REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA



Faculté de Science de la nature et vie

Mémoire de fin d'études de Master II

Filière : Biologie

Spécialité : Microbiologie Appliqué

Evaluation d'activités biologiques et des propriétés antimicrobiennes des plantes médicinales et aromatiques

Présenté par :

BOUKERROUCHA Fairouz

DOUAKH Amira

GHORAF Marwa

Le jury compose de :

Présidant :	Mme BOUAAZA F	MAA	Université de Médéa
Examinateur	Mme TOUMI S.	MCB	Université de Médéa
Promotrice :	Mme CHAOUATI K.	MAA	Université de Médéa
Co-promotrice :	Mme AMOUR S.	MCB	Université El oued

Année universitaire 2023-2024

Dédicace

C'est avec une immense joie et un grand honneur que je dédie ce modeste travail :

A la lumière de mes yeux, au bonheur de ma vie, ma mère « Fatma » qui m'a soutenu, son appui durant toutes mes années d'étude, pour ses sacrifices et soutien qui m'ont donné la confiance, le courage et la sécurité.

A mon très chère père « Missoum » qui m'a appris le sens de la Persévérance tout ou long de mes études, pour son sacrifice, ses conseils et ses encouragements.

A ma sœur Wafa pour ses encouragements dans les moments difficiles, ses conseils, son amour, son aide tout au long de ce travail, à sa présence dans les moments de tristesse et de joie.

A mon frère Mustapha pour sa confiance, et qui été toujours là à mes côtés.

A ma grand-mère pour ses Duaas et ses encouragements qui ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui.

A mes chères tantes spécialement Souad et Karima qui ont aidé dans ce travail.

A toute ma famille.

A mes adorables copines mon binômes amira et marwa pour le soutien moral, leur patience et compréhension tout au long de ce projet et des années universitaires durant les moments précieux qu'on à partager.

A ma meilleure amie Bochra pour sa patience et compréhension dans les moments difficiles, qui n'a pas cessé d'encourager et me conseiller durant ce travail.

A toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Fairouz

Dédicace

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceuxqui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère

À mon très cher père ***Douakh Boumediene*** *:*

Aucun mot, ne saurait remercier à sa juste valeur l'être qui a consacré sa vie à parfaire mon éducation avec beaucoup de sacrifice. Merveilleux papa, j'espère que j'ai été à la hauteur de tes espérances. Que Dieu le tout puissant puisse te bénir et t'accorder une longue vie pleine de bonheur et de satisfaction

À la lumière de ma vie, ma chère et adorable mère ***Alikacem Cherifa*** *:*

La femme grande et sans pareille à celle dont les prières m'entouraient et me rendaient heureuse Que Dieu Tout Puissant vous protège et vous procure santé et bien-être Que Dieu le tout puissant puisse te bénir et t'accorder une longue vie pleine de bonheur et de satisfaction

À toi, mon grand frère ***Omar*** *, qui as pavé le chemin devant moi, offrant ta sagesse et ton expérience. Tes conseils ont été le phare dans mes tempêtes Ta force, ton courage et ta sagesse sont des sources d'admiration et d'inspiration .*

A mes chères sœurs ***Amel*** *,* ***Nessrine*** *et* ***son marie*** *Qui n'ont cessé a aucun moment de m'apporter aide et encouragement pour achever ce travail que dieu vous accorde le plein de bonheur que vous mérite .*

Chère belle-sœur ***Imane*** *, ton entrée dans notre famille a été comme une brise rafraîchissante qui a apporté joie et bonheur Merci pour tout ce que tu fais et pour la personne merveilleuse que tu es.*

A mes neveux ***Seif el dine*** *,* ***Djawed*** *,* ***Wassim*** *et* ***Iyed*** *être Que Dieu le tout puissant puisse te bénir et t'accorder une longue vie pleine de bonheur et de satisfaction*

À celle qui me fait toujours voir le côté positif des choses, mes meilleures amies ***Fairouz*** *,* ***Solef*** *,****Ghalia*** *et* ***Maria*** *leur optimisme et persévérance sont contagieux., Vous partager toujours une partie de ma vie et mon cœur que dieu vous accorde le plein de bonheur que vous mérite*

Sans oublier mon binôme ***Marwa*** *et* ***Fairouz*** *pour son soutient morale sa patience et son compréhension tout au long de ce projet que dieu vous accorde le plein de bonheur que vous mérite.*

A tout personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail

Amira

Dédicace

Avec ces expressions Je dédie ce modeste travail à toute la famille Ghoraf a et tous mes proches **.**

A mon père Abderrezak

*À la personne qui m'a appris les lettres, le premier à m'encourager à apprendre, le premier à me prendre par la main pour m'emmener à l'école afin de me donner les premières clés du succès. Aujourd'hui, je le célèbre dans le dernier chapitre du voyage qui m'a accompagné et m'a enseigné beaucoup de choses dont j'ai bénéficié."***.**

A ma chère mère Heddache Rabia

À celle qui m'a donné la vie, à ma compagne de cœur, ma mère bien-aimée, qui a toujours éclairé les ténèbres de la vie de son sourire. À celle qui a travaillé dur pour me rendre heureux et a sacrifié son bonheur pour moi, je vous offre humblement une petite partie de moi-même, dans l'espoir de rendre hommage à la goutte de votre générosité infinie.

À mes chères sœurs*, khadidja , Nawel et Aicha, qui sont des parties intégrantes de mon cœur et des morceaux de mon âme, que Dieu vous garde comme compagnes agréables dans ma vie. Vous êtes des amies fidèles qui ne me quittent jamais, toujours proches pour m'aider et me soutenir dans les difficultés et les joies. à mes frères et mes cousins et mes cousines .A mes chères nièces sirine lina et iline.*

À ma famille maternelle et paternelle qui me soutien tous le temps. A mon oncle Rabah qui nous a quitté paix a son âme .

À mes adorables copines Amira et fairouz pour leur soutien et leur travail sérieux . ainsi pour le bonheur, la joie, et leurs conseils précieux qui ont partagé avec moi.

