l'identification botanique. Son remarquable travail fut imité, au XIII^e, par un autre pharmacologiste arabe IBN- BEITAR (1197-1248) qui décrivit quelques 1500 drogues, en grande partie végétales [7].

Avant l'avènement de la chimie de synthèse, les plantes étaient bien connues comme source naturelle principale de remèdes. Aujourd'hui encore, les plantes médicinales sont utilisées comme source essentielle de médicaments pour l'apaisement ou la guérison dans le monde entier [8].

L'étude des plantes a progressé au fil des siècles. Pourtant le plaisir de rechercher dans le monde végétal qui nous est offert ce qui peut soulager les problèmes physiologiques n'a pas été exclu par l'ère scientifique de la phytothérapie. Quant à la curiosité, reculant sans cesse les limites de l'inconnu grâce au perfectionnement des méthodes analytiques, elle est en droit de prétendre à d'innombrables découvertes [9].

2. Définition

D'après la Xème édition de la Pharmacopée française, la définition des plantes médicinales "sont des drogues végétales au sens de la Pharmacopée européenne dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses". Ces plantes médicinales peuvent également avoir des usages alimentaires, condimentaires ou hygiéniques [10].

Et la définition de base d'une plante médicinale est une plante utilisée pour ses propriétés thérapeutiques, cela signifie qu'une de ses parties (feuille, bulbe, racine, graines, fruits ou fleurs) peut être employée dans le but de guérir [11].

Malgré les progrès de la Chimie qui ont rendu possible, non seulement l'isolement des principes actifs à l'état pur, mais parfois leur synthèse totale et l'obtention de substances artificielles actives en quantité quasi illimitée, les végétaux ont gardé leur importance [9].

3. Phytothérapie

Le mot "phytothérapie" se compose étymologiquement de deux racines grecques : « *phuton* » et « *therapeia* » qui signifient respectivement "**plante**" "**traitement**" [12].

La Phytothérapie peut donc se définir comme étant une discipline allopathique définit donc comme l'utilisation des plantes pour soigner les maladies et il est important d'avoir bien en tête cette définition car, malheureusement de nombreuses personnes confondent phytothérapie et homéopathie, qui sont deux approches très différentes de la thérapeutique. Il est intéressant, d'ailleurs, de souligner certaines de ces différences : - la phytothérapie existe depuis que le monde est monde. Les hommes ont toujours utilisé les plantes pour s'alimenter, dans un premier temps, et pour se soigner empiriquement [13].

3.1. Types de phytothérapies

A. La phytothérapie traditionnelle

C'est une thérapie de substitution qui a pour but de traiter les symptômes d'une affection. Ses origines peuvent parfois être très anciennes et elle se base sur l'utilisation de plantes selon les vertus découvertes empiriquement [14]. Les indications qui s'y rapportent sont de première intention, propres au conseil pharmaceutique [15]. Elles concernent notamment les pathologies saisonnières depuis les troubles psychosomatiques légers jusqu'aux symptômes hépatobiliaires, en passant par les atteintes digestives ou dermatologiques [16].

B. La phytothérapie clinique

C'est une médecine de terrain dans laquelle le malade passe avant la maladie. Une approche globale du patient et de son environnement est nécessaire pour déterminer le traitement, ainsi qu'un examen clinique complet [16]. Son mode d'action est basé sur un traitement à long terme agissant sur le système neuro-végétatif. Cette fois-ci les indications sont liées à une thérapeutique de complémentarité. Elles viennent compléter ou renforcer l'efficacité d'un traitement allopathique classique pour des pathologies aiguës d'importance modérée (infection grippale, pathologies O.R.L...) [17].

Il convient de ne pas oublier une démarche fondamentale et spécifique à la phytothérapie, qui est souvent le préalable à toute autre prescription. En rétablissant ainsi les grandes fonctions métaboliques, en facilitant le travail des organes d'élimination (peau, rein, foie, intestin), le phytothérapeute permet à l'organisme malade de retrouver son équilibre, et ainsi le chemin de la guérison [17].



Chapitre II : Les huiles essentielles



1. Les huiles essentielles (HEs)

L'huile essentielle est un mélange de substances aromatiques produites par de nombreuses plantes et présente sous forme de minuscules gouttelettes dans les feuilles, la peau des fruits, la résine, les branches, les bois, se présente en petites quantités par rapport à la masse de la matière végétal. Elles sont odorantes et très volatiles.

Il est important de distinguer entre les HEs, les huiles fixes et les graisses contenues dans les végétaux.

En effet :

- Seules les HEs sont volatiles ce qui les différencie des huiles fixes et des graisses.
- Elles se distinguent des huiles fixes par leurs compositions chimiques et leurs caractéristiques physiques.
- Elles sont fréquemment associées à d'autres substances comme les gommes et les résines.
- D'ailleurs elles tendent elles-mêmes à se résinifier par exposition à l'air [18].

La norme AFNOR NFT75-006 définit l'HE comme « un produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par hydrodistillation. Les HEs sont ensuite séparés de la phase aqueuse par des procédés physiques ».

Cette définition basée sur les procédés d'extraction est restrictive car elle exclut les produits obtenus par d'autres procédés et en particulier ceux obtenus par l'extraction au solvant tels que la concrète et l'absolue [19]. Sont appelées aussi essences, sont des mélanges de substances aromatiques produites par de nombreuses plantes sous forme de minuscules gouttelettes dans les feuilles, la peau des fruits, la résine, les branches, les bois. Elles sont présentes en petites quantités par rapport à la masse du végétal, elles sont odorantes et très volatiles, incolores, ou jaunâtres, leur densité est généralement plus faible que celle de l'eau, solubles dans l'alcool et dans la plupart des solvants organiques. Elles sont inflammables s'altèrent facilement à l'air en se résinifiant [20]. synthétisées grâce à l'énergie solaire, issues du métabolisme secondaire de la plante, certaines essences ont jusqu'à 250 molécules différentes et dans des proportions parfaitement adaptées les unes aux autres [21].

2. La qualité organoleptique des HEs

La qualité est mesurée par sa conformité à des normes qui peuvent varier selon l'utilisation de l'HE. Par exemple, les normes AFNOR (Association Française pour la Normalisation) et ISO (Organisation internationale de normalisation) sont les barèmes utilisés pour juger la qualité des HEs dans le secteur des parfums [22].

En phytothérapie, leurs qualités peuvent être assurée par la présence d'une certaine quantité de substances biologiquement actives ; la qualité des HEs utilisées comme saveurs peut être considérée mauvaise en raison de la présence de constituants toxiques.

En pratique, la qualité de ces huiles est évaluée de deux façons : premièrement par des analyses chimiques et physico-chimiques et deuxièmement par les propriétés organoleptiques de l'huile essentielle [23].

3. Localisation des HEs

Ils peuvent s'accumuler dans les cellules des différentes parties végétatives de la plante ; dans les sommités fleuries (menthe, lavande,), les feuilles (eucalyptus, laurier...), les rhizomes (gingembre...), les fruits (agrumes, badiane, anis,...), les écorces (cannelle...) et les graines (muscade...)[21].

4. Conservation des HEs

Ils sont très sensibles à la lumière, la chaleur, l'air, et l'humidité, cependant, pour éviter leur dégradation, elles doivent être conservées dans des flacons en verre, ombres à 20 ° C, le temps de conservation ne doit pas dépasser un an [21].

5. Toxicité des HEs

Certaines HEs pures sont toxiques. Par conséquent, il faut les manipuler avec grande précaution et respecter ces quelques règles de base :

-Ne jamais appliquer une huile essentielle pure sur la peau et sur les muqueuses.

-Le plus souvent, l'huile essentielle doit être très fortement diluée dans un support comme une huile végétale : mettre une huile essentielle pure sur la peau peut être très dangereux ; sauf indication, ne pas dépasser une concentration de 5%.

-Certaines HEs peuvent être irritantes, et allergènes pour certaines personnes.

-Eviter de s'exposer au soleil après l'application d'une huile essentielle, car certaines HEs sont photosensibles (augmentation de sensibilité aux U.V.), ou peuvent provoquer l'apparition de taches pigmentées disgracieuses sur la peau.

-Par précaution, proscrire l'utilisation des HEs chez les femmes enceintes et les enfants de moins de 3 ans : seules certaines sont utilisables dans leurs cas et avec des dosages appropriés [24].



*Chapitre III : Représentation de la
plante étudiée « Schinus Molle »*



1. Généralité sur la plante *Schinus Molle*

1.1. Origine et distribution dans le monde

Le faux poivrier (SM) Est un arbre qui appartient à la famille des Anacardiaceas. Qui se trouve principalement dans les régions tropicales et subtropicale d'Amérique centrale et du Sud, et les régions semi-tropicales d'Afrique centrale [25].

En Algérie, le genre *schinus* est représenté par trois espèces, en l'occurrence *SM*, *schinus terebinthfolius*, *schinus longifolius* [26].



Fig 01 : L'arbre de faux poivrier (SM) l'Université centrale-TEBESSA-



Fig 02 : Les fruits de l'arbre du faux poivrier (SM)

1.2. Classification et Description botanique

Tab 1 : Classification taxonomique du faux poivrier (SM).

<i>Espèce : Schinus molle.</i>
<i>Genre: Schinus.</i>
<i>Famille : Anacardiaceas ou térébinthacea.</i>
<i>Ordre: Spindales.</i>
<i>Sous classe: Rosidae.</i>
<i>Classe: Dicotylédones.</i>
<i>Sous embranchement: Angiospermes.</i>
<i>Embranchement : Spermaphytes [27].</i>
<i>Sous règne: Tracheobionta.</i>
<i>Règne : plante [28].</i>

1.3. Description botanique

Les feuilles de SM sont persistantes avec une odeur térébinthe, ce qui signifie qu'elle appartient à la famille des plantes Anacardiaceae (Anacardiaceae ou Térébinthacée). Ses feuilles alternent vert foncé, composées de 15 à 20 paires de folioles à dents étroites, avec des folioles terminales plus grandes (4 à 9 cm de long et 1,5 à 3,5 cm de large). Ses brindilles pendent au sol [29].

Il fleurit sous la forme de longues grappes suspendues au printemps. Les fleurs sont petites, unisexuées, jaune verdâtre [26]. Le fruit est une petite drupe rouge avec une taille et une saveur rappelant le poivre chinois, de 4 à 6 mm de diamètre, et chaque grappe contient des graines brunes [29].

1.4. Description thérapeutique

Les médecines traditionnelles pratiquées de part et d'autre des rives de la méditerranée utilisent les HEs du S.M comme analgésique, anti inflammatoire, anti tumoraux, antibactérien et insecticide Des études expérimentales menées sur SM montrent différentes activités Les effets biologiques et pharmacologiques de S. molle indiquent que la plante est un antihypertenseur, anti tumorale, antibactérienne, antifongique, anti-inflammatoire,

analgésique et antidépresseurs, mais aucune recherche n'a été menée sur les agents pathogènes usine. L'extrait de feuilles montre un haut niveau d'effet antibactérien Résistant à maladies oculaires et les rhumatismes. Infusion à base d'extrait d'écorce Prévenez la diarrhée. Connue pour extraire d'autres médicaments à base d'huile de l'écorce pour le traitement Ulcères, urétrite, verrues, plaies et maladies vénériennes [30].

1.5. Toxicité de SM[18]

- Plante toxique à haute dose (fruits).
- Propriétés médicinales : anti-inflammatoires, antiseptiques, antispasmodiques, expectorantes.

2. Propriétés médicinales d'HEs de SM

Le faux poivrier a été utilisé traditionnellement dans la médecine par les populations autochtones partout dans les tropiques. L'huile essentielle de faux poivrier possède des propriétés toniques, astringentes, vasoconstrictrices. Elle permet de traiter des problèmes de circulation. L'huile essentielle de cette plante a également un effet diurétique. Les recherches américaines ont pu démontrer les vertus antifongiques, antimicrobiennes et anti-inflammatoires de cette huile essentielle. Elle agit sur les bactéries [31], ce qui explique pourquoi les populations d'Amérique du Sud utilisaient cet arbre en toute occasion. L'HE de faux poivrier est recommandée pour prévenir les refroidissements, la grippe et les infections respiratoires. Elle est aussi indiquée en cas d'hypertension, ainsi que pour équilibrer le cycle féminin et atténuer les troubles liés à ce cycle [32].

2.1. La composition chimique des HEs de SM

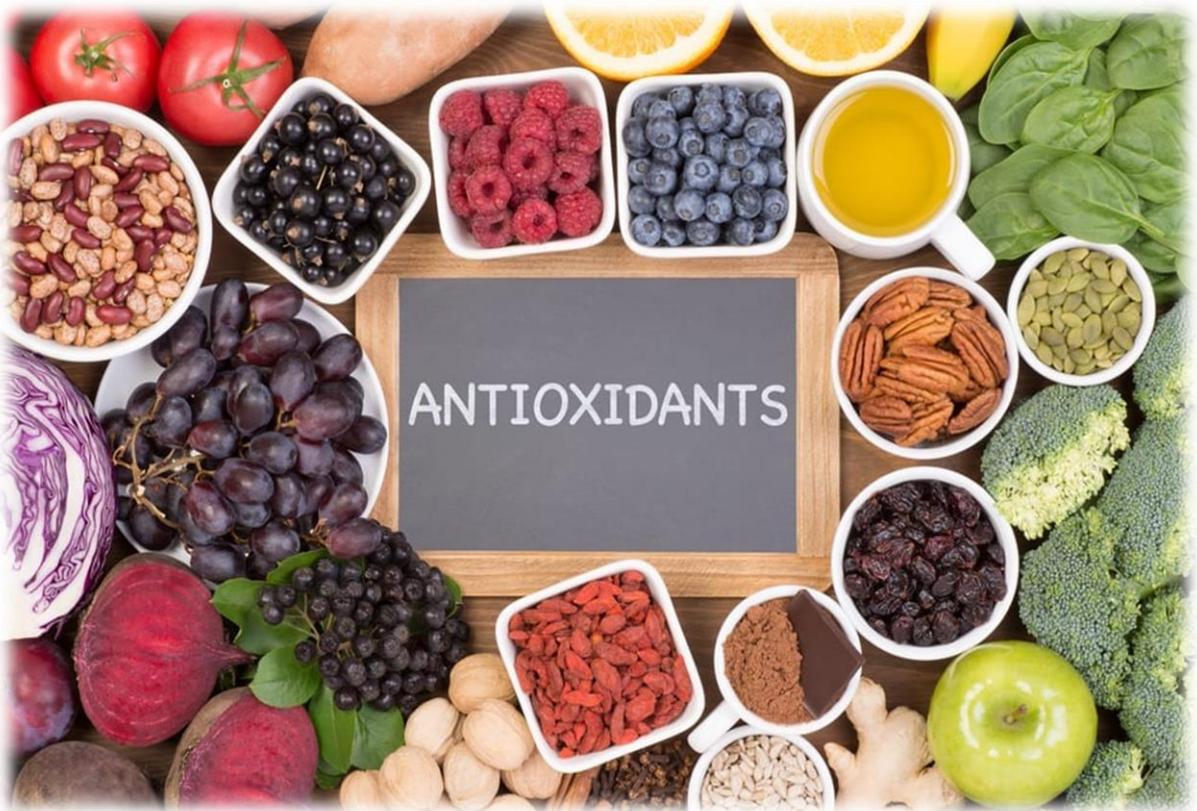
La détermination des indices physicochimiques de ces huiles a montré que les HEs des feuilles sont plus lourdes et stables que celle des baies, l'huile essentielle qui a été extraite des feuilles et fruits de SM contenait des monoterpènes, sesquiterpéniques, Le sabinène, le limonène comme composés majoritaires [33, 34], et le α -phellandrène, β -myrcène, β -phellandrène, l'élémol, p-Cimène, Térpinolène sont les classes de composés observées. Tandis que le bicyclogermacrène était également important dans l'huile des feuilles[35]. La composition des HEs de feuilles et de fruits diffère selon la quantité de certains composants, tels que le β -myrcène, l' α -phellandrène et l'élémol. Les différences quantitatives observées dans les HEs des feuilles et des fruits semblent être dues à l'énergie requise pour les composés biosynthèse[34].

Tab 2: Composition en pourcentage des huiles essentielles de SM [34].

Composants	S.M Feuilles	S.M Fruits
α-pinène	0.73	1.21
α-Thujène	0.33	0.53
β-pinène	0.55	1.32
Sabinène	48.63	51.74
Myrcène	0.94	0.90
α-terpinène	0.26	1.13
Limonène	10.20	16.98
β-Phellandrène	0.50	0.61
γ-terpinène	0.55	1.96
δ-3-carène	0.09	0.10
p-Cimène	0.19	0.47
Terpinolène	0.12	0.46



Chapitre IV : Activités biologiques



1. L'activités antioxydantes

La notion des corps gras recouvre les produits d'origine naturelle, en particulier les huiles végétales (Principalement constituées d'acides gras), mais également les cires ou les phospholipides. Ces graisses et huiles sont facilement détériorées par l'oxydation et engendrent des risques oxydatifs. Pour prévenir leur oxydation, des recherches intensives ont été menées pour valoriser ces propriétés antioxydantes [36]. On rappelle que l'activité antioxydante des HEs est l'une des propriétés biologiques suscitant un grand intérêt, car elles peuvent préserver les aliments de la toxicité des oxydants[37]. éliminer également les radicaux libres, en plus du rôle important qu'elles joue dans la prévention de certaines maladies telles que : le dysfonctionnement cervicale, les cancers, les cardiopathies, comme elles peuvent décliner le système immunitaire [38].

1.1. Les radicaux libres

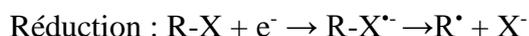
Un radical libre est un atome ou une molécule qui porte sur sa couche électronique périphérique un ou plusieurs électrons non appariés, c'est-à-dire non couplés à un électron de spin opposé. Cela entraîne une très haute réactivité chimique avec les éléments voisins [39, 40].

Les radicaux libres sont indispensables à la vie car ils participent à de nombreuses fonctions physiologiques lors de la croissance ou de la défense de l'organisme. En effet, ils participent au fonctionnement de certaines enzymes, à la transduction de signaux cellulaires, à la défense immunitaire contre les agents pathogènes, à l'apoptose des cellules tumorales, au cycle cellulaire, au fonctionnement de certains neurones et notamment ceux de la mémoire, à la fécondation de l'ovule, à la régulation des gènes [41].

1.2. Formation des radicaux libres

A. Réaction d'oxydoréduction

Les radicaux libres les plus courants possèdent un seul électron célibataire. Ils peuvent être formés depuis une espèce radicalaire qui subit une réaction d'oxydoréduction. Il y a alors perte ou gain d'électron. Le signe « • » représente l'électron célibataire.



B. L'Oxydation

L'oxydation est le phénomène qui fait rouiller les métaux, rancir les graisses et flétrir les légumes et les fruits en modifiant leurs goût et couleurs. Ce phénomène chimique génère des espèces réactives dont les radicaux libres, les espèces chimiques neutres et/ou chargées. Les espèces réactives générées sont instables et ne cherchent qu'à récupérer un électron dans leur environnement, pour retourner à leur état plus stable. Cette propriété fait que les réactions d'oxydation sont très rapides et se propagent en cascade. Les espèces moléculaires cibles de l'oxydation sont souvent les corps gras comme les phospholipides des membranes cellulaires,

Mais aussi les protéines. Dans le cas des enzymes l'oxydation entraîne une modification ou perte de l'activité biologique de la molécule, ce qui provoque des désorganisations cellulaires parfois irréversibles entraînant la mort de la cellule [42].

1.3. Le Stress oxydant

D'une manière générale, le stress oxydant peut être défini comme un déséquilibre de la balance des espèces pro-oxydantes et des systèmes de défense dits antioxydants avec comme conséquence l'apparition de dégâts souvent irréversibles pour la cellule [43].

Deux phénomènes semblent alors être impliqués dans l'apparition d'un stress oxydant :

- d'une part, des espèces radicalaires et leurs dérivés secondaires qui se multiplient.
- d'autre part, des mécanismes anti-radicalaires qui s'essouffent c'est à dire baisse de l'activité antioxydante [44].

En médecine, la balance oxydative est un concept pour maintenir l'organisme en bonne santé. Son déséquilibre peut conduire à des dommages des biomolécules (Protéines, lipides et acides nucléiques), suivie par la mort cellulaire et provoquant en plus des troubles physiologiques tels que le cancer, le diabète, l'asthme, le vieillissement prématuré, les maladies cardiovasculaires, neurodégénératives et inflammatoires **fig 03** [45].

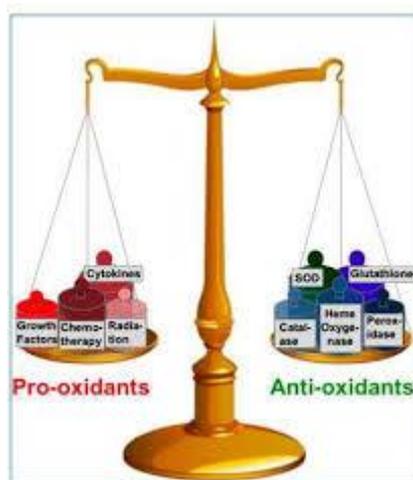


Fig 3 : Modèle d'équilibre entre les pro-oxydants et les antioxydants.

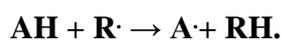
1.4. Définition d'antioxydants

Les antioxydants sont des substances qui inhibent ou ralentissent l'oxydation d'un substrat [46]. Ils sont présents sous de nombreuses formes et peuvent intervenir en prévention de la formation des radicaux libres, aussi bien que pour participer à leur élimination (antioxydants primaires et secondaires) [47].

1.5. Types d'antioxydants

a. Antioxydants primaires [48]

Les antioxydants primaires ou radicalaires ou vrais, qui permettent l'interruption de la chaîne autocatalytique :



La molécule AH est antioxydante si le radical formé A• est plus stable. La stabilité du radical A• peut s'expliquer par sa conversion en composés non radicalaires :



b. Antioxydants secondaires [49]

Les antioxydants secondaires ou préventifs qui assurent l'inhibition de la production des radicaux libres. Ce sont des substances décomposant les hydroperoxydes en alcool, des thiols (Glutathion, acides aminés soufrés) ou les disulfures, des protecteurs vis-à-vis des UV, comme les carotènes, des chélatants des métaux promoteurs d'oxydation type fer et cuivre,

comme l'acide citrique et les lécithines) ou enfin de séquestrant d'oxygène comme l'acide ascorbique.

1.6. Mode d'action

Les antioxydants agissent de différentes manières :

- Ils peuvent empêcher la formation directe des radicaux libres.
- Ils peuvent faire la liaison avec les radicaux libres et les détruire.
- Ils renforcent le système immunitaire de défense.
- Ils réparent les dommages résultants des radicaux libres [50].

1.7. Méthodes analytiques utilisées pour évaluer l'activité antioxydante

Le potentiel antioxydant des produits naturels est généralement déterminé à travers des réactions sélectives, entre les extraits et des réactifs de dérivatisation. La détection des antioxydants se fait par analyse spectroscopique (UV-Visible) des solutions obtenues[36]. Ces dérivatisations sont généralement basées sur la capacité des antioxydants à réduire les métaux, ou les complexes d'ions métalliques formés, tels que le fer (Pouvoir antioxydant réducteur du fer, FRAP), ou à réduire les radicaux libres tels que le radical 2-diphényl-1-28 picrylhydrazyle (DPPH●). Cependant, de telles réactions, ne donnent aucune information sur l'individu antioxydants contenu dans l'échantillon. De plus, ces méthodes ne donnent qu'une approximation du potentiel antioxydant, car chaque antioxydant existant dans le mélange peut former des espèces avec un facteur de réponse relatif différent par rapport à l'antioxydant calibrant [37].

2. Activité antibactérienne

2.1. Généralité

Il est connu que le traitement des infections bactériennes se base principalement sur l'usage des antibiotiques. Mais, la consommation à grande échelle de ces « médicaments » a entraîné la sélection de souches multi-résistantes surtout les végétaux qui ont toujours constitué une source d'inspiration dans les recherches médicales [51].

2.2. Définitions

a. Les bactéries

Dès la naissance, l'homme se trouve en contact avec des micro-organismes qui vont progressivement coloniser son revêtement cutané-muqueux.[52]. Les bactéries sont microorganismes procaryotes unicellulaires, de taille de l'ordre du micron [53]. Elles sont les plus petits organismes connus doués de métabolisme capables de croître de se diviser aux dépens de substances nutritives [54].

B. L'antibiotique :

Un antibiotique du grec anti « contre » et bios, « la vie » est une substance naturelle produite par des micro-organismes ou de synthèse chimique, qui a la propriété de tuer ou empêcher la prolifération des micro-organismes pathogènes [55].

La thérapeutique des infections bactériennes se base sur l'usage des antibiotiques qui inhibent sélectivement certaines voies métaboliques des bactéries, sans exercer d'effets toxiques pour les organismes supérieurs [56].

2.3. Modes d'action des antibiotiques

On peut distinguer deux modes d'action des antibiotiques selon l'inhibition de la croissance bactérienne (bactériostatique) ou qu'ils tuent la bactérie (bactéricide)[53].

Les antibiotiques détruisent les bactéries en s'attaquant directement à leurs structures essentielles (paroi cellulaire, ribosomes et ADN) et/ou en perturbant leurs métabolismes et donc leurs fonctions [57].

D'autres antibiotiques agissent en inhibant la synthèse de certaines molécules intracellulaires de la bactérie, comme l'ADN, les ribosomes et les protéines [53].

2.4. Micro-organismes utilisés dans les tests antimicrobiens

a. *Escherichia coli*

C'est une bactérie qui appartient à la famille des entérobactéries. Elles ont comme dimensions moyennes 2 à 3 micromètres de long et 0,6 micromètre de large. Cette bactérie est connue depuis longtemps comme commensale du tube digestif et pathogène pour l'appareil urinaire. La majorité des infections urinaires de la jeune femme observée en pratique médicale de ville est due à *Escherichia coli*. *E. coli* est une espèce commensale du tube digestif de l'homme et des animaux. Dans l'intestin, *E. coli* est l'espèce aérobie facultative quantitativement la plus importante. Sa présence d'*E. coli* dans l'eau est témoin d'une contamination fécale [58].

b. *Salmonella enterica*

Les *Salmonella* sont des bacilles à coloration Gram-négative, non sporulant aéroanaérobies, la plupart du temps doués d'une mobilité propre grâce à des flagelles péritriches (à l'exception de *Salmonella Gallinarum*). -Des bâtonnets varient entre 2 et 5 µm de longueur sur 0,7 à 1,5 µm de largeur. Les *Salmonella* peuvent se multiplier à température 37°C, mais a la capacité de croître à une large gamme de températures de 6 à 46°C et pH de 4,1 à 9 qui est légèrement basique à fortement acide. La croissance optimale se produit à un pH de 6,5 à 7,5 [59].

c. *Staphylococcus aureus*

Ce sont des Cocci à Gram positif très fréquents chez l'homme à l'état commensal ou pathogène. Il est immobile, non sporulé et ne possède pas de capsule visible au microscope optique. Il mesure 0,8 à 1 micromètre. Ils se présentent de façon isolée, en diplocoques ou groupés en amas. Ils sont rependus dans la nature (eau, sol...) et vivent souvent à l'état commensal sur la peau et les muqueuses des organismes humains et animaux [58].

d. *Bacillus cereus*

Les souches de *B. cereus* sont constituées de bacilles Gram positif de 1,4 µm habituellement observés en paires ou en chaînettes courtes [60] [61] elle est anaérobie facultatif, mobile et capable de former des endospores, et ses colonies blanches d'aspect granuleux font entre 2 et 7 mm de diamètre [62].

Une croissance est observée à des températures se situant entre 10-20 °C et 35-45 °C, la température optimale étant d'environ 37 °C [60] [61]. Le bacille peut produire six types de

toxines, à savoir cinq entérotoxines et une toxine émétique, qui peuvent être thermostables ou thermolabiles, selon les souches [63] [48].

1. Fadi, Z., Le Romarin, *Rosmarinus Officinalis*, " Le Bon Procédé D'extraction Pour Un Effet Thérapeutique Optimal". 2011.
2. Ramdane, I., Etude Bibliographique Sur L'effet Des Plantes Médicinales Sur Les Maladies Cardiovasculaires.
3. Shcherazade, O.-S.F., Effets Pharmacologiques De *Ageratum Conyzoides* Sur La Glycémie Chez Le Lapin. *Journal Of Animal & Plant Sciences*, 2015. 24(1): P. 3691-3699.
4. Hatem, B., Etude De " *Juniperus Phoenicea L*" De La Région De Tebessa: Composition Chimique Activités Antioxydantes, Et Activité Microbiologiques. 2016.
5. Perry, M., Herboristerie: Enquête Sur Les Principales Demandes A L'officine. 2013, Université De Lorraine.
6. Paris, R.-R. And H. Moysé, *Precis De Matière Médicale: Schizophytes (Bactéries)-Actinomycétales-Thallophytes (Champignons, Algues, Lichens)-Pteridophytes (Fougères)-Spermatophytes (Gymnospermes). Pharmacognosie Générale; Pharmacognosie Spéciale. 1976: Masson.*
7. De Saint-Remy, N.-D., Etude Des Jardins Historiques D'abbayes Cisterciennes Belges.
8. Organisation Mondiale De La Santé, O., *Stratégie De L'OMS Pour La Médecine Traditionnelle Pour 2014-2023. 2013: Organisation Mondiale De La Santé.*
9. Jean-Yves Chabrier, *Plantes Médicinales Et Formes D'utilisation En Phytothérapie. Université Henri Poincaré - Nancy 1; 2018 P. 184.*
10. Debuigne, G., *Larousse Des Plantes Qui Guérissent. 1974.*
11. Cardoso, J.C., M.E. Oliveira, And F.D.C. Cardoso, *Advances And Challenges On The In Vitro Production Of Secondary Metabolites From Medicinal Plants. Horticultura Brasileira, 2019. 37(2): P. 124-132.*
12. Feknous, S., F. Saidi, And R.M. Said, *Extraction, Caractérisation Et Identification De Quelques Métabolites Secondaires Actifs De La Mélisse (Melissa Officinalis L.). Nature & Technology, 2014(11): P. 7.*
13. Moatti, R., *La Phytothérapie. Revue Des Deux Mondes, 1990.*
14. Rédaction, P., *Bien Utiliser Les Plantes En Situation De Soins. Rev Prescrire, 2007. 27: P. 288.*

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

15. Benyelles, B., Composition Chimique De Quelques Extraits De La Partie Aerienne De La Rhaponticum Acaule L. 2009, 12/01/2016.
16. Moreau, B., Maitre De Conferences De Pharmacognosie A La Faculte De Pharmacie De Nancy. Travaux Diriges Et Travaux Pratiques De Pharmacognosie De 3eme Annee De Doctorat De Pharmacie, 2003.
17. Harrez Nourelhouda Afaifia Zahra, B.D., Activite Antioxydante De L'extrait Hydro-Methanolique De L'espece (Origanum Majorana). 2019.
18. Hadia, B., Utilisation De L'extrait Aqueux De La Plante Schinus Molle Comme Inhibiteur De Corrosion De L'acier Au Carbone Dans Un Milieu Acide, In Departement Des Sciences De La Matiere. 2018, Universite De Tebessa. P. 88.
19. Mnayer, D., Eco-Extraction Des Huiles Essentielles Et Des Aromes Alimentaires En Vue D'une Application Comme Agents Antioxydants Et Antimicrobiens., In Sciences Et Agrosiences. 9 Decembre 2014, L'universite D'avignon Et Des Pays De Vaucluse: Marseille,France P. 157.
20. Belanger, A. And T. Musabyimana, Le Neem Contre Les Insectes Et Les Maladies. Agriculture Et Agroalimentaire Canada, Centre De Recherche Et Developpement En Horticulture, 2005. 430.
21. Ghestem, A., Et Al., Le Preparateur En Pharmacie: Botanique-Pharmacognosie Phytotherapie-Homeopathie. Lavoisier Tec Et Doc, Paris, 273p, 2001.
22. Hanane, N. And H.F. Zahra, Evaluation In-Vitro De L'inhibition De La Toxicite De Cigarette Par Les Huiles Essentielles De Juniperus, In Sciences De La Matiere. 23/09/2020, Universite Larbi Tebessi-Tebessa-.
23. Asmaa, O. And A. Rabiaa, Caracterisation Et L'effet De L'epoque De Recolte Sur La Composition Des Huiles Essentielles De Schinus Molle L, In Departement De Biologie. 2018, Universite De Djilali Bounaama Khemis Miliana.
24. Salima, B., Comparaison Des Huilles Essencielles De Schinus Moll Selon La Partie Vegetale,Son Etat Et La Saison De Recolte."Application Antibacterienne". 2013, Univercite Saad Dahleb De Blida.
25. Salima, B., Comparaison Des Huiles Essentielles De « Schinus Molle» Selon La Partie Vegetale, Son Etat Et La Saison De Recolte. «Application Anti-Bacterienne », In Departement De Chimie Industrielle. 2013, Universite Saad Dahleb De Blida. P. 81.
26. Rekia, B., Mise En Valeur Les Huiles Essentielles Du Faux Poivrier, In Departement De Genie Des Procedes. 2013, Universite Kasdi Merbah Ouargla. P. 62.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