Marwa

Remerciements

*Nous tenons à remercier notre promotrice Madame **CHAOUATI KARIMA** pour sa gentillesse, sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter nos réflexions.*

*Et notre Co-promotrice Madame **AMOUR S** pour son aide.*

Nous tenons à remercier également :

*`Madame **BOUAAZA F** qui nous a fait le plaisir de présider ce jury, qu'elle trouve ici notre profond respect.*

*Madame **TOUMI S.** d'avoir bien voulu examiner ce travail et être membre de jury.*

*Nous remercions toutes l'équipe de **SAIDAL** qui nous ont accueillies chaleureusement pour leurs encouragements, leur disponibilité, leur assistance et leurs conseils. C'est un honneur pour nous d'avoir travaillé avec eux*

Nous adressons nos sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé nos réflexions et ont acceptéde nous rencontrer et de répondre à nos questions durant nos recherches.

*Nous tenons à remercier monsieur **ABDELAH** le secreteur de chef département pour ses efforts considérables déployés en notre faveur. Vous avez été un modèle exemplaire tant par votre excellence en gestion que par votre capacité à rapprocher le professeur de l'étudiant*

Résumé

Les plantes médicinales et aromatiques représentent un réservoir naturel de composés bioactifs, dont beaucoup possèdent des propriétés thérapeutiques et antimicrobiennes potentielles. Cette étude se concentre sur l'évaluation rigoureuse de ces activités biologiques, visant à comprendre comment ces plantes peuvent influencer positivement la santé humaine et lutter contre les agents pathogènes. En explorant leur potentiel pharmacologique et microbiologique, nous cherchons à valoriser ces ressources naturelles dans la recherche de solutions durables pour la santé et le bien-être global. On a choisi comme plantes (*Equisetum arvense, Teucrium polium, Peganum harmala, atriplex halimus, ferula communis, Smyrnium olusatrum*) de la wilaya de Médéa

La première étape de notre travail consiste à réaliser une extraction éthanolique et autre aqueuse à partir de la partie aérienne de chaque plante.

La deuxième partie consiste à évaluer l'activité antioxydante des extrais éthanoliques et aqueux des plantes médicinales et aromatiques étudiés par la technique de piégeage de radical libre DPPH. Les résultats ont confirmé une réduction moyenne du radicale libre de dpph. Les extrais aqueux dégrade le dpph plus que les extraits éthanoliques.

La troisième partie consiste à évaluer l'activité antibactérienne des extraits aqueux et éthanolique des plantes étudiées vis-à-vis les souches suivants (*staphylococcus aureus, Bacillus subtilis, salmonella typhimurium, Escherichia coli, pseudomonas aeruginosa*) par la mesure de leurs zones d'inhibition. Dont les extraits éthanoliques ont montré une efficacité plus importante que celle des extrais aqueux surtout envers *B. subtilis* et *S. aureus* et un effet moyen sur le reste des souches testés.

La détermination de la concentration minimale inhibitrice CMI d'où nous avons marqués que tous les extraits possèdent une activité moyenne et des valeurs différents pour chaque type d'extraits, et ceci est confirmé par les résultats obtenus par la méthode de diffusion sur milieu gélosé.

La détermination de la concentration minimale bactéricide CMB a montré que chaque plante a une concentration approprie dont elle est efficace.

Enfin l'évaluation de facteur de protection solaire des plante (fsp) à donner des résultats faibles pour tous les extrais éthanoliques et aqueux des plantes sauf la plante de ferula communis.

En conclusion cette étude soutient l’utilisation des extraits des plante pour des fins thérapeutique

Mots clés : antimicrobien, anti oxydante, DPPH , CMI , CMB , inhibition , résistance , sensibilité ,SPF, extrait , aqueux , éthanolique .

ملخص

تعتبر النباتات الطبية والعطرية خزانًا طبيعيًا للمركبات النشطة بيولوجيًا، والتي تمتلك العديد من الخصائص العلاجية والمضادة للميكروبات بإمكانيات كبيرة. تركز هذه الدراسة على التقييم الدقيق لهذه الأنشطة البيولوجية، بهدف فهم كيف يمكن لهذه النباتات أن تؤثر إيجابيًا على الصحة البشرية وتحارب الكائنات المسببة للأمراض. من خلال استكشاف القدرات الدوائية والميكروبية لهذه النباتات، نحن نسعى لاستثمار هذه الموارد الطبيعية في البحث عن حلول مستدامة للصحة والرفاهية العامة.

الخطوة الأولى من عملنا تتمثل في إجراء استخلاص إيثانولي ومائي من الأجزاء الهوائية لكل نبات.

الجزء الثاني يتضمن تقييم النشاط المضاد للأكسدة للمستخلصات الإيثانولية والمائية من النباتات الطبية والعطرية المدروسة ، حيث أن المستخلصات DPPH لامتصاص الراديكال الحر. أظهرت النتائج تقليلًا متوسطًا للراديكال الحر DPPH باستخدام تقنية بالمقارنة بالمستخلصات الإيثانولية DPPH المائية أظهرت قدرة أعلى في تحليل.

الجزء الثالث يتضمن تقييم النشاط المضاد للبكتيريا للمستخلصات الإيثانولية والمائية من النباتات المدروسة ضد السلالات التالية (Staphylococcus aureus, Bacillus subtilis, Salmonella typhimurium, Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa) S. و B. subtilis بقياس مناطق الاحتباس. أظهرت المستخلصات الإيثانولية فعالية أكبر بشكل خاص ضد aureus وفعالية متوسطة تجاه السلالات الأخرى المختبرة.

وأظهرت جميع المستخلصات نشاطًا متوسطًا، مع قيم مختلفة لكل نوع من (CMI) تم تحديد التركيز الحد الأدنى للتثبيط المستخلصات، وتم تأكيد ذلك من خلال النتائج المتحصل عليها باستخدام طريقة الانتشار على وسط جل الزلال.

وأظهرت أن كل نبات يمتلك تركيزًا مناسبًا حيث أظهر فعالية (CMB) تم تحديد التركيز الحد الأدنى للقتل البكتيري.

أخيرًا، تم تقييم عامل حماية البشرة من أشعة الشمس للنباتات، وأظهرت النتائج فعالية ضعيفة لجميع المستخلصات الإيثانولية والمائية باستثناء نبات Ferrula communis.

في الختام، تدعم هذه الدراسة استخدام مستخلصات النباتات لأغراض علاجية.

Abstract

Medicinal and aromatic plants represent a natural reservoir of bioactive compounds, many of which possess significant therapeutic and antimicrobial properties. This study focuses on the rigorous evaluation of these biological activities, aiming to understand how these plants can positively influence human health and combat pathogens. By exploring their pharmacological and microbiological potential, we seek to leverage these natural resources in the search for sustainable solutions for health and overall well-being.

The first stage of our work involves conducting ethanol and aqueous extraction from the aerial parts of each plant.

The second part entails evaluating the antioxidant activity of ethanol and aqueous extracts of the studied medicinal and aromatic plants using the DPPH free radical scavenging technique. The results confirmed a moderate reduction in the DPPH free radical, with aqueous extracts showing greater DPPH degradation compared to ethanol extracts.

The third part involves evaluating the antibacterial activity of aqueous and ethanol extracts of the studied plants against the following strains (Staphylococcus aureus, Bacillus subtilis, Salmonella typhimurium, Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa) by measuring their inhibition zones. Ethanol extracts demonstrated higher efficacy, particularly against B. subtilis and S. aureus, and moderate effects against the remaining tested strains.

The determination of the minimum inhibitory concentration (MIC) indicated that all extracts exhibited moderate activity with varying values for each type of extract, confirmed by results obtained through the agar diffusion method.

The determination of the minimum bactericidal concentration (MBC) showed that each plant had an effective concentration.

Finally, the evaluation of the sun protection factor (SPF) of the plants showed weak results for all ethanol and aqueous extracts except for Ferrula communis.

In conclusion, this study supports the use of plant extracts for therapeutic purposes.

Liste des abréviations

ATCC	**American type culture collection**
ATB	**Antibiotique**
Abs	**Absorbance**
AC	**Absorbance du contrôle négatif**
AE	**Absorbance de l'échantillon testé.**
BHT	**L'hydroxytoluène butylé**
CMI	**Concentration minimale d'inhibition**
CMB	**Concentration bactéricide**
CI50	**Concentration inhibitrice**
DMSO	**Diméthylsufoxide**
DPPH	**2.2-diphényle-1-picrylhydrazyle**
FPS	**Facteur de protection solaire**
NaCl	**Chlorure de sodium**
Oms	**Organisation mondiale de la santé**
Spf	**Sun protection factor**
Ufc	**Unité Formant Colonie**
UV	**Ultraviolet**
µg/mL	**Microgramme par millilitre**
%	**Pourcentage**
λ	**Longueur d'onde**

Liste des figures

Figure I.1 : Equisetum arvense 6

Figure I.2 : Répartition géographique dans le monde de prêle des champs 7

Figure I.3 : Atriplex Halimus 9

Figure I.4 : Répartition de l'atriplex Halimus en France 11

Figure I.5 : Smyrnium Olusatrum 13

Figure I.6 : Répartition géographique de Smyrnium Olusatrum 15

Figure I.7 : Ferula Communis 16

Figure I.8 : Répartition géographique de ferula communis 18

Figure I.9 : Peganum Harmala 19

Figure I.10 : Répartition géographique de Peganum Harmala 21

Figure I.11 : Teucrium polium 23

Figure I.12 : Répartition géographique de Teucrium polium.....24

Figure II.1 : Séchage et broyage de matériel végétal 30

Figure II.2 : Processus d'extraction éthanolique et aqueuse.....32

Figure II.3 : Test de piégeage de radical libre de DPPH.....34

Figure II.4 : Processus de l'activité antibactérienne ..... .37

Figure II.5 : Processus de la CMI ..... .40

Figure II.6 : Processus de la CMB 41

Figure II.7 : Processus de l'activité photo-protectrice..... .43

Figure III.1 : IC50 des différents extraits ..... .45

Figure III.2 : Pourcentage d'inhibition de DPPH en fonction des concentrations de l'extrait aqueux(*Equisetum arvense*).....46

Figure III.3 : Pourcentage d'inhibition de DPPH en fonction des concentrations de l'extrait éthanolique(*Equisetum arvense*) 46

Figure III.4 Pourcentage d'inhibition de DPPH en fonction des concentrations de l'extrait aqueux (*Atriplex halimus)* 47

Figure III.5 : Pourcentage d'inhibition de DPPH en fonction des concentrations de l'extrait éthanolique (*Atriplex halimus)* 47

Figure III.6 : Pourcentage d'inhibition de DPPH en fonction des concentrations de l'extrait aqueux (*Smyrnium olusatrum*) 48

Figure III.7 : Pourcentage d'inhibition de DPPH en fonction des concentrations de l'extrait éthanolique(*Smyrnium olusatrum*) 48

Figure III.8 : Pourcentage d'inhibition de DPPH en fonction des concentrations de l'extrait aqueux (*Peganume harmala*) 49

Figure III.9 : Pourcentage d'inhibition de DPPH en fonction des concentrations de l'extrait éthanolique(*Peganume harmala*) 49

Figure III.10 : Pourcentage d'inhibition de DPPH en fonction des concentrations de l'extrait aqueux(*Ferula Communis*).....50

Figure III.11 : Pourcentage d'inhibition de DPPH en fonction des concentrations de l'extrait éthanolique(*Ferula Communis*) 50

Figure III.12 : Pourcentage d'inhibition de DPPH en fonction des concentrations de l'extrait aqueux(*Teucrium polium*) 51

Figure III.13 : Pourcentage d'inhibition de DPPH en fonction des concentrations de l'extrait éthanolique(*Teucrium polium*) 51

Figure III.14 : Résultat antimicrobienne, zone d'inhibition (*Equisetum arvense)* 56

Figure III.15 Digramme des zone d'inhibition(*Equisetum arvense)*..... 56

Figure III.16 : Résultat antimicrobienne, zone d'inhibition(*Atriplex halimus)*..... 57

Figure III.17 : Digramme des zone d'inhibition(*Atriplex halimus)* 57

Figure III.18 : Résultat antimicrobienne, zone d'inhibition(*Teucrium polium)*..... 58