27. Baba Aissa, F., Encyclopedie Des Plantes Utiles, Flore D'algerie Et Du Maghreb, Substances Vegetales D'afrique, D'orient Et D'occident. Ed Librairie Moderne Rouiba, 2000. 46.
28. El-Massry, K.F., Et Al., Chemical Compositions And Antioxidant/Antimicrobial Activities Of Various Samples Prepared From Schinus Terebinthifolius Leaves Cultivated In Egypt. Journal Of Agricultural And Food Chemistry, 2009. 57(12): P. 5265-5270.
29. Taylor, L., Technical Data Report For Bitter Melon (Momordica Charantia). Herbal Secrets Of The Rainforest, 2002: P. 1-103.
30. Karawya, M.S., Et Al., Macro And Micromorphology Of Schinus Terebinthifolius Radd. Growing In Egypt Part 1: Leaves And Stems. Bulletin Of Pharmaceutical Sciences. Assiut, 2006. 29(2): P. 432-445.
31. Dikshit, A., A.A. Naqvi, And A. Husain, Schinus Molle: A New Source Of Natural Fungitoxicant. Applied And Environmental Microbiology, 1986. 51(5): P. 1085-1088.
32. Hampikian, S., Les Baies. 2012: Marabout.
33. Rouibi, A., F. Saidi, And H. Boutoumi, Identification Par Cg/Ms Et Determination Des Effets Antimicrobiens Des Huiles Essentielles Du Faux Poivrier (Schinus Molle L.). International Symposium On Medicinal And Aromatic Plants-Sipam2009 853, 2009: P. 219-228.
34. Santos, A.C.A.D., Et Al., Chemical Composition Of The Essential Oils From Leaves And Fruits Of Schinus Molle L. And Schinus Terebinthifolius Raddi From Southern Brazil. Journal Of Essential Oil Bearing Plants, 2009. 12(1): P. 16-25.
35. Bachheti, R., A. Bachheti, And R.S. Satyan, Chemical Composition Of The Essential Oil From Schinus Molle L.(Peruvian Pepper). 2018. 10: P. 10
36. Soare, J.R., Et Al., Antioxidant Activities Of Some Extracts Of Thymus Zygis. Free Radical Research, 1997. 26(5): P. 469-478.
37. Maestri, D., Et Al., Natural Products As Antioxidants. Phytochemistry: Advances In Research, 2006. 37(661): P. 105-135.
38. Miguel, M.G., Antioxidant And Anti-Inflammatory Activities Of Essential Oils: A Short Review. Molecules, 2010. 15(12): P. 9252-9287.
39. Leverve, X., Stress Oxydant Et Antioxydants? Cahiers De Nutrition Et De Dietetique, 2009. 44(5): P. 219-224.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

40. Rochette, L., Stress Oxydant Et Sepsis. *Reanimation*, 2008. 17(6): P. 1-4.
41. Favier, A., Le Stress Oxydant. *L'actualite Chimique*, 2003. 108(10): P. 863-832.
42. Radjah, A., Valorisation Et Identification Phytochimique Des Principes Actifs De Quelques Plantes Medicinales De La Region De Biskra. 2020, *Sciences De La Nature Et De La Vie*.
43. Daum-Badouard, C., Les Lésions Des Acides Nucleiques: Detection Par Clhp-Sm/Sm Dans Les Milieux Biologiques Humains Et Interet Comme Biomarqueurs Du Stress Oxydant Et De L'inflammation. 2006, *Universite Joseph Fourier (Grenoble)*.
44. Wilson, A. And L. Salamatian, Les Radicaux Libres: Une Question D'equilibre. *Universite De*, 2003.
45. Subedi, L., Et Al., Antioxidant Activity And Phenol And Flavonoid Contents Of Eight Medicinal Plants From Western Nepal. *Journal Of Traditional Chinese Medicine*, 2014. 34(5): P. 584-590.
46. J.P., W., *Le Larousse Medical*. Paris. 2009.
47. Johnson, F. And C. Giulivi, Superoxide Dismutases And Their Impact Upon Human Health. *Molecular Aspects Of Medicine*, 2005. 26(4-5): P. 340-352.
48. Rolland, Y., Antioxydants Naturels Vegetaux. *Oleagineux, Corps Gras, Lipides*, 2004. 11(6): P. 419-424.
49. Rahmani Meryem, C.H., Etude De L'activite Antioxydants Et Antimicrobienne Des Extraits De *Morus Nigra*. 2020.
50. Amzal, H., Etude De L'activite Antioxydante Des Saponines De L'arganier. 2010.
51. Ali-Shtayeh, M., Et Al., Antimicrobial Activity Of 20 Plants Used In Folkloric Medicine In The Palestinian Area. *Journal Of Ethnopharmacology*, 1998. 60(3): P. 265-271.
52. Yakhlef, A., The Corporeality Of Practice-Based Learning. *Organization Studies*, 2010. 31(4): P. 409-430.
53. Sonnet, C., Et Al., Human Macrophages Rescue Myoblasts And Myotubes From Apoptosis Through A Set Of Adhesion Molecular Systems. *Journal Of Cell Science*, 2006. 119(12): P. 2497-2507.
54. Choong, E., Et Al., Suivi Du Syndrome Metabolique Induit Par Les Antipsychotiques Atypiques: Recomendations Et Perspectives Pharmacogenetiques. *Rev Med Suisse*, 2008. 4(171): P. 1994-1999.
55. Guerdouh, S. And M.E. Roula, Etude Phytochimique Et Activite Antibacterienne De *Schinus Molle L*. 2020, *Universite De Jijel*.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

56. Yakhlef, G., Etude De L'activite Biologique Des Extraits De Feuilles De Thymus Vulgaris L. Et Laurus Nobilis L. 2010, Universite De Batna 2.
57. Benbrinis, S., Evaluation Des Activites Antioxydante Et Antibacterienne Des Extraits De. Santolina Chamaecyparissus, 2012.
58. Taranta, A., Et Al., The Selective Estrogen Receptor Modulator Raloxifene Regulates Osteoclast And Osteoblast Activity In Vitro. Bone, 2002. 30(2): P. 368-376.
59. Achwaq, B. And B. Rima, Evaluation Des Contaminations Microbiennes De Quelques Marques Des Laits Infantiles, Denombrement Des Especies Cronobacter Sp. Et Salmonella Sp. 2020.
60. Gonzalez-Martin, J., Et Al., Consensus Document On The Diagnosis, Treatment And Prevention Of Tuberculosis. Archivos De Bronconeumologia ((English Edition)), 2010. 46(5): P. 255-274.
61. Logan, N.A. And M. Rodrigez-Diaz, Bacillus Spp. And Related Genera. Principles And Practice Of Clinical Bacteriology, 2006. 2: P. 139-158.
62. Ryan, K. And C. Ray, Enteroviruses. Sherris Medical Microbiology. 2004, Mcgraw Hill.
63. From, C., Et Al., Toxin-Producing Ability Among Bacillus Spp. Outside The Bacillus Cereus Group. Applied And Environmental Microbiology, 2005. 71(3): P. 1178-1183.

Matériels et méthodes





Matériels



Pour notre étude nous avons choisi deux parties aériennes d'un arbre connu sous le nom de faux poivrier, il s'agit des feuilles de fruits (baies).

1. Matériel végétal :

A. La récolte :

La récolte des plantes exige un certain nombre de précautions. Il est toujours préférable de procéder à la récolte par un temps sec et chaud : les plantes mouillées de pluie ou de rosée s'altèrent, moisissent, fermentent et perdent de toute façon toute valeur thérapeutique[1].

Les échantillons utilisés (feuilles et baies du faux poivrier) dans cette étude proviennent des feuilles et des graines de l'arbre *SM* récoltés de la région de Tébessa au sein de l'université de cheikh l'arbi (Algérie) durant le mois de février 2021.



Fig04 : Photo de *SM* (Tébessa, février 2021)

B. Le séchage :

Après la récolte, les échantillons (feuilles et baies du faux poivrier) ont été lavées avec de l'eau du robinet. Séchés à l'abri de la lumière et de l'humidité. Ils sont étendus, sans superposition, et retournés de temps en temps afin d'éviter tout risque de fermentation, sous température ambiante, pendant 20 jours[2].

C. Broyage :

Le broyage a été fait à l'aide d'un broyeur automatique pour obtenir une poudre[3].

D. Pesage :

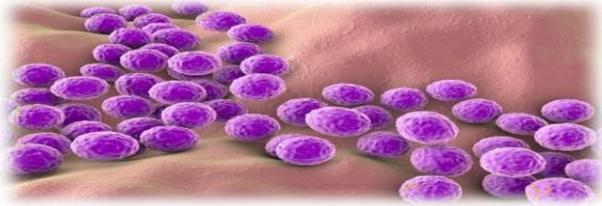
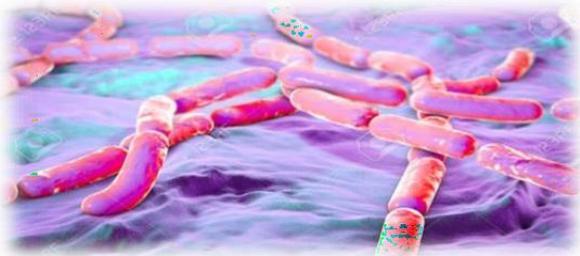
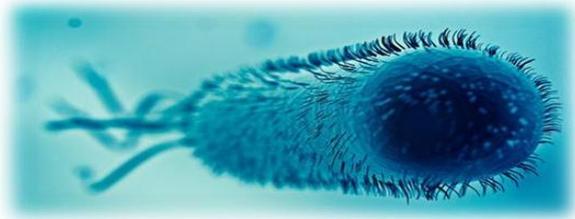
A l'aide d'une balance analytique, on a pesé 1500g de feuilles et 1500g de baies du faux

poivrier pour l'hydrodistillation, 450g de feuilles pour la macération et 100g pour les tests.

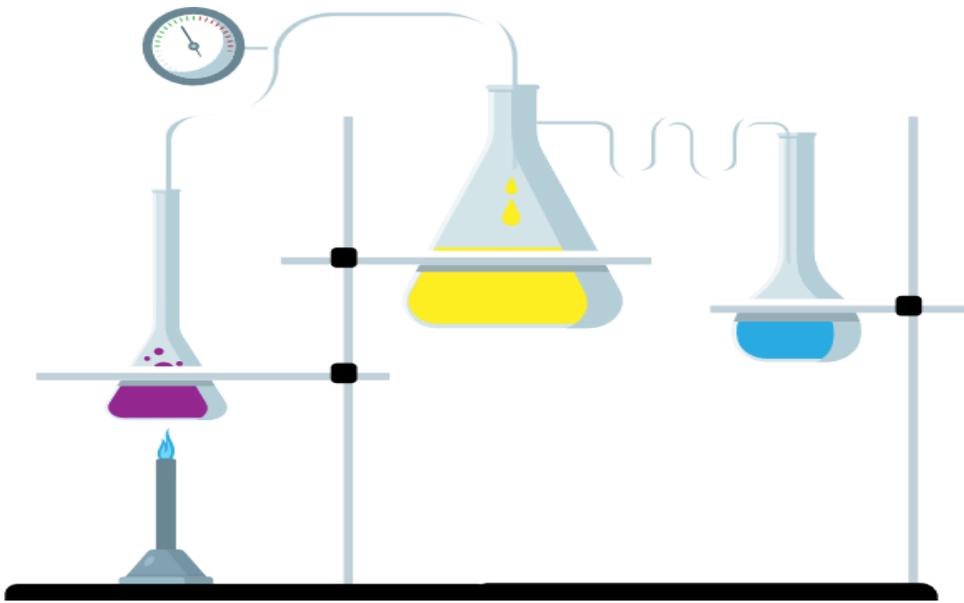
1. Les souches bactériennes testées :

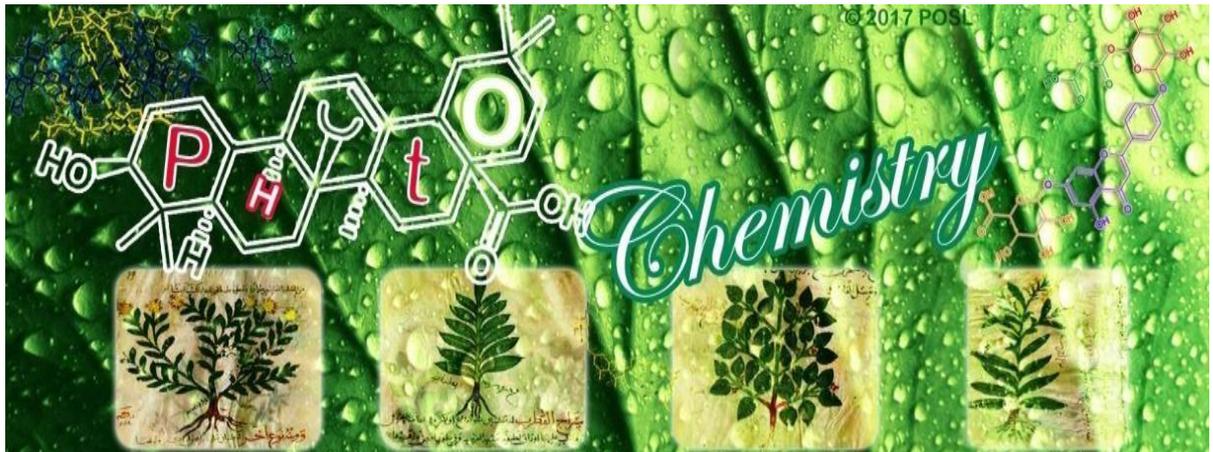
Pour évaluer l'activité antimicrobienne des extraits et des huiles nous avons choisi quatre souches pathogènes (Tableau 2). Les souches bactériennes, nous ont été fournies par **Dr. MACHAI**, responsable du laboratoire de microbiologie (département de microbiologie) de notre faculté.

Tab03: Souches bactériennes utilisées dans l'activité antibactérienne [4].

Bactéries à Gram positif	Staphylococcus aureus ATCC 25923 
	Bacillus cereus ATCC 10876 
Bactéries à Gram négatif	Escherichia coli ATCC 25922 
	Salmonella ATCC 14028 

Méthodes





Chapitre 1 : Révélation (Screening) Phytochimique



Introduction

La détection des différentes familles de composés chimiques existant dans la plante est l'un des objectifs essentiels de l'examen phytochimique. Ceci constitue la première étape de la recherche des molécules actives présentes dans la plante étudiée.

Les tests phytochimiques sont basés sur des essais de solubilités, des réactions de coloration et de précipitation [5]. Pour réaliser cet objectif on procède de deux manières :

1. Epuisement du matériel végétal avec de l'eau à chaud

Dans un ballon monocol, surmonté d'un réfrigérant, 50 g de matériel végétal broyé est mis en présence de 300 ml d'eau. Puis l'ensemble est porté à reflux pendant une heure. Après filtration, l'extrait aqueux est soumis aux différents tests cités ci-dessous

1.1. Recherche d'amidons

L'amidon comporte comme une substance de réserve principale des végétaux. Il existe sous forme d'une structure qui correspond à un homopolymère de glucose. Il est caractérisé au moyen du réactif à l'eau iodée par apparition d'une couleur bleue. La détection consiste à :

- Chauffer 5 ml de l'extrait aqueux avec 10 ml d'une solution de NaCl saturée dans un bain marie jusqu'à l'ébullition.
- Ajouter le réactif d'amidon

Un test positif est révélé par l'apparition d'une coloration bleue violacée [6].