Figure III.19 : Digramme des zone d'inhibition(*Teucrium polium)*.....59

Figure III.20 : Résultat antimicrobienne, zone d'inhibition(*Smyrnium olusatrum)*..... 60

Figure III.21 : Digramme des zone d'inhibition (*Smyrnium olusatrum)* 60

Figure III.22 : Résultat antimicrobienne, zone d'inhibition(*Ferula Communis)*..... 61

Figure III.23 : Digramme des zone d'inhibition(*Ferula Communis)*..... 61

Figure III.24 : Résultat antimicrobienne, zone d'inhibition(*Peganume harmala)*..... 62

Figure III.25 : Digramme des zone d'inhibition(*Peganume harmala)* 62

Figure III.26 : Croissance de concentration minimale bactéricide (*Equisetum arvense*)…76

Figure III.27 : Croissance de concentration minimale bactéricide (*Teucrium polium*).....77

Figure III.28 : Croissance de concentration minimale bactéricide (*Smyrnium olusatrum*) .77

Figure III.29 : Croissance de concentration minimale bactéricide (*Atriplex halimus*) 78

Figure III.30 : Croissance de concentration minimale bactéricide (*Peganume harmala*).79

Figure III.31 : Croissance de concentration minimale bactéricide (*Ferula Communis*) 79

Figure III.32 : Croissance de concentration minimale bactéricide (*Equisetum arvense*)…80

Figure III.33 : Croissance de concentration minimale bactéricide (*Teucrium polium*).....80

Figure III.34 : Croissance de concentration minimale bactéricide (*Smyrnium olusatrum*).81

Figure III.35 : Croissance de concentration minimale bactéricide (*Atriplex halimus*) 81

Figure III.36 : Croissance de concentration minimale bactéricide (*Peganume harmala*).82

Figure III.37 : Croissance de concentration minimale bactéricide (*Ferula Communis*) 82

Figure III.38 : Moyenne de facteur de protection solaire des différents extraits 83

Liste des tableaux

Tableau I.1 : Identification taxonomique de la prêle des champs..... 6

Tableau I.2 : Identification taxonomique de l'atriplex Halimus..... 10

Tableau I.3 : Identification taxonomique de *Smyrnium olusatrum*.....14

Tableau I.4 : Identification taxonomique de *Ferula Communis* 17

Tableau I.5 : Identification taxonomique de *Peganume harmala*.....20

Tableau I.6 : Identification taxonomique de *Teucrium polium* 23

Tableau II.1 : Les souches bactériennes.....28

Tableau II.2 : Liste des plantes expérimentées..... 29

Tableau III.1 : Concentration minimal inhibitrice (*Equisetum arvense*)… 68

Tableau III.2 : Concentration minimal inhibitrice (*Teucrium polium*)… 68

Tableau III.3 : Concentration minimal inhibitrice (*Smyrnium olusatrum*)… 69

Tableau III.4 : Concentration minimal inhibitrice (*Atriplex halimus*)… 70

Tableau III.5 : Concentration minimal inhibitrice (*Peganume harmala*)… 70

Tableau III.6 : Concentration minimal inhibitrice (*Ferula Communis*)…..... 71

Table de matières

Introduction Générale ……1

Chapitre I : La recherche bibliographique

I. Généralités……...4

I.1. Phytothérapie et aromathérapie……4

I.2. Les plantes médicinales et aromatique……5

I.2.1. Définition……...5

I.2.2. Les plantes étudiées……...……5

I.2.2.1. *Equisetum arvense*……..…….…...5

I.2.2.1.1. Description botanique……..…….…...5

I.2.2.1.2. Systématique d'Equisetum arvense……..6

I.2.2.1.3. La composition chimique de la plante…….7

I.2.2.1.4. Répartition géographique…….……7

I.2.2.1.5. Usage……...……7

I.2.2.1.5.1. Usage traditionnel……...……..7

I.2.2.1.5.2. En cosmétique……..……8

I.2.2.2. Atriplex halimus……..8

I.2.2.2.1. Description botanique……..8

I.2.2.2.2. Systématique de l'atriplex halimus……10

I.2.2.2.3. La composition chimique de la plante……10

I.2.2.2.4. Répartition géographique……...……10

I.2.2.2.5. Usage……..11

I.2.2.2.5.1. En médecine……11

I.2.2.2.5.2. En alimentation……11

I.2.2.2.5.3. Autre utilisation…….……..…...11

I.2.2.3. Smyrnium olusatrum…….13

I.2.2.3.1. Description botanique……13

I.2.2.3.2. Systématique de *smyrnium* olusatrum……14

I.2.2.3.3. Composition chimique du *Smyrnium* olusatrum…….14

I.2.2.3.4. Répartition géographique……..…….……14

I.2.2.3.5. Usage……..……...15

I.2.2.3.5.1. Utilisations médicales anciennes…….……..……..15

I.2.2.4. *Ferula* communis…….……..…...16

I.2.2.4.1. Description botanique…….……..….16
I.2.2.4.2. Systématique de *ferula* communis…….……..…...……17
I.2.2.4.3. Répartition géographique……...……17
I.2.2.4.4. Action pharmacologique et toxicité……...…….18
I.2.2.4.5. Usage…….……..…..18
I.2.2.5. *Peganume* harmala……...…….19
I.2.2.5.1. Description botanique…….…..….19
I.2.2.5.2. Systématique de *Peganum* harmala……...…….20
I.2.2.5.3. Composition chimique……...……20
I.2.2.5.4. Répartition géographique……...…20
I.2.2.5.5. Usage…….…..…..21
I.2.2.5.5.1. Traditionnel usage de la plante……21
I.2.2.6. *Teucrium* polium……22
I.2.2.6.1. Description botanique…….22
I.2.2.6.2. Systématique de *Teucrium* polium……..23
I.2.2.6.3. La Composition chimique…….…..……23
I.2.2.6.4. Répartition géographique…….…..24
I.2.2.6.5. Usage……..25

Chapitre II : Matériels et méthodes

A. Matériel ……27

II.1. Période et lieu d'étude……....27
II.2. Objectifs d'étude ……...27
II.3. Matériel végétal ……27
II.4. Appareillage ……..27
II.5. Les antibiotiques utilisés ……...……...28
II.6. Les produits consommables ……...……..28
II.7. Les souches bactériennes …….……..2
B- Méthodes……...……..29

II.8. La récolte des plantes ……29
II.9. Préparation des échantillons ……...……...…30
II.9.1. Séchage et broyage ……...…….30
II.9.2. Méthode d'extraction ……..…….……30

II.9.2.1. Préparation de l'extrait éthanolique ……...…….31
II.9.2.2. Préparation des extraits aqueux ……...31
II.10. Evaluation Activités biologiques ……...…….33
II.10.1. Activité antioxydante ……...33
II.10.1.1. Test de piégeage du radical libre DPPH• (2,2-diphenyle-1-picrylhydrazyle) ……...33
II.10.2. Evaluation de l'activité antimicrobienne ……..……3
II.10.3. Activité de CMI et CMB ……...38
II.10.3.1. Préparation de l'inoculum pour les tests en milieu liquide……38
II.10.3.2. Préparation de la gamme de concentration……38
II.10.3.3. Détermination des paramètres antibactériens…….38
II.10.4. Activité photo protectrice (détermination *in-vitro* du facteur de protection solaire FPS ou sun protection factor 'SPF') ……..41

Chapitre III Résultats et discussions

III. Évaluation des activités biologiques ……...……..45
III.1 évaluation de l'activité antioxydante ……...45
III.1.1. Test de piégeage du radical libre DPPH ……...…….45
III.1.2. Discussion de l'activité antioxydante ……...…52
III.2. Évaluation de l'activité antibactérienne …….....55
III.2.1. Discussion de l'activité antibactérienne ……...…62
III.3. Détermination de la concentration minimale inhibitrice CMI ……...…68
III.3.1. Discussion des résultats de la concentration minimale inhibitrice CMI 71
III.4. Détermination de la concentration minimale bactéricide CMB …….76
III.4.1. Bacillus subtilis ……...76
III.4.2. S. aureus …….....80
III.5. Facteur de protection solaire (FPS) ……...……83
III.5.1. Discussion de l'activité photo protectrice/SPF …….84
Conclusion et perspectives……...…….85

Introduction générale

Introduction générale

L'histoire des plantes et des herbes en tant que remèdes médicinaux remonte à une époque lointaine. La découverte d'une sépulture d'un homme de Néandertal datant de plus de 60 000 ans révèle l'utilisation de plus de sept plantes et herbes dans le processus de préservation du corps. Ce qui est remarquable, c'est que chacune de ces plantes possède des propriétés pharmacologiques distinctes. Leur utilisation n'était donc pas aléatoire ou purement décorative, mais témoigne plutôt de la compréhension précoce par les hommes préhistoriques de la valeur de la médecine à base de plantes. **(Communication, 2022)**

Selon l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), environ 80 % de la population mondiale utilise des herbes comme méthode de soin de santé primaire **(BOUSLIMAN et al., 2012 ; AHMED et al., 2012)**. Cette dernière elle a défini une plante médicinale comme « toute plante contenante, dans un ou plusieurs de ses organes, des substances pouvant être utilisées à des fins thérapeutiques ou comme précurseurs de substances utilisées à ces fins » **(BOUSLIMAN et al., 2012 ; AHMED et al., 2012).** La phytothérapie, quant à elle, désigne un médicament obtenu exclusivement à partir de matières premières végétales actives. Elle se caractérise par la connaissance de son efficacité, des risques associés à sa consommation, ainsi que par la reproductibilité et la constance de sa qualité **(QUERE et al .2023)**

Dans le monde, entre 250 000 et 500 000 espèces de plantes sont répertoriées, mais seul un nombre relativement restreint a été étudié pour d'éventuelles applications médicales. Les données concernant l'innocuité et l'efficacité ne sont disponibles que pour un nombre encore plus limité de plantes, de leurs extraits, de leurs principes actifs, et des préparations qui en découlent (**DJOUDI et al. 2020)**

L'Algérie, du fait de sa position biogéographique et de la diversité de ses zones bioclimatiques (humide, subhumide, semi-aride, aride ou désertique), offre une grande variété de végétaux, comptant plus de 3000 espèces et 1000 genres. Cette diversité inclut un grand nombre de plantes aromatiques et médicinales, tant spontanées que cultivées. (**FOI, U. 2014).**

Les plantes aromatiques et médicinales possèdent des propriétés significatives, et de nombreux médicaments pharmaceutiques ont été développés à partir de ces plantes. Du fait de leur origine naturelle, ces médicaments sont souvent perçus par la population comme

étant efficaces et bien tolérés, ce qui les classe dans la catégorie de la médecine douce **(Hami et al., 2011).**

Le présent travail s'inscrit dans le cadre d'une étude visant à examiner de manière approfondie les activités biologiques et les propriétés antimicrobiennes de plantes médicinales et aromatiques telles que : *Equisetum arvense, Teucrium polium, Peganum harmala, Atriplex halimus, Ferula communis* et *Smyrnium olusatrum*. Cette recherche cherche à explorer les différents aspects de ces plantes utilisées traditionnellement à des fins médicinales ou aromatiques, en mettant particulièrement l'accent sur leurs interactions avec les organismes vivants et leurs capacités à combattre les micro-organismes pathogènes. L'objectif est de fournir une évaluation détaillée de ces plantes en termes de leurs effets biologiques, notamment leur antioxydante, antimicrobienne et l'activité photo protectrice., ainsi que leur potentiel à être utilisées dans le développement de nouveaux médicaments ou compléments alimentaires. En analysant ces aspects, cette étude vise à enrichir notre compréhension des propriétés médicinales et des applications potentielles de ces plantes dans le domaine de la santé et du bien-être humain.

Notre travail est réparti en trois parties :

✓ La première partie est relative à l'étude bibliographique des plantes médicinales et aromatiques

✓ La deuxième partie représente la partie expérimentale où nous présenterons les techniques utilisées :

- L'extraction aqueux et éthanoliques des plantes étudier.
- L'évaluation de l'activité anti oxydantes (DPPH).
- L'évaluation de l'activité antimicrobienne et la détermination de CMI et CMB des Extraits
- L'évaluation de l'activité photo protectrice.