1.2. Recherche des saponosides :

Les saponosides sont caractérisés par un indice d'émousse. Leur détection est réalisée en ajoutant 1 ml d'eau distillée à 2 ml de l'extrait aqueux, puis la solution est agitée fortement pendant 1 min. Le mélange est ensuite abandonné pendant 20 min puis la teneur en saponosides est évaluée par la mesure de la hauteur de la mousse :

- S'il n'y a pas de mousse, le test est dit négatif (-)
- Si la mousse est de 1 cm d'épaisseur, le test est faiblement positif (+)
- Si la mousse est entre 1 et 2 cm, le test est positif (++)
- Si la mousse est supérieure à 2 cm, le test est fortement positif (+++) [7].

1.3. Recherche des tanins :

La présence des tanins est mise en évidence en ajoutant à 1 ml d'extrait aqueux, 1 ml d'eau et 1 à 2 gouttes de solution de $FeCl_3$ diluée à 1%. L'apparition d'une couleur vert foncée ou bleu-vert indique la présence de tanins [8].

1.4. Recherche de anthraquinones :

La détection des anthraquinon esconsiste à :

- Traiter 1g du matériel végétal avec 10ml de KOH (0,5 M) et 1 ml H₂O₂ dilué à 5%.
- Bouillir et refroidir le mélange.
- Filtrer, puis acidifier le filtrat avec de l'acide acétique.
- Extraire la solution acide obtenue avec 10 ml de toluène.
- Agiter l'extrait de toluène en présence de 5ml de NH₄OH.

Une réaction positive est révélée par la formation d'une couleur rouge au niveau de la couche alcaline[9].

2. Epuisement du matériel végétal avec de l'éthanol :

Dans un ballon monocol, surmonté d'un réfrigérant, 50 g de matériel végétal broyé est mis en présence de 300 ml d'éthanol. Puis l'ensemble est porté à reflux pendant une heure.

Après filtration, l'extrait éthanolique est soumis aux tests cités ci-dessous

2.1. Recherche des flavonoïdes :

Traiter 5 ml de l'extrait éthanolique avec 1 ml d'HCl concentré et 0,5 g de tournures de magnésium. L'apparition d'une couleur rose ou rouge qui se développe après 3 minutes indique la présence des flavonoïdes[10].

2.2. Recherche d'Alcaloïdes sels :

Leur détection consiste à :

- Evaporer à sec 20ml de l'extrait éthanolique.
- Ajouter 5ml d'HCl (10%) au résidu obtenu, puis chauffer dans un bain marie.
- Filtrer le mélange et l'alcaliniser avec quelques gouttes d'une solution de NH₄OH (10%) jusqu'au pH 9.
- Extraire la solution avec l'éther d'éthylque, ensuite concentrer à sec.
- Dissoudre le résidu dans du HCl (2%).
- Tester la présence des alcaloïdes par les réactifs de Mayer et de Wagner afin d'obtenir un précipité blanc et un précipité brun respectivement indiquant leur présence [11].

2.3. Recherche de tannins :

Ajouter 1 ml de l'extrait éthanolique ; 2 ml d'eau et 2 à 3 gouttes de solution de FeCl₃ diluée. Un test positif est révélé par

- L'apparition d'une coloration bleu-verte indique la présence des tanins

catéchiqnes.

- L'apparition de la coloration bleue-noir indique la présence des tanins galliques.

2.4. Recherche des composés réducteurs :

Leur détection consiste à traiter 1 ml de l'extrait éthanolique avec 2 ml d'eau distillée et 20 gouttes de la liqueur de Fehling, puis chauffer. Un test positif est révélé par la formation d'un précipité rouge brique[8].



Chapitre II : Protocole d'extraction



1. Extraction des polyphénols

1.1. Préparation des extraits bruts secs

L'extrait de *SM* des feuilles a été préparé par macération dans l'eau distillée, la poudre de feuilles(450g)est mise à macérer à température ambiante dans l'eau distillée pendant 24 heures[12].Le processus a été répété 3 fois (3*24 heures) .

Après filtration la solution obtenue a été évaporé à une température de 50°C à l'aide d'un évaporateur rotatif [13].



Fig05 : Préparation des extraits bruts secs

1.2.Extraction des fractions DCM acétate d'éthyle et aqueuse

Dans le but de diminuer le nombre de produits dans notre extrait brut nous avons procédé à sa division en fractions en utilisant l'extraction par des solvants de polarité croissante qui consiste à transférer les solutés entre deux phases liquides

non miscibles, inertes vis-à-vis des solutés et ayant des masses volumiques différentes.

a. Principe

Il consiste à extraire un ou plusieurs composés (L'extrait) d'un milieu liquide (l'eau distillée) dans un solvant non miscible dans le quelles solutés sont solubles[14].

b. Mode opératoire

L'extrait brut est repris dans 1000 ml d'eau bouillante puis dans une ampoule à décanter successivement avec dichlorométhane (100 ml x 3). La phase organique est évaporée à sec, la solution aqueuse est traitée de la même façon successivement par du l'acétate d'éthyle (AcOEt) (100 ml x 3). Les phases organiques et la phase aqueuse résiduelle sont évaporées à sec [15].

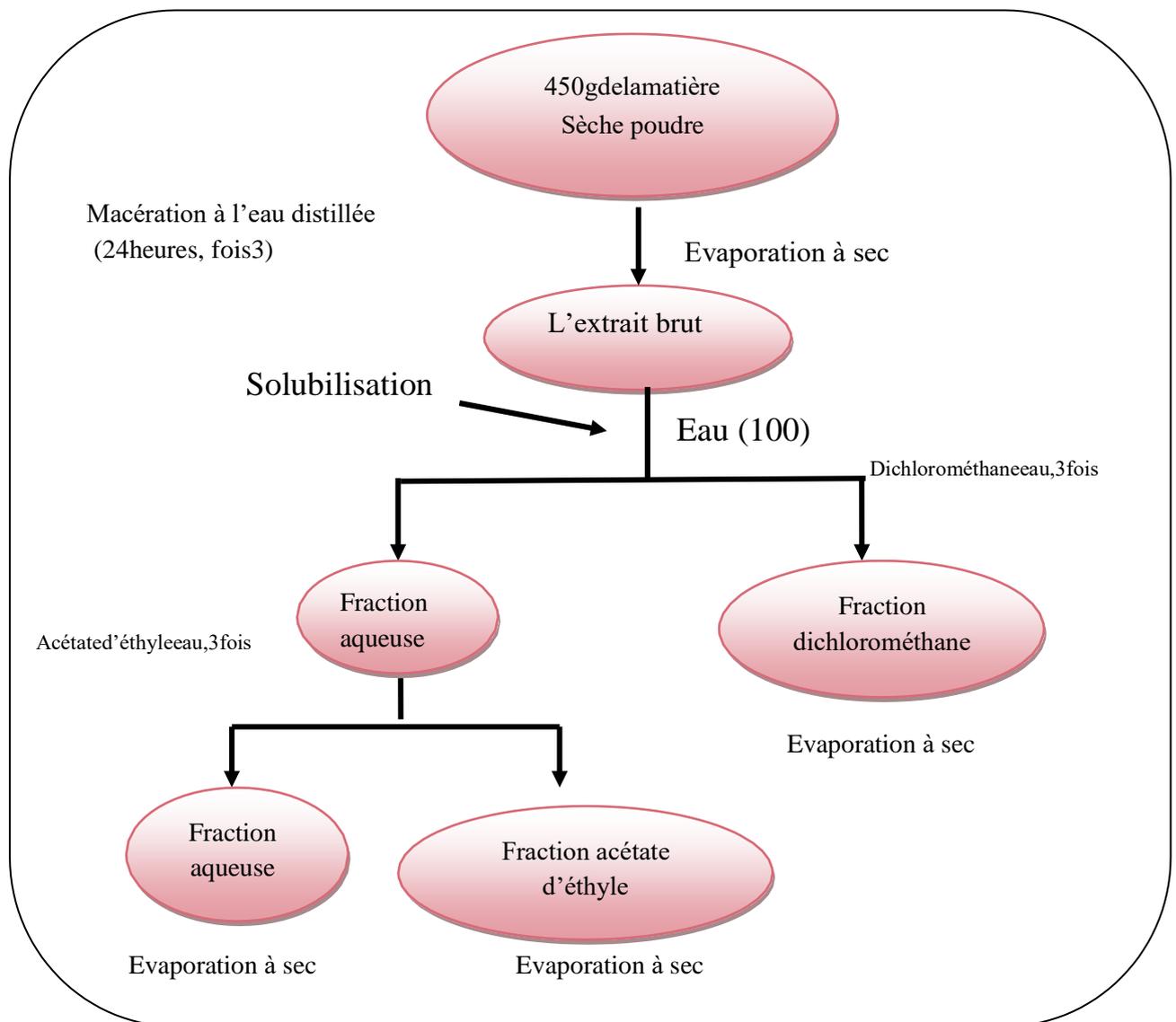


Schéma 01 : Extraction des polyphénols

1.3. Calcul du rendement

Le rendement d'extraction selon la norme **AFNOR**, est défini comme étant le rapport entre la masse en gramme de l'extrait brut sec et la masse en gramme de la matière végétale initiale sèche utilisée[16]. Il est exprimé en pourcentage et calculé par la formule suivante :

$$R(\%) = \left(\frac{M_0}{M_1} \right) \cdot 100$$

Avec :

M₀ : Masse en gramme de l'extrait brut sec.

M₁ : Masse en gramme de la matière végétale initiale sèche.

2. Extraction et caractérisation des HEs de *SM*

2.1. Extraction des HE

a. Matériel d'extraction

L'extraction de l'huile essentielle des fruits et feuilles de *SM* est réalisée à l'aide d'un dispositif d'hydrodistillation de type Clevenger[17].

Il est constitué d'un chauffe ballon, un ballon de 2L, une colonne de condensation de la vapeur (réfrigérant) et un collecteur en verre qui reçoit les extraits de la distillation. L'huile essentielle obtenue est conservée au Réfrigérateur dans un flacon en verre brun fermé hermétiquement à 4°C et à l'ombre[18].

b. Principe de l'extraction des HEs

L'huile essentielle du *SM* a été extraite au niveau du laboratoire de l'université de cheikh l'arbi (Algérie) par le procédé d'hydrodistillation. Cette technique est basée sur l'immersion d'un échantillon solide (végétal) dans l'eau portée à ébullition, la vapeur saturée d'HE traverse un serpentin ou elle se condense pour donner le distillat qui est composé de l'eau florale et d'HE [2].



Fig06 : Hydrodistillateur de type Clevenger.

$$R(\%) = \left(\frac{m}{m_0} \right) \cdot 100$$

R (%) : Rendement en huile essentielle en %.

m : Masse en grammes de l'huile essentielle.

m₀ : Masse en grammes du matériel végétal traité.

2.5. Les analyses (Paramètres physico-chimiques)

a. Détermination de l'indice de réfraction

L'indice de réfraction d'une huile essentielle est le rapport entre le sinus de l'angle d'incidence et le sinus de l'angle de réfraction d'un rayon lumineux de longueur d'onde déterminée, passant de l'air dans l'huile essentielle maintenue à une température constante[23]. L'indice de réfraction a été déterminé à l'aide d'un réfractomètre[24].

L'appareil est ajusté de manière à donner, à la température de 20 °C, une valeur de 1.333 pour l'eau distillée[23].

b. Potentiel d'hydrogène PH

La mesure du pH (potentiel d'hydrogène) révèle le nombre de proton présent dans une solution donc le degré d'acidité, cette mesure se fait sur une échelle comprise entre 0 et 14 à l'aide d'un pH-mètre. Lorsqu'on connaît que l'alcalinité favorise la prolifération bactérienne tandis que l'acidité la neutralise, on comprend clairement les pouvoirs antiseptiques et bactéricides des huiles essentielles[5].

Les HE de valeurs présentent un pH au voisinage de 5, ce qui explique leurs pouvoirs bactéricides. Le pH des HE (fruits et feuilles) du *SM* a été mesuré pour déterminer leurs degrés d'acidités et confirmer ainsi leurs capacités bactéricides.



Fig07 : Refractomètre d'Abbe avec contrôleur de température.



Fig08 : pH-mètre.

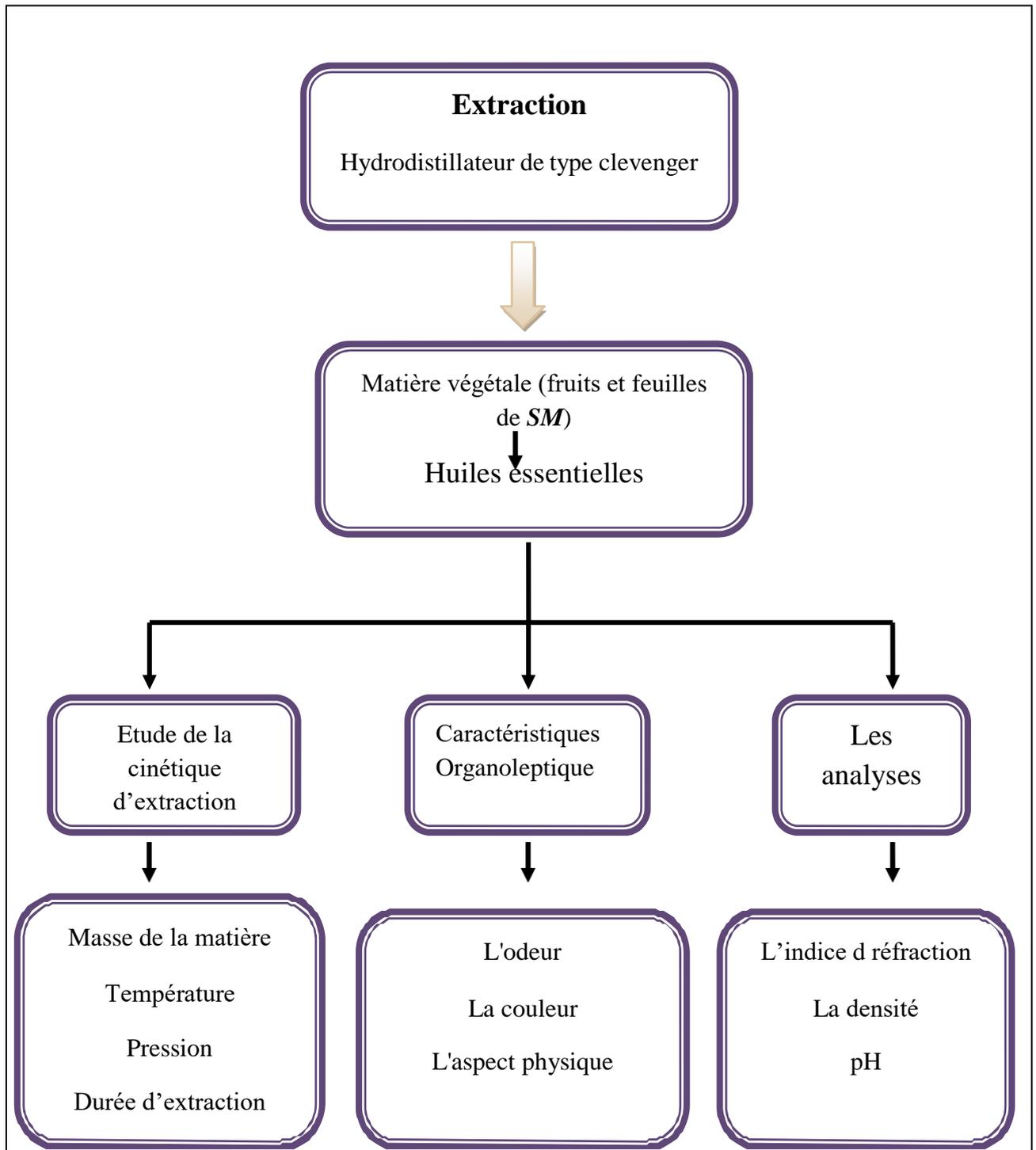
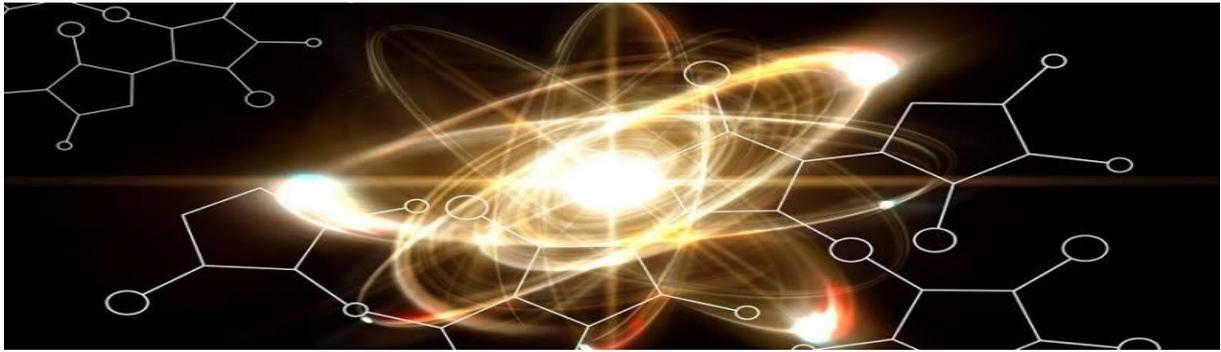


Schéma 02 : protocole d'Extraction et caractérisation des HEs de *SM*.



*Chapitre III : Evaluation du pouvoir
antioxydant et antimicrobien des
différents d'extraits et d'huiles
essentiels de plante*



1. Evaluation du pouvoir antioxydant des extraits et des HES de SM

Pour évaluer l'activité anti-oxydante de nos produits on a utilisé deux méthodes à savoir :

1.1. La méthode de piégeage du radical libre DPPH

a. Principe

Pour étudier l'activité antiradicalaire des différents extraits et d'huiles , nous avons opté pour la méthode qui utilise Le composé chimique 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle (α,α -diphényle- β -picrylhydrazyle) comme un radical[25], C'est un radical libre très stable à l'état cristallin et en solution[26],Il possède un électron non apparié sur un atome du pont d'azote du fait de cette délocalisation, les molécules du radical ne forment pas des dimères, i.e. DPPH• reste dans sa forme monomère relativement stable à température ordinaire (Fig.1)[27].

Le test consiste à mettre le radical DPPH (de couleur violette), en présence des molécules dites antioxydantes afin de mesurer leur capacité à le réduire. La forme réduite (diphénylepicyl-hydrazine : de couleur jaune) n'absorbe plus à 515 nm, ce qui se traduit par une diminution de l'absorbance[23].

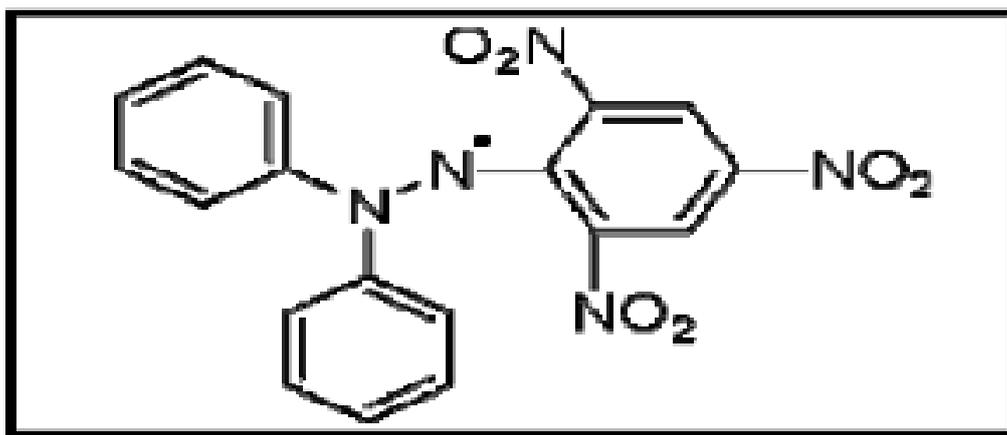


Fig09 Structure chimique du radical libre DPPH• (2,2DiPhenyle-1-PicrHydrazyle)

Dans le cas des composés phénoliques (Φ -OH), le mécanisme principal d'action est le piégeage des radicaux libres par le transfert de l'atome H sur le DPPH• alors transformé en molécule stable DPPH[27].

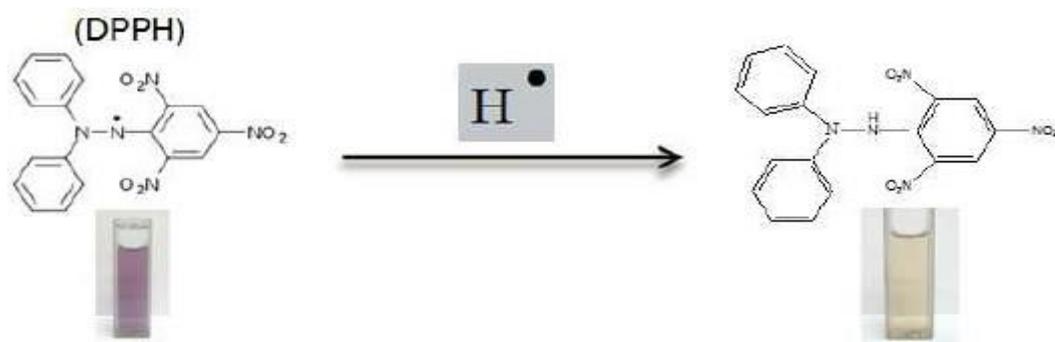


Schéma 03 : Réaction radicalaire de DPPH•.

b. Mode opératoire :

La méthode est réalisée par un test anti-radicalaire contre le DPPH mesuré au spectrophotomètre UV selon le protocole décrit dans la littérature. 1 ml de chaque solution méthanolique des extraits et des HEs à différentes concentrations ou de standard sont ajoutés (de 0,0 à 92 mg/ml), et ajoutés à 3 ml de la solution méthanolique à 0,004 % de DPPH•, un contrôle négatif est préparé en mélangeant 1 ml de méthanol avec 3 ml de la solution méthanolique de DPPH•[28].

La lecture de l'absorbance est faite contre un blanc préparé pour chaque concentration à 515 nm après 30 minutes d'incubation à l'obscurité et à la température ambiante. Les contrôles positifs sont représentés par des solutions d'antioxydants standards ; l'acide ascorbique dont les absorbances ont été mesurées dans les mêmes conditions que les échantillons[29].

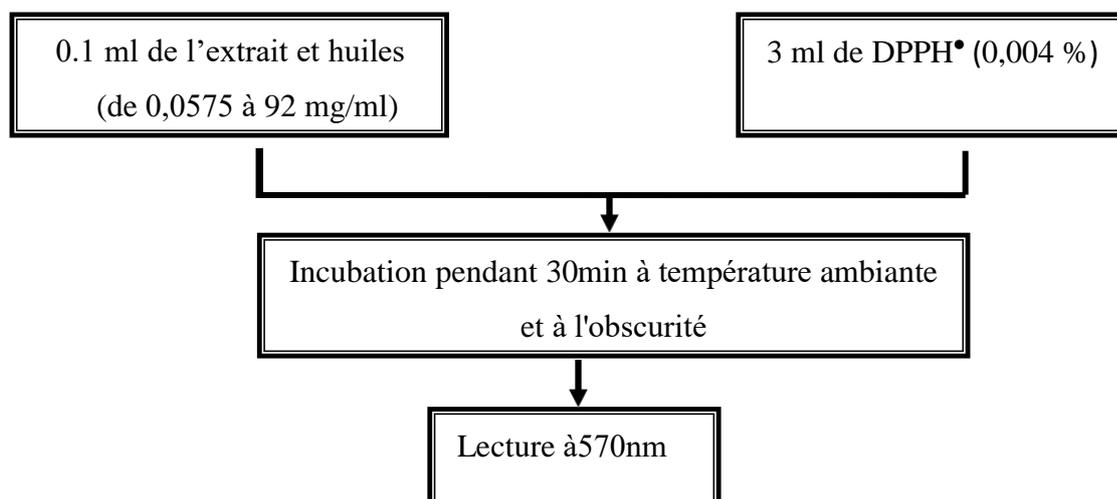


Schéma04 : dosage de DPPH

▪ Expression des résultats

a. Le pourcentage de réduction

Le pourcentage de réduction du radical libre DPPH est exprimé par la formule suivante :

$$\text{Pourcentage d'inhibition (\%)} = \left(\frac{\text{Abs } c - \text{Abs } e}{\text{Abs } c} \right) \times 100$$

Où :

Abs c : Absorbance du contrôle (la solution de DPPH• en absence de l'huile essentielle, l'extrait ou de l'acide ascorbique).

Abs e : Absorbance de la solution de DPPH• en présence de l'huile essentielle, ou de l'acide ascorbique[30].

b. Calcule des concentrations inhibitrices (IC50)

Pour chaque extrait et huiles nous avons déterminé la valeur IC50 qui est la concentration du substrat qui cause la perte de 50% de l'activité du DPPH. Les résultats peuvent être aussi exprimés en puissance antiradicalaire.

IC50 : Concentration de l'extrait et des HE nécessaire pour réduire à 50% la concentration initiale du radical DPPH[31].

1.2. Méthode de la réduction du fer (FRAP)

a. Principe

L'activité réductrice du fer des extraits et des huiles est déterminée selon la méthode décrite par Oyaizu (1986), Cette méthode est basée sur la réaction de réduction du Fe^{3+} présent dans le complexe ferrocyanure de potassium en Fe^{2+} [32], la réaction est révélée par le virage de la couleur jaune du fer ferrique (Fe^{3+}) en couleur bleu verte du fer ferreux (Fe^{2+}), l'intensité de cette coloration est mesurée par spectrophotométrie à 700nm[5].

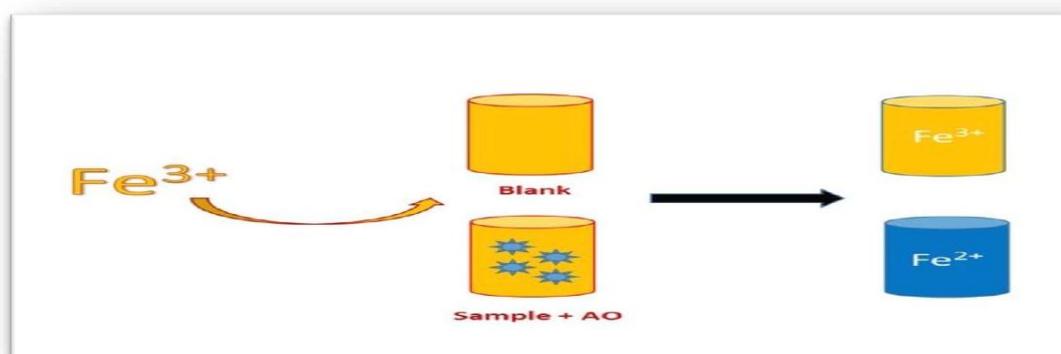


Fig10 : réduction du Fe^{3+}

a. Mode opératoire

Un millilitre de l'extrait et d'huiles à différentes concentrations (de 0,007 à 2,5mg/ml) est mélangé avec 2,5ml d'une solution tampon phosphate 0,2 M (pH 6,6) et 2,5ml d'une solution de ferricyanure de potassium $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ à 1, l'ensemble est incubé au bain-marie à 50°C pendant 20 min ensuite, 2,5ml d'acide trichloroacétique à 10% sont ajoutés pour stopper la réaction et les tubes sont centrifugés à 3000 rpm pendant 10min. Un aliquote (2,5ml) de surnageant est combinée avec 2,5ml d'eau distillée et 0,5ml d'une solution aqueuse de FeCl_3 à 0,1%. La lecture de l'absorbance du milieu réactionnel se fait à 700nm contre un blanc semblablement préparé, en remplaçant l'extrait par de l'eau distillée qui permet de calibrer l'appareil (UV-VIS spectrophotomètre). Le contrôle positif est représenté par une solution[33]. Le contrôle positif est représenté par une solution d'un antioxydant standard. Dans cette expérience, l'acide ascorbique est utilisé comme contrôle positif, aux mêmes concentrations choisies et dans les mêmes conditions expérimentales[34].



Fig11 : l'incubation et centrifugation.

L'augmentation de l'absorbance correspond à une augmentation du pouvoir réducteur des extraits testés.

a. Calcul des $CR_{0.5}$

Afin de comparer l'activité antioxydante des extraits et des huiles, nous avons calculé $CR_{0.5}$ qui est défini comme la concentration du substrat qui donne une absorbance 0.5 à 700nm qui représentée la réduction de 50% du fer.

Les $CR_{0.5}$ sont calculées graphiquement par la régression sigmoïdale des graphes tracés par le logiciel Origin 75 [35].

2. Evaluation du pouvoir antimicrobien des extraits et des HEs de SM

L'évaluation de l'activité antimicrobienne a été réalisée par la méthode de diffusion de disque où et Méthode de diffusion sur puits.

a. Stérilisation du matériel

L'eau distillée, le milieu de culture, les tubes à essai utilisés dans la préparation des solutions bactériennes et les disques en papier Wattman (6 mm de diamètre) enrobés dans du papier aluminium ont été stérilisés et l'autoclavé à 160°C pendant 1 heure [36].

b. Conservation des souches

Les souches bactériennes sont conservées dans des tubes stériles contenant la gélosenutritive [37].

a. Préparation du milieu de culture

Le milieu de culture approprié à cette étude est le milieu Muller-Hinton préparé comme suit : Dissoudre 38 g de la gélose Muller-Hinton dans un litre d'eau distillée. Faire bouillir avec agitation jusqu'à dissolution complète, puis auto-claver pendant 24h à 121°C, la gélose de Muller Hinton fondue est coulée dans des boîtes de Pétri de 9 cm de façon à obtenir une épaisseur de 4 mm.



Fig12: Préparation du milieu de culture

b. Ensemencement des boîtes

Couler les boîtes de pétri stériles de 90 mm de diamètre par la gélose de Muller Hinton stérile prêt à l'usage.

Laisser les boîtes entrouvertes devant la flamme jusqu'à complète solidification. Ensemencer des boîtes de pétri préalablement ont été ensemencées chaque bactérie[37].



Fig13 : Ensemencement bactérien.

2.1. Méthode de diffusion sur disque

Les disques imprégnés d'extraits sont déposés délicatement sur la surface de la gélose inoculée à l'aide d'une pince stérile. De même les antibiogrammes réalisés avec des disques contenant des antibiotiques (témoin positif) appropriés prêts à l'emploi ont été utilisés pour la comparaison avec les résultats de l'extrait et d'huiles testés [38]. Finalement, les boîtes de Pétri sont incubées pendant 18 à 24 heures à 37° [39].

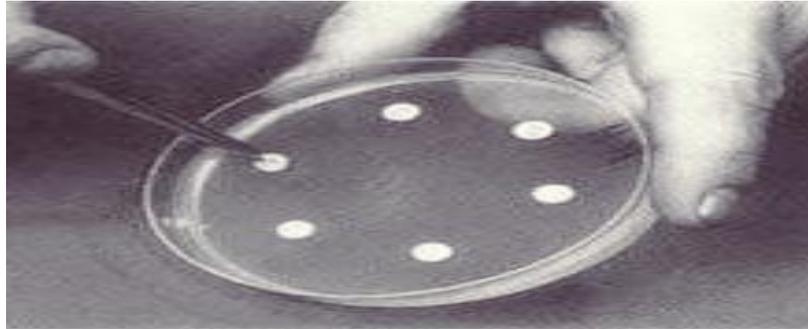


Fig14 : Méthode de diffusion sur disque

2.2. Méthode de diffusion sur puits

C'est la technique de dilution en gélose par la détermination des l'extrait et d'huiles pour chaque boîte de pétri préalablement Ensemencée, deux puits ont été réalisés à l'aide d'une pipette pasteur aux quels attaché sans injecter 30ul et 40ul respectivement ,Incubé à 37°C pendant 24 heures Après incubation l'activité anti bactérienne est déterminée en termes de diamètre de la zone d'inhibition produite autour des puits[17].