✓ La troisième partie représente les résultats et discussions où nous présenterons les résultats obtenus.

La fin, une conclusion générale qui portera sur une lecture attentive des différents résultats obtenus

La recherche bibliographique

I. Généralité

I.1. Phytothérapie et aromathérapie :

Dans l'acception actuelle, les termes de phytothérapie et aromathérapie désignent, de façon restrictive, deux aspects de la thérapeutique par les plantes. La phytothérapie est, au sens étymologique, « la thérapeutique par les plantes » et le terme de phytothérapie pourrait, en effet, s'appliquer à l'utilisation thérapeutique de tous les végétaux, ainsi qu'à celle des constituants actifs qui en sont extraits. Aujourd'hui, on oublie que de grands médicaments comme la morphine, la codéine, la quinine ou la dioxine sont d'origine végétale et on ne parle de phytothérapie que lorsqu'on utilise la drogue végétale dans sa globalité ou sous des formes galéniques en excluant les principes actifs issus de celles-ci.

La phytothérapie correspond au traitement des pathologies bénignes par les plantes médicinales. C'est une thérapeutique familiale, de conseil et d'automédication, à visée symptomatique, parfois préventive. Elle répond à des principes allopathiques. **(Guide de stage de pratique professionnelle en officine, 2024)**

Le terme aromathérapie est un néologisme inventé en 1936 par le chimiste lyonnais R.M. Gattefossé pour désigner la thérapeutique par les huiles essentielles (H.E.) extraites de drogues végétales. Il ne sous-entend pas une phytothérapie qui userait des drogues « aromatiques » ou de leurs formes galéniques. L'aromathérapie est une branche de la phytothérapie qui utilise les huiles essentielles officinales. Le rapport bénéfice/risque de sa pratique doit faire l'objet d'une attention particulière.

Prenons un exemple simple : si on soigne une affection bronchique par un sirop à base de teinture d'eucalyptus, on fait de la phytothérapie ; si on soigne la même affection avec des gélules d'H.E. d'eucalyptus, on pratique l'aromathérapie. **(Guide de stage de pratique professionnelle en officine, 2024b)**

I.2. Les plantes médicinales et aromatique :

I.2.1. Définition :

Les plantes médicinales : Les plantes sont qualifiées de médicinales lorsqu'elles renferment au moins une partie contenant des métabolites secondaires, également connus sous le nom de "principes actifs". Ces substances ont des impacts physiologiques significatifs tant pour les êtres humains que pour les animaux.

Cependant, il est essentiel de reconnaître que les plantes médicinales, malgré leurs bienfaits potentiels, peuvent comporter des risques pour la santé. L'effet d'une plante dépend souvent de la quantité ingérée : elle peut conduire à une guérison, provoquer une toxicité, ou même entraîner des conséquences graves comme la mort.

Selon la Pharmacopée européenne (1433), les plantes médicinales sont classées comme des drogues végétales. Elles sont définies comme des plantes dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses. **(Pharmacopée française 2000)**

Les plantes aromatiques : Les plantes aromatiques sont des plantes qui produisent et libèrent des composés volatils ayant des arômes agréables. Ces composés, appelés huiles essentielles, sont généralement présents dans différentes parties de la plante, telles que les feuilles, les fleurs, les racines, les graines ou les écorces. Les plantes aromatiques sont souvent utilisées pour leurs qualités gustatives, médicinales et aromatiques.

Sur le plan médicinal, certaines plantes aromatiques sont utilisées en phytothérapie pour leurs propriétés curatives. Leurs huiles essentielles peuvent avoir des effets antiseptiques, anti-inflammatoires, relaxants, ou encore stimulants. **(Pharmacopée française 2000)**

I.2.2. Les plantes étudiées :

I.2.2.1. *Equisetum arvense* :

I.2.2.1.1. Description botanique :

La Prêle des champs est une plante vivace, printanière et assez grêle. Selon la période, deux types de tiges se succèdent : une tige fertile et non chlorophyllienne, de 15 à 25 cm, lisse et blanc rougeâtre puis une tige stérile verte de 20 à 80 cm ressemblant à une “queue de cheval” et divisée en segments facilement détachables et Les feuilles forment une gaine

dentée embrassant la tige à chaque nœud ;La Prêle des champs n'a pas de fleurs ni de fruits mais des épis sporangifères, oblongs, formés de verticilles de petites écailles très rapprochées portant à leur face inférieure des sporanges pendants qui libèrent de nombreuses spores



Figure I.1 : *Equisetum arvense*. (**Passeport Santé, 2021)**

I.2.2.1.2. Systématique d'Equisetum arvense :

Tableau I.1 : Identification taxonomique de prêle des champs **(Inventaire National du Patrimoine Naturel, s. d.)**

Règne	Plantae haeckel
Sous_Règne	Viridaeplantae
Classe	Equisetopsida
Sous_Classe	Equisetidae
Ordre	Equistale
Famille	Equisetaceae
Genre	Equisetum
Espèce	Equisetum arvense

I.2.2.1.3. La composition chimique de la plante :

Les principaux principes actifs connus sont : soufre, fer, manganèse, sels de potassium, acides gras, calcium, phosphore, sels minéraux, tanins, glucosides flavonoïdes, saponine, traces d'alcaloïdes **(Anon s. d.)**

I.2.2.1.4. Répartition géographique :

La prêle des champs pousse dans toute l'Europe, en Asie et en Amérique du Nord, des régions chaudes jusqu'à l'arctique. C'est la plus répandue de toutes les variétés de prêle ; présente aussi dans les décombres, elle apprécie les sols sablonneux renfermant de la glaise**.** (**Julve, P. 2018)**