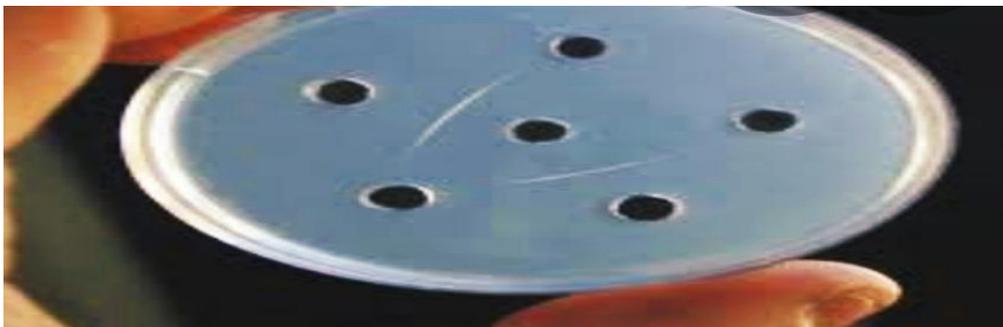


Fig15 : Méthode de diffusion sur puits

2.3. Lecture

L'apparition d'une zone claire autour des puits (à l'intérieur duquel aucune croissance bactérienne n'est observée) indique l'action antibactérienne de l'extrait de la plante vis-à-vis la souche bactérienne testée. Les diamètres de la zone claire sont mesurés à l'aide d'une règle graduée, et les résultats obtenus sont exprimés en millimètre. Les bactéries seront classées selon le diamètre d'inhibition dans l'une des catégories suivantes: résistance, sensibilité limitée, sensibilité moyenne et très sensible [5] comme le montre le **tab5**.

Tab05 : Sensibilité et degré d'activité selon le diamètre d'inhibition.

Diamètre du halo d'inhibition (X)	Degré de sensibilité des germes.	Résultats
$X \leq 8 \text{ mm}$	Résistante	-
$8 \text{ mm} < X < 14 \text{ mm}$	Sensibilité limitée	+
$14 \text{ mm} < X < 20 \text{ mm}$	Sensibilité moyenne	++
$X \geq 20 \text{ mm}$	Très sensible	+++

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Boumizez, N., A. Rouibah, And M.E. Roula, Molécules Bioactives Et Recherche De L'activité Antioxydante Et Antimicrobienne Des Extraits De Lantana Camara Et Schinus Molle. 2016, Université De Jijel.
2. Asmaa, O. And A. Rabiaa, Caractérisation Et L'effet De L'époque De Récolte Sur La Composition Des Huiles Essentielles De Schinus Molle L. 2018.
3. Robert, H. And K. Khodorowsky, 1 De L'arbre À La Théière, In Les Vertus Santé Du Thé. 2021, Edp Sciences. P. 1-24.
4. Dieye, P.I., Et Al., Étude Corrélée De L'activité Antibactérienne Et Antifongique Des Extraits De Jatropha Chevalieri Et De Cordylla Pinnata, Et De Leurs Profils Chromatographiques. Journal Of Applied Biosciences. 158: P. 16396-16410.
5. Hatem, B., Etude De " Juniperus Phoenicea L" De La Région De Tébessa: Composition Chimique Activités Antioxydates, Et Activité Microbiologiques. 2016.
6. Fawer, C.-L., A. Torrado, And J. Guignard, Maturation Of Renal Function In Full-Term And Premature Neonates. Helvetica Paediatrica Acta, 1979. 34(1): P. 11-21.
7. Provansal, M., Et Al., Le Régime Du Rhône Dans L'antiquité Et Au Haut Moyen Age. Gallia, 1999: P. 13-32.
8. Trease, G. And W. Evans, A Text Book Of Pharmacognosy. Elsb Baillere Tindal. 1987, Oxford.
9. Bruneton, J., Toxic Plants Dangerous To Humans And Animals. 1999: Intercept Limited.
10. Fournet, A., Et Al., Les Chimanines, Nouvelles Quinoléines Substituées En 2, Isolées D'une Plante Bolivienne Antiparasitaire: Galipea Longiflora. Journal Of Natural Products, 1993. 56(9): P. 1547-1552.
11. Memelink, J., R. Verpoorte, And J.W. Kijne, Organization Of Jasmonate-Responsive Gene Expression In Alkaloid Metabolism. Trends In Plant Science, 2001. 6(5): P. 212-219.
12. Brahim, B., Et Al., Attia Mohammed El Hadi (Univ. El-Oued, Algeria).
13. Rahmani Meryem, C.H., Etude De L'activité Antioxydants Et Antimicrobienne Des Extraits De Morus Nigra. 2020.
14. Kallela, K., G. Riganea, And R.B. Salema, Etude Comparative Des Methodes D'extraction Appliquees Dans L'optimisation Des Composes Phenoliques Dans Les Plantes Médicinales. Indexing And Abstracting: P. 118.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

15. Zhao, K., P.-J. Xue, And G.-Y. Gu, Study On Determination Of Reducing Sugar Content Using 3, 5-Dinitrosalicylic Acid Method [J]. Food Science, 2008. 8: P. 128.
16. Mere, S.T.O., H. Batamoussi, And S. Biaou, Effets Des Extraits Biologiques Du Faux Ashoka (*Polyalthia Longifolia*) Utilises Comme Hormone De Croissance Sur La Reprise Des Greffons Et La Croissance Des Jeunes Plants Greffes D'anacardier En Pepiniere. Agronomie Africaine, 2021. 33(1): P. 33-43.
17. Tajeddine, N.N., Anti-Microbial Study Of Schinus Molle L. Fruit Essential Oil Western Algerian Region. Rhazes: Green And Applied Chemistry, 2021. 11: P. 108-117.
18. Fadil, M., Et Al., Optimisation Des Paramètres Influençant L'hydrodistillation De *Rosmarinus Officinalis* L. Par La Méthodologie De Surface De Réponse Optimization Of Parameters Influencing The Hydrodistillation Of *Rosmarinus Officinalis* L. By Response Surface Methodology. J. Mater. Environ. Sci, 2015. 6(8): P. 2346-2357.
19. Amrani, A., Et Al., Evaluation Of Antidiabetic, Dermatoprotective, Neuroprotective And Antioxidant Activities Of *Chrysanthemum Fontanesii* Flowers And Leaves Extracts. Biocatalysis And Agricultural Biotechnology, 2019. 20: P. 101209.
20. Li, Y., Et Al., Microwave-Assisted Extraction Of Antioxidants And Food Colors, In Microwave-Assisted Extraction For Bioactive Compounds. 2012, Springer. P. 103-125.
21. Hameurlaine, M., Apprentissage Automatique Et Extration De Connaissance À Partir De Base Dedonnées Complexes. 2009, Université De Laghouat-Amar Telidji.
22. Nea, F., Etude Phytochimique Et Biologique De Deux Plantes Médicinales De Côte D'ivoire: *Lantana Camara* Et *Lantana Rhodesiensis* (Verbenaceae). 2021, Université De Liège, Gembloux, Belgique.
23. Attou, A., Contribution À L'étude Phytochimique Et Activités Biologiques Des Extraits De La Plante *Ruta Chalepensis* (Fidjel) De La Région D'ain Témouchent. 2011.
24. Figueredo, G., Etude Chimique Et Statistique De La Composition D'huiles Essentielles D'origans (Lamiaceae) Cultivés Issus De Graines D'origine Méditerranéenne. 2007, Université Blaise Pascal-Clermont-Ferrand Ii.
25. Slama, I., Et Al., Effects Of Salt Treatment On Growth, Lipid Membrane Peroxidation, Polyphenol Content, And Antioxidant Activities In Leaves Of *Sesuvium Portulacastrum* L. Arid Land Research And Management, 2017. 31(4): P. 404-417.
26. Kim, Y. And L.-S. Kim, 64-Bit Carry-Select Adder With Reduced Area. Electronics

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Letters, 2001. 37(10): P. 614-615.
27. Popovici, C., I. Saykova, And B. Tylkowski, Evaluation De L'activité Antioxydant Des Composés Phénoliques Par La Réactivité Avec Le Radical Libre Dpph. 2010.
 28. Atoui, A.K., Et Al., Tea And Herbal Infusions: Their Antioxidant Activity And Phenolic Profile. Food Chemistry, 2005. 89(1): P. 27-36.
 29. Seladji, M., Etude Phytochimique, Activités Antioxydanteset Antimicrobiennes Des Extraits De Cinq Plantes Médicinale Et Analyses De Leur Huilles Essentielles. 2015.
 30. Souza, G., Et Al., Assessment Of The Antibacterial, Cytotoxic And Antioxidant Activities Of Morus Nigra L.(Moraceae). Brazilian Journal Of Biology, 2018. 78(2): P. 248-254.
 31. Sabrina, B., Activité Antimicrobienne, Antioxydante Et Anticoccidienne Des Extraits Phénoliques De Quelques Plantes Médicinales Locales. 2021.
 32. Oyaizu, M., Studies On Products Of Browning Reaction Antioxidative Activities Of Products Of Browning Reaction Prepared From Glucosamine. The Japanese Journal Of Nutrition And Dietetics, 1986. 44(6): P. 307-315.
 33. Bougandoura, N. And N. Bendimerad, Evaluation De L'activité Antioxydante Des Extraits Aqueux Et Méthanolique De Satureja Calamintha Ssp. Nepeta (L.) Briq. Nature & Technology, 2013(9): P. 14.
 34. Ch, R.K., Y. Madhavi, And T. Raghava Rao, Evaluation Of Phytochemicals And Antioxidant Activities Of Ceiba Pentandra (Kapok) Seed Oil. J Bioanal Biomed, 2012. 4: P. 068-073.
 35. Harouche, S. And S.E. Salem, Evaluation De L'activité Biologique De L'extrait Brut Du Lichen Evernia Prunastri (L.) Ach. 2017, Université De Jijel.
 36. Do Evangelho, J.A., Et Al., Antibacterial Activity, Optical, Mechanical, And Barrier Properties Of Corn Starch Films Containing Orange Essential Oil. Carbohydrate Polymers, 2019. 222: P. 114981.
 37. Ines, K. And M.Y.B. Zhour, Effet D'extraits De Quelques Légumineuses Sur Quelques Bactéries Responsables De Toxi-Infection Alimentaires. 2019.
 38. Khalid, A., Et Al., The Anaerobic Digestion Of Solid Organic Waste. Waste Management, 2011. 31(8): P. 1737-1744.
 39. Ahoyo, T., Et Al., Etude De La Qualité Bactériologique Des Aliments Vendus Sur Le Campus De L'université D'abomey Calavi Au Bénin. International Journal Of Biological And Chemical Sciences, 2010. 4(4).



Résultats et discussion



I. Révélation Phytochimique (Screening)

Nous avons commencé notre étude phytochimique de la plante « *Schinus Molle* » par des tests effectués au laboratoire, pour qu'on puisse caractériser les différentes familles de composés chimiques contenu dans notre plante. Les résultats des essais réalisés sur les feuilles sont regroupés dans les tableaux suivants :

Tab 06 : Résultats expérimentaux des tests phytochimiques de l'extrait aqueux effectués sur les feuilles de SM.

Classes recherchées	Etat de test	Image	Résultat final
Amidon	-		Absence
Saponosides	+		Présence
Tanins	+		Présence
Anthraquinones	-	/	Absence

Tab 07 : Résultats expérimentaux des tests phytochimiques de l'extrait éthanolique effectués sur les feuilles de SM.

Classes recherchées	Etat de test	Image	Résultat final
Flavonoïdes	+++		Présence
Alcaloïdes sels	+	/	Présence
Tanins cathéchiques	+		Présence
Composés réducteurs	+++		Présence

✚ Test négatif (-), test positif (+), test faiblement positif (++) , test fortement positif (+++).

Les résultats cités dans les tableaux, montrent l'existence des flavonoïdes et des composés réducteurs avec des quantités importantes. Et l'existence des alcaloïdes sels et des tanins, Saponosides en faibles quantités dans les feuilles de *schinus molle*.

D'autre part, ces tableaux montrent l'absence de l'amidon et des anthraquinones.

II. Résultat d'extraction

1. Rendements Des Extractions

1.1. Rendement des Extraits phénoliques

Nous avons traité l'extrait aqueux brut de notre plante par des solvants de polarité croissante qui nous a permis d'obtenir trois extraits avec des rendements acceptables dans l'ensemble, comme il est indiqué dans le tableau suivant :

Tab 08 : Rendement des Extraits phénoliques de feuilles de SM.

Extraits	BR	DCM	ACET	AQ
R %	37.01%	0.67%	11.52%	54.38%

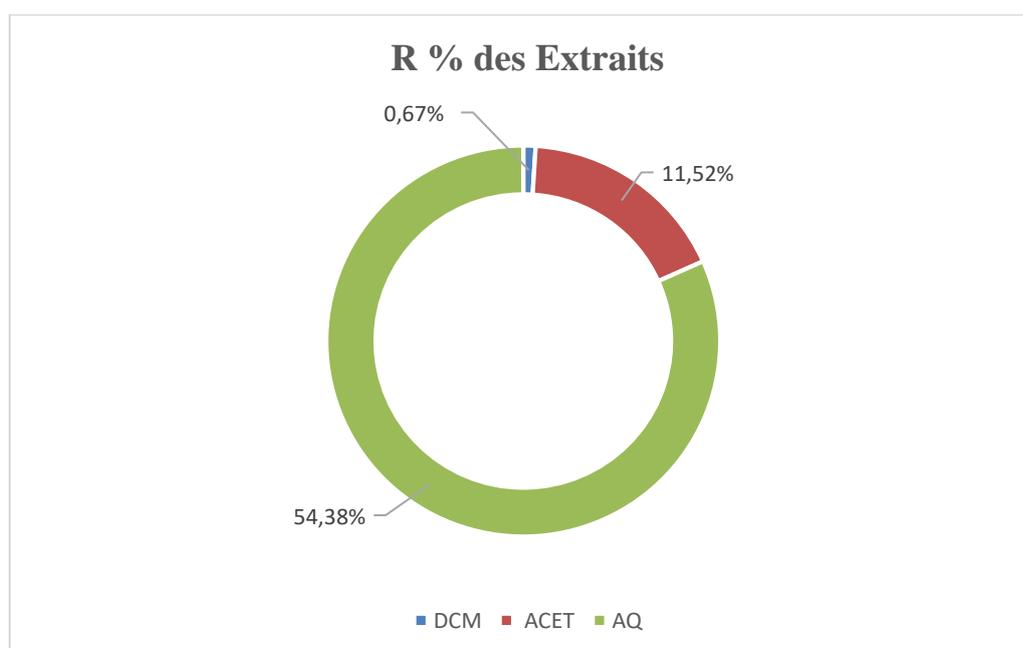


Fig 16 : diagramme représentatif des rendements des extraits de *S. Molle*.

Le rendement le plus élevé a été observé avec l'extrait aqueux (54.38 %) suivi par l'extrait acétate d'éthyle (11.52 %), Alors que l'autre extrait du dichlorométhane a été obtenu avec un rendement très faible (0.67%). La quantité des polyphénols de l'extrait sec varie selon le solvant d'extraction, Le coefficient de diffusion du solvant, Une plante en comparaison à une autre de la même famille et en fonction des paramètres d'extraction de ces composés.

1.2. Rendement des huiles essentielles

Les rendements en huiles essentielles des parties aériennes de *SM*. Obtenues par hydrodistillation, ont été calculés en fonction de la masse du matériel végétal traité (1500g). Les résultats sont mentionnés dans la figure et le tableau suivants :

Tab 09 : Rendement des HEs de feuilles et baies de *SM*.