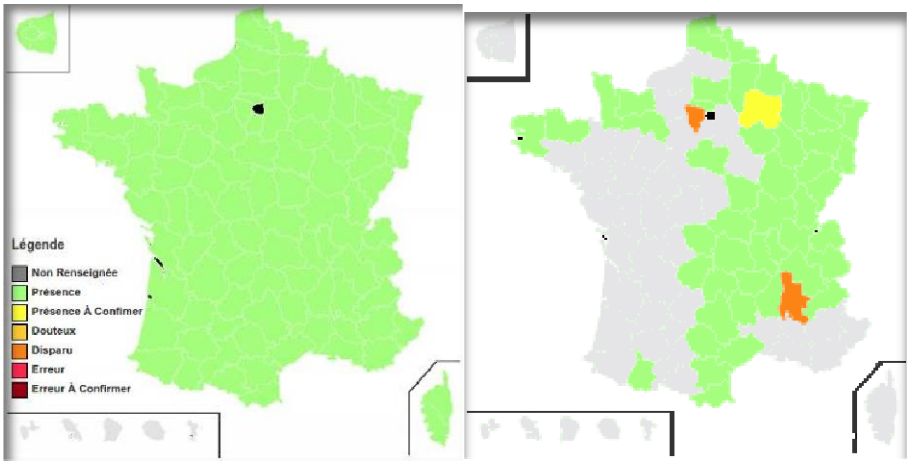


Figure I.2 : Répartition géographique dans le monde de prêle des champs. (**https://www.genialvegetal.net/-Prele-des-champs-)**

I.2.2.1.5. Usage :

I.2.2.1.5.1. Usage traditionnel :

1. L'effet diurétique de la prêle des champs permet de favoriser l'élimination rénale de l'eau de l'organisme. Cette action est due à sa richesse en potassium et en flavonoïdes et à ses acides phénols. Cette action peut être mise à profit en cas de rétention d'eau, d'œdème, de calculs rénaux, d'excès d'acide urique comme dans la goutte ou de cystite.

2. L'effet reminéralisant de la prêle provient de sa richesse en silice, Elle possède aussi une action stimulante des cellules à l'origine de la production des os, les ostéoblastes, la silice, aide à l'absorption et à l'utilisation du calcium ainsi qu'à la formation de collagène Ceci expliquerait son effet au niveau de la densification du tissu conjonctif de la peau et de la densité des ongles et des cheveux. **(Briennon, 2024d)**

I.2.2.1.5.2. En cosmétique :

Elle pourrait avoir une action par voie orale pour la prévention des rides ou des vergetures et pour rendre les cheveux et les ongles plus forts et éviter leur chute. En application locale, la Prêle aurait une action cicatrisante et anti-infectieuse.

Par ailleurs, la Prêle a des propriétés anti-inflammatoires,

Antidouleurs et antispasmodiques liées à sa richesse en flavonoïdes. Son action hémostatique qui favorise la coagulation sanguine est aussi à considérer en cas de ménorragies (règles abondantes), d'hémorroïdes ou de saignement de nez. **(Briennon, 2024d)**

I.2.2.2. Atriplex halimus :

I.2.2.2.1. Description botanique :

Cet arbuste, qui se ramifie dès la base, atteint une hauteur de 1 à 2,5 mètres. Sa tige est ligneuse avec une écorce grise-blanchâtre. Les feuilles, alternes et persistantes, sont légèrement coriaces et présentent une teinte gris-argenté sur leurs deux faces. Leur forme varie, allant de l'ovale-rhomboïdale à la lancéolée, mesurant de 1 à 3 cm de long sur 0,5 à 2 cm de large, et se terminant par un court pétiole à la base. Les fleurs mâles sont jaunâtres, petites, avec 5 tépales et 5 étamines, tandis que les fleurs femelles sont verdâtres, sans périanthe, et munies de deux bractéoles opposées. Les inflorescences, en grappes composées de 20 à 50 cm, peuvent être nues ou légèrement feuillées à la base. Les valves entourant les fruits sont blanchâtres, entières, arrondies en forme de rein, plus larges (4 à 5 mm) que hautes (3 à 4 mm), libres (soudées uniquement à leur base), et lisses ou légèrement protubérantes, sans nervures. Les graines sont de couleur rousse et mesurent de 1,5 à 2 mm. **(talamali et al 2001) .**



Figure I.3 : *Atriplex Halimus***(Arroche de Mer - Atriplex Halimus - Arbuste Persistant de Bord de Mer, s. d.)**

I.2.2.2.2. Systématique de l'atriplex halimus :

Tableau I.2 : Identification taxonomique de l'*atriplex* Halimus (**Fatmi, H. 2020)**

Règne	Plantae heackel
Sous règne	Viridaeplantae
classe	Equisetopsida
Sous classe	Magnoliidae novàk
ordre	Caryophillale juss
famille	Amaranthaceae
Sous famille	Chenopodioideae burnett
genre	Atriplex L
éspèce	Atriplex hilamus L

I.2.2.2.3. La composition chimique de la plante :

L'analyse de la composition chimique d'A. halimus révèle la présence de divers métabolites secondaires, notamment des tanins, des saponines et des alcaloïdes. De plus, cette plante se distingue par sa richesse en fibres alimentaires, telles que la cellulose, en protéines, en vitamines (B et C) ainsi qu'en sels minéraux, tandis qu'elle présente une faible teneur en matières grasses brutes. **(Benhammouet al., 2009 ; Nedjimi et al.,2013).**

I.2.2.2.4. Répartition géographique :

Présent en Macaronésie, ainsi que dans toute la région méditerranéenne jusqu'à l'ouest de l'Asie, A. halimus est largement répandu en France, surtout le long du littoral de la Méditerranée, de l'Atlantique et de la Manche, devenant progressivement moins fréquent vers le nord. Il est largement cultivé et naturalisé dans la plupart des régions françaises où il est présent, bien que quelques localités méditerranéennes puissent abriter des populations spontanées **(Tison et al., 2014 ; Tison & de Foucault, 2014)**. Son utilisation, notamment comme fourrage, a entraîné son introduction dans de nombreuses autres régions du monde, telles que l'Asie (Oman, Iran, Irak, Pakistan), l'Afrique du Sud, les Amériques (Chili, Argentine, États-Unis) et même en Nouvelle-Zélande.