<i>Schinus molle</i>	Feuilles	Fruits (Baies)
R %	2.17%	3.70 %

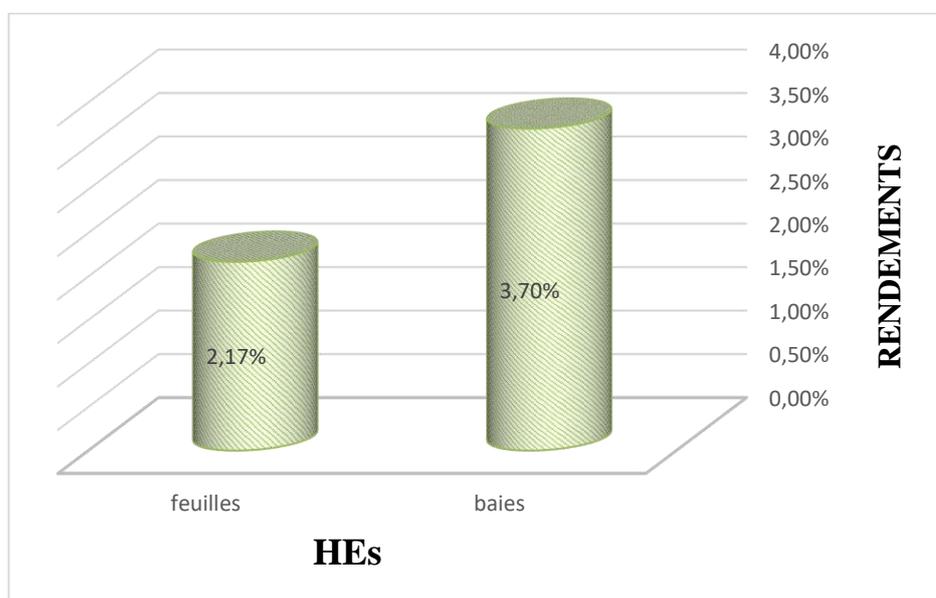


Fig 17 : Histogramme représentatif des rendements des **HEs** de la partie aérienne de la plante *S. Molle*.

D'après l'histogramme (Fig 17), une différence importante et bien nette entre le rendement des deux espèces a été démontré, on constate que l'extraction de HE à partir des feuilles donnent un rendement de (2.17 %) et les fruits donnent un grand rendement que celles des feuilles avec une valeur de (3.70 %) Cela peut s'expliquer par la concentration d'huiles essentielles dans les baies. Ces dernières sont des grains charnus avec une chair épaisse et

sphérique et un mésocarpe. Même après la récolte, elles entraveront la volatilité des huiles essentielles. (Par conséquent, les baies sont écrasées)

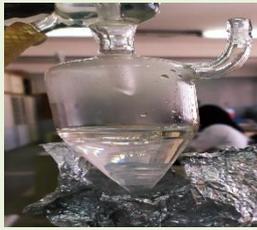
Par ailleurs, nos résultats sont parmi les plus élevés trouvés jusqu'à présent.

2. Caractérisation des huiles essentielles de *Schinus molle*

2.1. Caractéristiques organoleptiques d'huiles essentielles de SM

Le tableau suivant regroupe les caractéristiques des HEs des feuilles et fruits de la plante étudiée :

Tab 10 : Caractères organoleptiques des HEs des feuilles et des fruits.

HE	Fruit	Feuille
Couleur	Jaune pale 	Jaune claire limpide 
Odeur	Poivre	Poivre
Aspect	Liquide	Liquide
Volume	67 ml 	43 ml 

2.2. Les analyses (Paramètres physico-chimiques)

Tab 11 : Les valeurs expérimentales des Propriétés physicochimique des HEs des feuilles et fruits de la plante étudié.

HEs	Feuilles	Fruits
Indice de réfraction	1 ,49181	1 ,476745
PH	4.567	3.88
Densité	0.985	0.835
Siccativité	Siccatif	Demi-siccatif

Le tableau ci-dessus exprime plusieurs résultats liés aux propriétés physicochimiques des HEs.

On remarque que les indices de réfraction sont un peu élevés que celui de l'eau ($IR_{\text{eau}} = 1.3331$ le repère). Surtout, concernant les feuilles, où l'IR est supérieur ($IR_{\text{feuilles}} = 1.49181$). Les indices de réfraction des HEs mesurés à 20 °C. Ces valeurs montrent que celles des feuilles sont siccatives (les huiles siccatives ont des indices de réfraction compris entre 1,480 et 1,523) [1], tandis que celles des fruits sont demi-siccatives. (Les huiles demi-siccatives ont des indices de réfraction compris entre 1,470 et 1,476 et les non siccatives ont des indices de réfraction compris entre 1,468 et 1,470) [1] Ces valeurs d'indices sont liées à l'insaturation est influencé par l'acidité de ces huiles.

Les valeurs de pH des fruit et feuilles sont aux voisinages de $pH = 5$ ce qui exprime leur acidité et confirme leur capacité bactéricide.

III. L'activités biologique

1. Activité antioxydante

1.1. Test DPPH●

L'utilisation du radical libre DPPH● fournit un moyen simple et rapide d'évaluer l'activité antioxydante.

L'évaluation de la capacité des huiles essentielles de *SM* de piéger le radical libre DPPH● a été réalisée en mesurant l'absorbance de ce dernier en présence de différentes

concentrations d'HE et d'extraits. Après l'ajout d'échantillons, le DPPH• passe du violet au jaune pour prouver sa capacité antioxydante.



Fig 18 : Virage de la couleur violette du radical libre **DPPH•** au jaune après l'ajout des HEs et extraits de *SM*.

❖ **Dosage spectroscopique :**

IC₅₀ (concentration inhibitrice de 50 %), aussi appelée EC₅₀ (*Efficient concentration*50), est la concentration de l'échantillon testé nécessaire pour réduire 50% du radical DPPH.

Les IC₅₀ sont calculées graphiquement par des pourcentages d'inhibition en fonction de différentes concentrations des extraits testées [2].

Les valeurs d'IC₅₀ sont rapportées sur l'histogramme suivant, Selon les résultats obtenus, les quatre échantillons testés ont présenté des valeurs d'IC₅₀ inférieures à 144 mg/mL, indiquant un bon potentiel antioxydant donc un bon piègeur de radicaux libres. Parmi ces échantillons, celles de l'extrait aqueux et de l'extrait acétate d'éthyle ont montrées une plus grande capacité de piégeage du radical libre **DPPH•**.

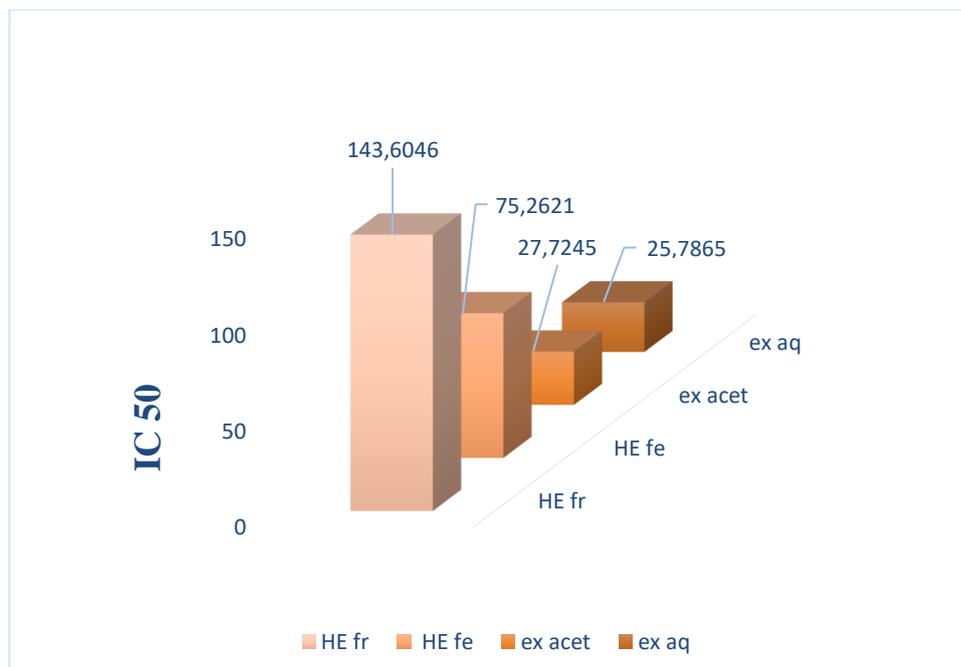


Fig 19 : Histogramme représentatif des **IC₅₀** des échantillons testés.

On remarque :

La capacité de piégeage la plus élevée du DPPH • a été observée pour l'extrait aqueux avec une valeur de $IC_{50} = 25.7865$ mg/ml suivie par la valeur de l'extrait acétate d'éthyle $IC_{50} = 27.7245$ mg/ml.

Les deux **HEs** des feuilles et fruits ont exhibées des pouvoirs moins importants, avec des valeurs d'**IC₅₀** respectivement de 75.2621 mg/ml et 143.6046 mg/ml.

Pour déterminer l'échantillon ayant la meilleure activité antioxydante nous avons élaboré les graphes illustrés sur la Fig 20, qui représentent la variation du pourcentage de réduction de DPPH• en fonction de la concentration des huiles essentielles et des extraits de SM avec l'acide ascorbique comme standard.

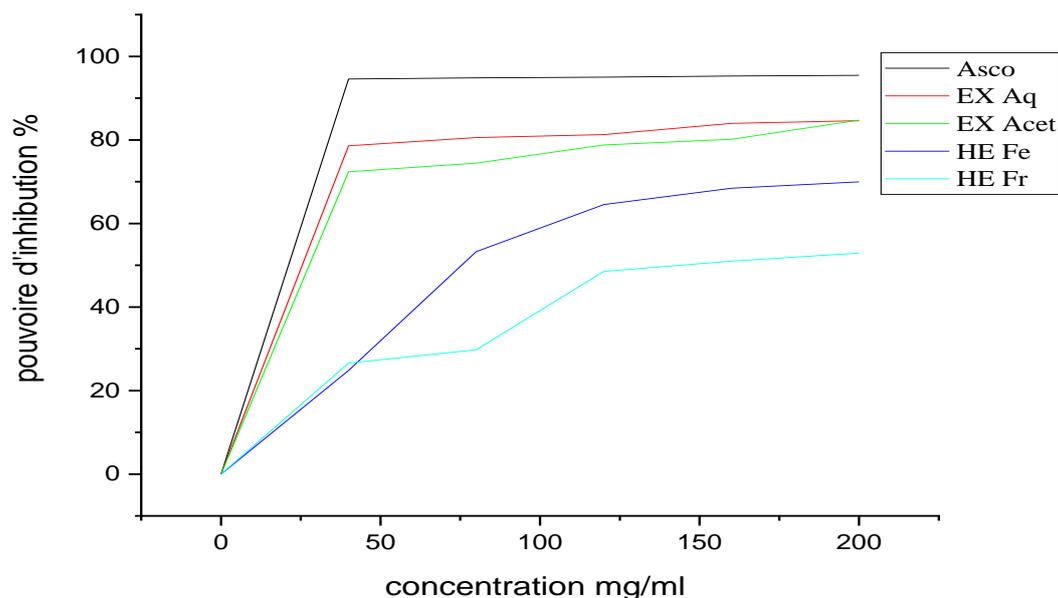


Fig 20 : Représentation graphique de la variation du pouvoir d'inhibition du radical libre **DPPH•** en fonction des différentes concentrations des extraits et **HE** de *Schinus Molle* avec **l'acide ascorbique** comme standard.

Lorsque le **DPPH•** accepte un proton donné par un complexe antioxydant, il est réduit et vire du violet au jaune, ce qui peut être quantifié à partir du changement de sa valeur d'absorbance [3]. La figure ci-dessous montre les résultats de mesure de pourcentage d'inhibition du radical **DPPH•** en fonction de concentration des composés testés. À partir d'une concentration de 5 mg/ml de solution mère, ces résultats montrent que le pourcentage d'inhibition du radical libre augmente avec l'augmentation de la concentration du produit testé (HEs ou extraits).

On observe que le pourcentage d'inhibition de l'extrait aqueux (84.72 %) est plus élevé et significatif à celui de l'extrait d'acétates d'éthyle (84.6 %) pour toutes les concentrations et que le pourcentage d'inhibition de l'huile essentielle des fruits (52.92 %) est plus faible que celui de l'huile essentielle des feuilles (69.96 %).

La substance de référence est l'acide ascorbique. Ces tests ont été réalisés systématiquement en triplicata pour chaque échantillon.

1.2. Test de FRAP

Pour confirmer le potentiel antioxydant évalué précédemment par le test **DPPH•** un autre test a été élaboré. Ce dernier est représenté par la réduction de fer par la méthode **FRAP**. Les résultats du pouvoir réducteur de fer des extraits de *Schinus Molle* et de l'acide ascorbique sont représentés dans les figures ci-dessous :

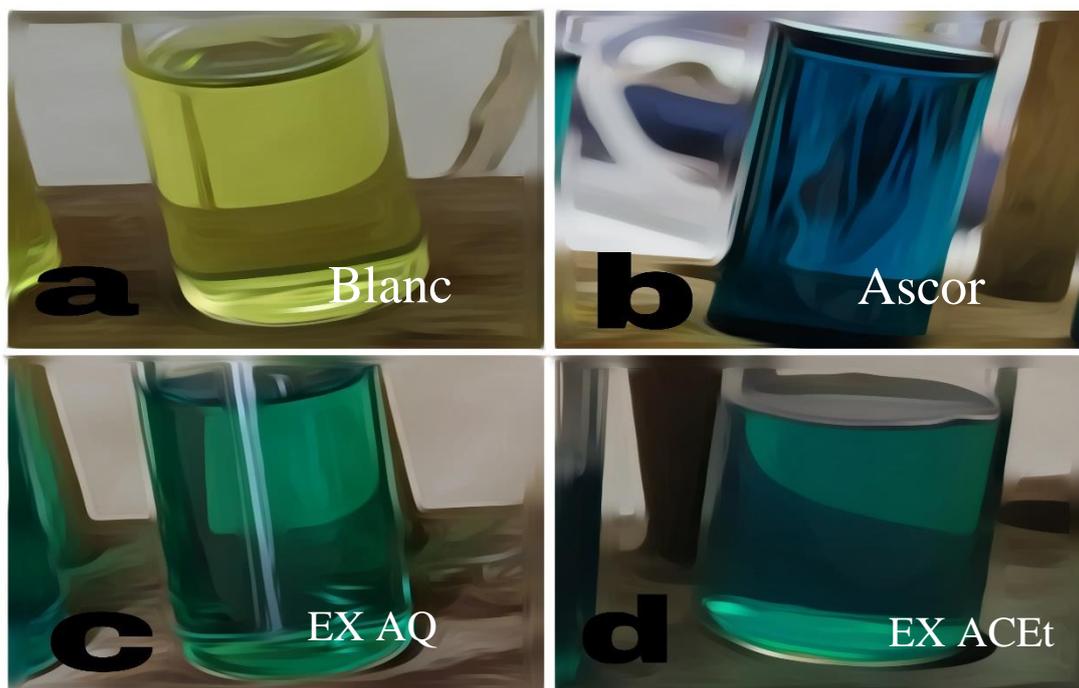


Fig 21 : Changement de la couleur jaune du ferricyanure de potassium vers la couleur bleu
En présence de l'acide ascorbique et les extraits de *SM*.

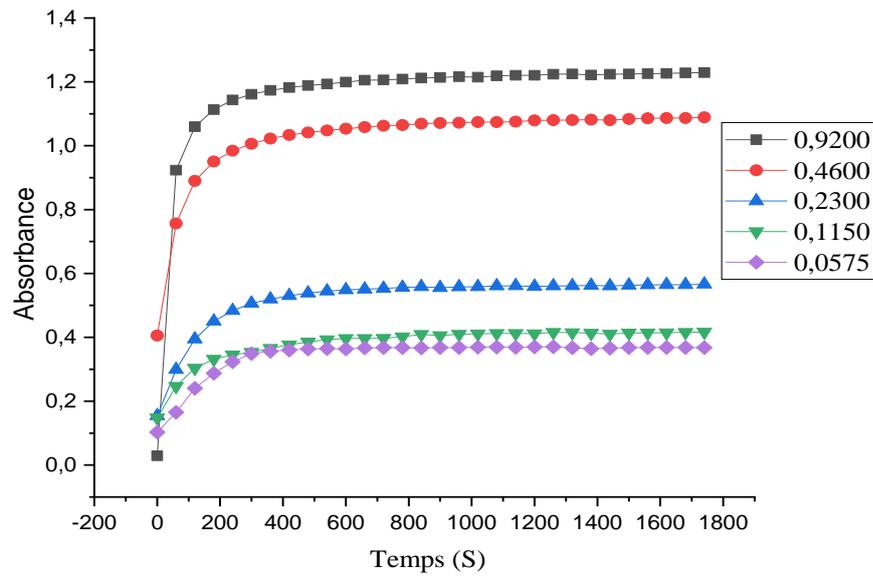


Fig 22 : Suivi cinétique de l'effet de l'extrait aqueux des feuilles de *Schinus Molle* sur la réduction du fer ferrique.

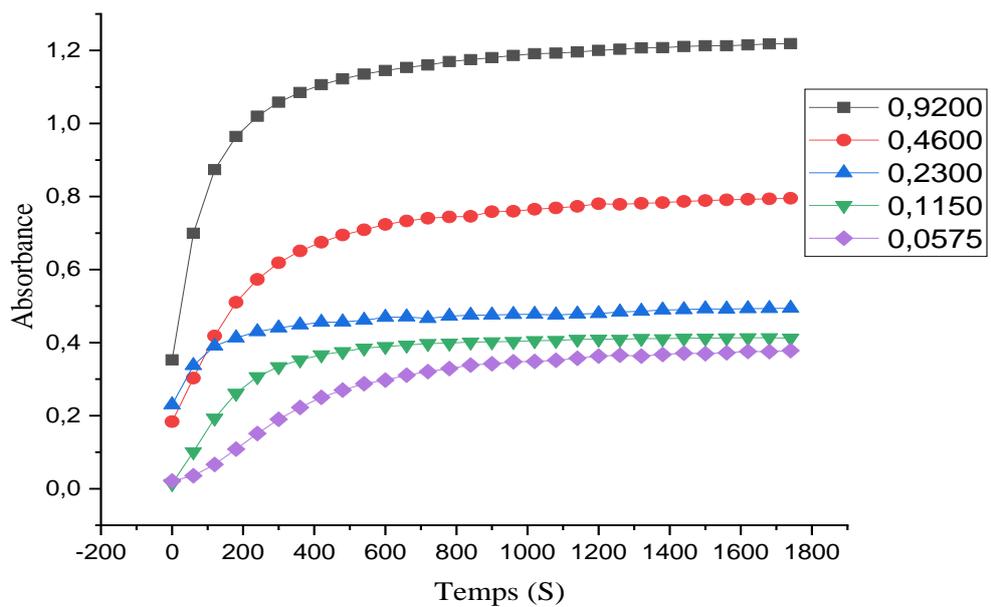


Fig 23 : Suivi cinétique de l'effet de l'extrait acétate d'éthyle des feuilles de *Schinus Molle* sur la réduction du fer ferrique.

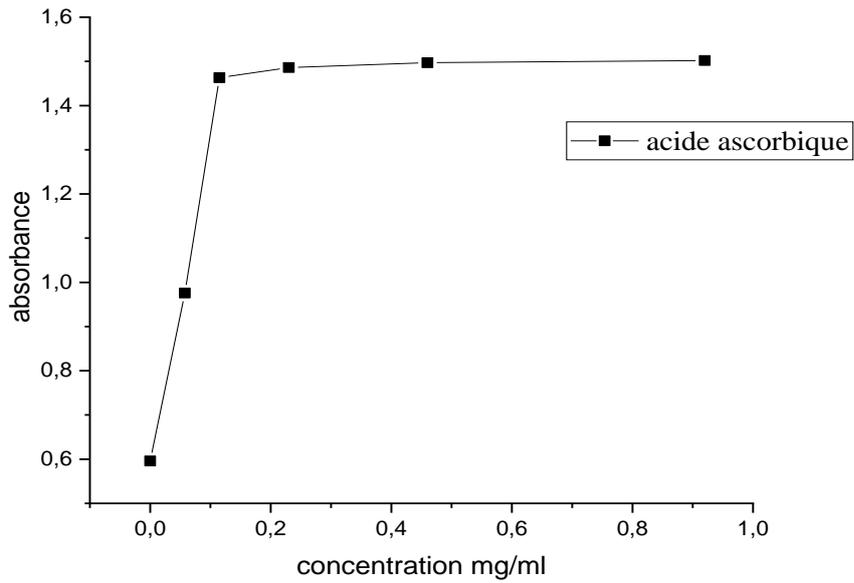


Fig 24 : Courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique.

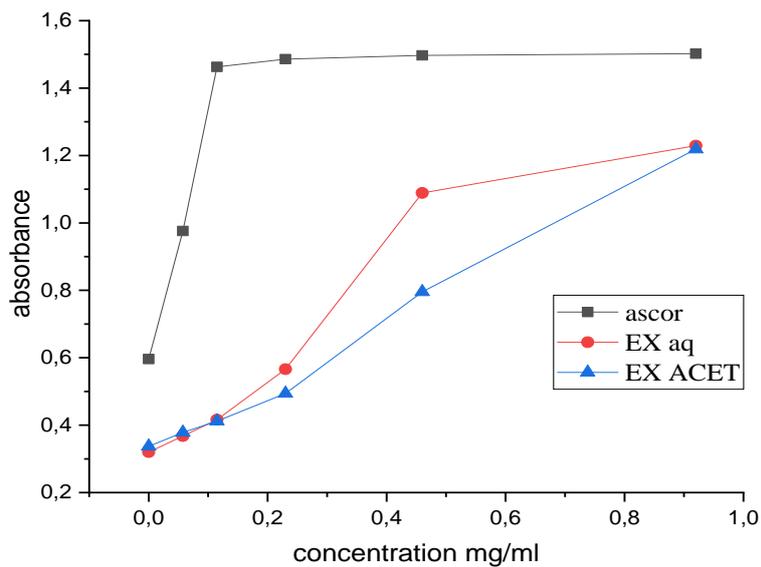


Fig 25 : Pouvoir réducteur des extraits et de l'acide ascorbique.

Les courbes obtenues montrent, que l'augmentation de l'absorbance est proportionnelle aux concentrations et au temps, ce qui peut s'expliquer par la présence

probable de composés antioxydants capables d'offrir des électrons, réduisant ainsi le Fe^{3+} en Fe^{2+} . Les résultats obtenus, indiquent que tous les extraits testés possèdent un pouvoir réducteur plus important. À une concentration de 9,2 mg/ml les deux extraits présentent une absorbance maximale de 1.2367. Cependant, on observe que l'extrait aqueux à une activité antioxydante supérieure à celle de l'extrait acétate d'éthyle.

2. Evaluation activités antibactériennes

2.1. Diamètres des zones d'inhibition des différents extraits et des HEs de SM

L'évaluation de l'activité antibactérienne des extraits acétate d'éthyle et aqueux de *Schinus molle* par l'estimation du diamètre de la zone d'inhibition, exprimé en mm, cette étude a été tester vis-à-vis de quatre souches bactériennes via la méthode diffusion sur gélose (puits et disques). Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tab 12 : Diamètres des zones d'inhibition des HEs et extraits de SM.

		Diamètre d'inhibition (mm)				
		HE			Extrait	
	Méthode de diffusion	Bactéries	Fruits	Feuilles	Acétate d'éthyle	Aqueuse
Bactéries à Gram positif	Disques	<i>Staphylococcus aureus</i>	10mm	15mm	10mm	7.5mm
		<i>Bacillus cereus</i>	30mm	12mm	9.5mm	11mm
	Puits	<i>Staphylococcus aureus</i>	12mm	10mm	17.5mm	13mm
		<i>Bacillus cereus</i>	/	13.5mm	18.5mm	16mm
Bactéries à Gram négatif	Disques	<i>Escherichia coli</i>	/	/	/	/
		<i>Salmonella</i>	/	/	/	/
	Puits	<i>Escherichia coli</i>	27mm	17mm	/	/

		<i>Salmonella</i>	21mm	14mm	18mm	30mm
--	--	-------------------	------	------	------	------

Tab 13 : degrés de sensibilité des extraits et des HEs.

		Degré de sensibilité				
		HE			Extrait	
	Méthode de diffusion	Bactéries	Fruits	Feuilles	Acétate d'éthyle	Aqueuse
Bactéries à Gram positif	Disques	<i>Staphylococcus aureus</i>	Sensibilité limitée	Sensibilité moyenne	Sensibilité limitée	Résistante
		<i>Bacillus cereus</i>	Très sensible	Sensibilité limitée	Sensibilité limitée	Sensibilité limitée
	Puits	<i>Staphylococcus aureus</i>	Sensibilité limitée	Sensibilité limitée	Sensibilité moyenne	Sensibilité limitée
		<i>Bacillus cereus</i>	/	Sensibilité limitée	Sensibilité moyenne	Sensibilité moyenne
Bactéries à Gram négatif	Disques	<i>Escherichia coli</i>	/	/	/	/
		<i>Salmonella</i>	/	/	/	/
	Puits	<i>Escherichia coli</i>	Très sensible	Sensibilité moyenne	/	/
		<i>Salmonella</i>	Très sensible	Sensibilité limitée	Sensibilité moyenne	Très sensible

L'étude effectuée montre que les extraits et les huiles de la plante ont été très actifs sur les bactéries *Staphylococcus aureus* et *Bacillus cereus* avec les deux méthodes ; par contre avec les bactéries *E. coli* et *Salmonella*, qui n'ont pas donné de résultats notables avec les deux méthodes sauf l'huile essentiel de fruits et l'extrait aqueux qui ont montré un comportement bactéricide au sens propre du mot sur la bactérie *salmonella* avec la méthode

de diffusion sur puits que celle sur les bactéries *Staphylococcus aureus* et *Bacillus cereus* avec la même méthode.

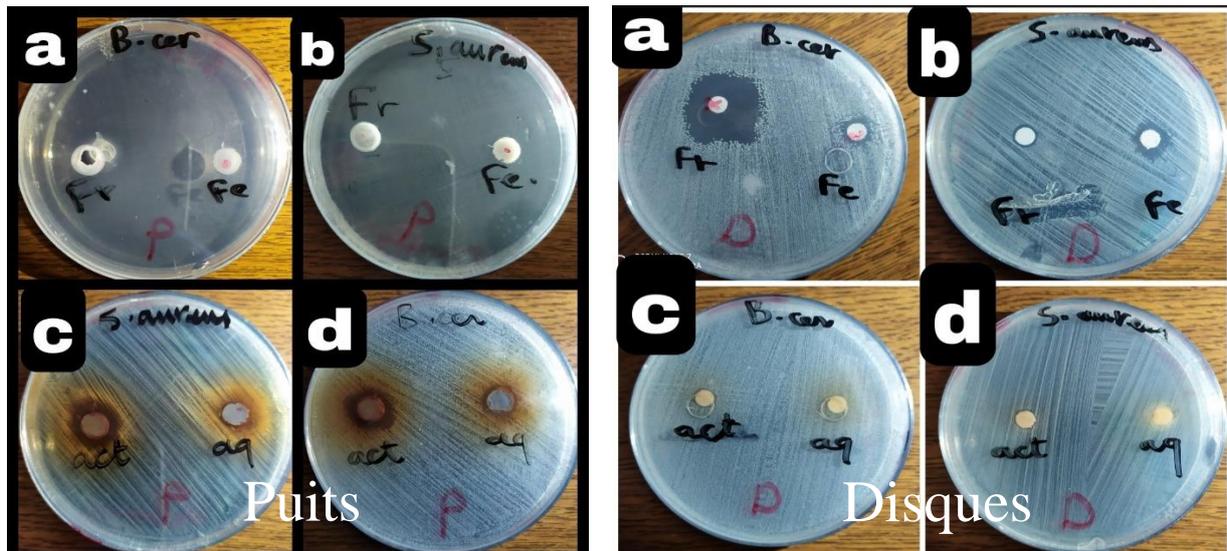


Fig 26 : Effet inhibiteur des extraits et des huiles sur les bactéries à gram positif par les deux méthodes de diffusion (disques et puits).

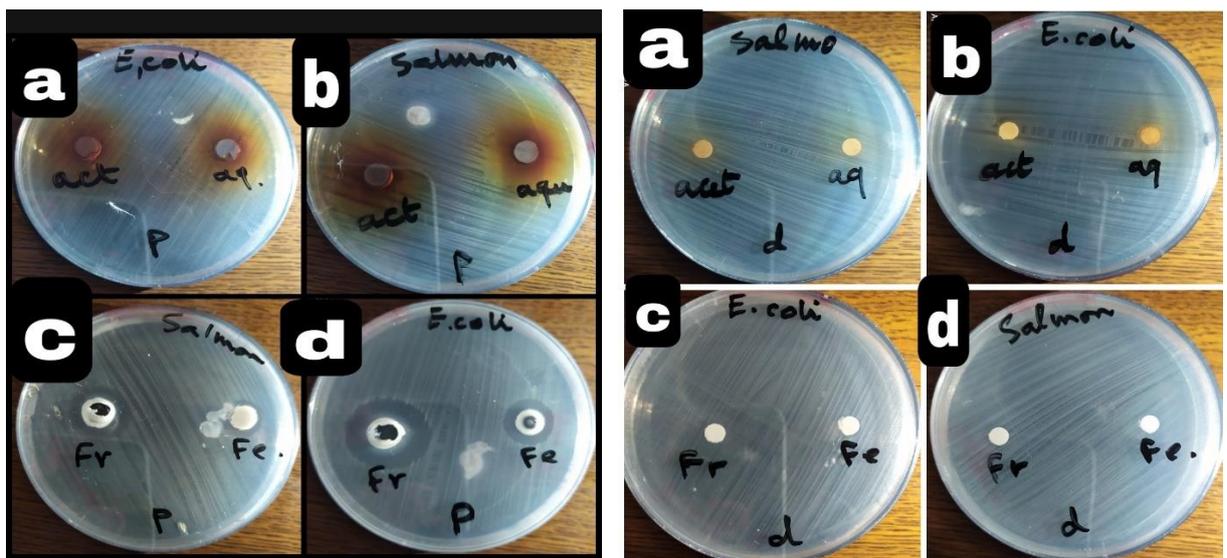


Fig 27 : Effet inhibiteur des extraits et des huiles sur les bactéries à gram négatif par les deux méthodes de diffusion (disques et puits).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Loiseleur, J., *Tecniques De Laboratoire: Chimie Physique, Chimie Biologique*. 1963: Masson Paris, France.
2. Torres, R., Et Al., *Antioxidant Activity Of Coumarins And Flavonols From The Resinous Exudate Of Haplopappus Multifolius*. *Phytochemistry*, 2006. 67(10): P. 984-987.
3. Bonnet, J. And S. Neukomm, *Sur La Composition Chimique De La Fumée Du Tabac. I. Analyse De La Fraction Neutre*. *Helvetica Chimica Acta*, 1956. 39(6): P. 1724-1733.



CONCLUSIÓN

CONCLUSION GÉNÉRALE

Dans le cadre de la valorisation des plantes aromatiques et médicinales, nous nous sommes intéressés à étudier une plante ornementale poussant en Algérie et ce afin de rechercher leurs éventuelles propriétés thérapeutiques.

A travers la présente étude, nous avons étudié l'activité antioxydante et antimicrobienne de l'espèce *Schinus molle* de la région de Tébessa. Nous avons présenté les résultats de l'étude phytochimique de cette plante, ainsi que leurs propriétés biologiques, antioxydante et antimicrobienne. Pour avoir ce résultat on a effectué des analyses de deux huiles essentielles et de deux extraits qui sont : les HEs des feuilles et fruits (baies), l'extrait aqueux et acétate d'éthyle.

D'après les résultats de notre travail, les fruits et les feuilles se sont avérés riches en huile essentielle, on conclut alors que selon les normes de qualité les huiles des feuilles et des fruits de notre plante sont des huiles de valeurs.

Ils sont caractérisés par un indice de réfraction supérieur à celle de l'eau distillée, ce qui confirme sa richesse en composés organiques,

L'évaluation de l'activité antioxydante des deux extraits des feuilles par les deux méthodes : la méthode piégeage de radical libre (DPPH') et la capacité à réduire le fer (FRAP) Ces méthodes ont montré que nos extraits ont révélés des réponses inhibitrices pour piéger les radicaux et à réduire le fer. Par ailleurs nos échantillons ont montré une activité antimicrobienne acceptable dans l'ensemble.

Pour plus d'efficacité, nous avons envisagé les perspectives suivantes :

- ✚ Compléter ce travail en effectuant la caractérisation par la méthode GC/MS des deux huiles obtenues avec des rendements dont les valeurs sont parmi les plus élevées.
- ✚ Elargir l'étude des activités antibactériennes sur d'autres souches de bactéries.