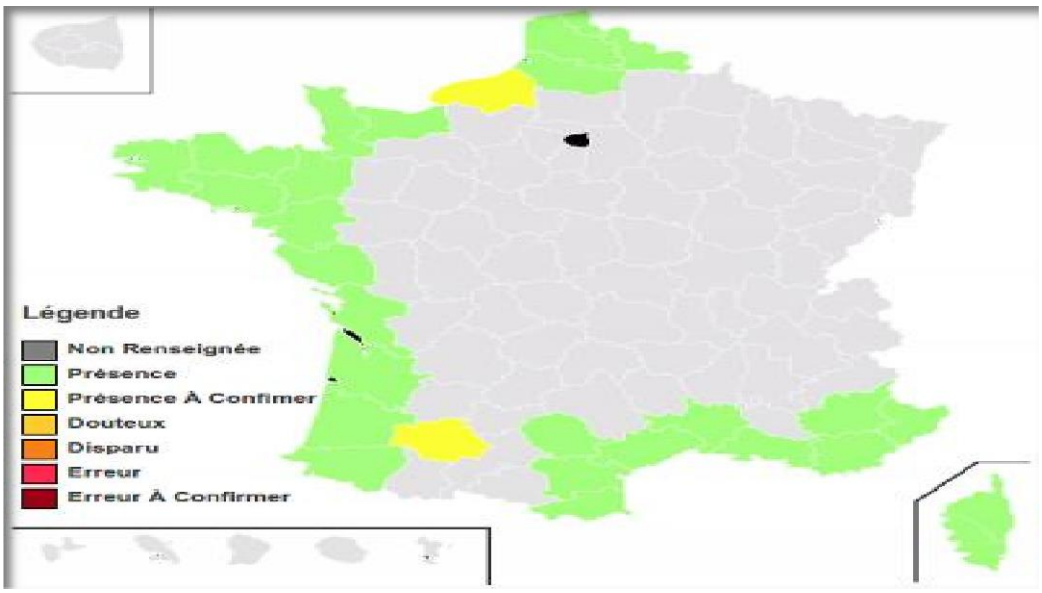


Figure I.4 : Répartition géographique de *atriplex Halimus* en France **(Admin-Tela-Botanica, s. d.)**

I.2.2.2.5. Usage :

I.2.2.2.5 .1. En médecine :

Les phytothérapeutes de la région arabe utilisent traditionnellement les feuilles d'Atriplex halimus pour traiter diverses affections, y compris les maladies cardiaques, le diabète (par décoction) et le rhumatisme (**Walker et al., 2014**). De plus, cette plante est réputée pour son utilisation dans le traitement des inflammations des voies urinaires telles que les cystites et les lithiases urinaires **(Belouad, 2001 ; Emam, 2011).** En effet, les feuilles d'A. halimus sont préparées en décoction et utilisées pour combattre les calculs rénaux (**Ghourri et al., 2013**). De plus, grâce à leurs propriétés antioxydantes, certains flavonoïdes présents dans cette plante ont démontré un effet protecteur sur les tissus hépatiques contre le cancer **(Emam, 2011).**

I.2.2.2.5 .2. En alimentation :

L'Atriplex halimus est un arbuste largement reconnu pour la valeur nutritive et énergétique de ses jeunes feuilles, qui sont utilisées comme source alimentaire par les nomades et la population locale des régions steppiques. En effet, pendant le printemps, notamment dans des régions telles que Djelfa en Algérie et Gabès en Tunisie, les jeunes pousses de Guettaf sont récoltées et préparées de manière similaire aux épinards pour la

Consommation humaine. Cependant, il est important de noter que l'élimination insuffisante des saponines pendant la cuisson peut entraîner une certaine amertume dans le plat. Malgré cela, la consommation de ces feuilles demeure largement acceptée par la population locale **(Francelet et Le Houérou, 1971).**

Les feuilles de l'arroche marine sont utilisées de différentes manières dans certains pays d'Europe. Elles peuvent être consommées crues dans les salades ou cuites à la vapeur ou à la poêle. Dans la région de Gafsa en Tunisie, elles sont également utilisées dans la préparation d'un plat spécial appelé bethboutha, qui est un type de couscous. Dans les zones arides d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient, l'arroche marine est très appréciée comme fourrage pour le bétail, en particulier pour les dromadaires. Les feuilles sont une bonne source de protéines, de vitamines C, A et D, ainsi que de chrome. Il existe une autre variété d'arroche connue depuis l'antiquité, décrite par Dioscoride sous le nom grec d'atraphaxis (atra signifiant noir et phaxis poil), qui pourrait correspondre à l'arroche des jardins (Atriplex hortensis). Dans le domaine médicinal, cette variété était utilisée pour traiter les inflammations.

Les graines de l'arroche marine peuvent également être consommées après cuisson. Elles peuvent être broyées pour être utilisées comme épaississant dans les soupes ou mélangées avec des céréales pour faire du pain. Les graines sont petites et délicates. On dit que la plante produit également une manne comestible.

I.2.2.2.5 .3. Autre utilisation :

Les cendres de la plante brûlée sont utilisées comme source d'alcali dans la fabrication du savon. Cette plante constitue également une haie attrayante et résistante au vent, de croissance modeste, pouvant être laissée à son état naturel ou taillée selon les besoins. Elle est particulièrement prisée dans les régions côtières, où elle prospère directement sur le littoral, mais elle peut également être cultivée à l'intérieur des terres. L'Atriplex halimus est remarquablement tolérante à la taille et peut repousser vigoureusement même après une coupe sévère jusqu'au vieux bois. De plus, elle a la capacité d'extraire le sel du sol, ce qui en fait un choix idéal pour les projets de régénération des sols visant à désaliniser les terres.

I.2.2.3. Smyrnium olusatrum :

I.2.2.3.1. Description botanique :

Maceron (baie des moines, poivre de singe, grande ache, persil de cheval, gros persil de Macédoine), c'est une plante herbacée bisannuelle, à tige vigoureuse, creuse à l'intérieur, cannelée longitudinalement, qui peut atteindre 1,5 m de haut. Les feuilles, opposées, de couleur vert clair, de relativement grande taille, sont composées, à folioles larges et dentelées. Celles de la base sont complètement divisées trois fois. Les feuilles supérieures n'ont que trois folioles. Feuilles inférieures grandes, triternatiséquées, à segments larges, ovales, crénelés ou dentés, les supérieures ternées, sessiles sur une gaine large bordée de cils frisés Les fleurs, vert-jaunâtre, sont groupées en ombelles composées, à involucre peu développé, et à 6-15 rayons glabres(convexes), épaissis à la maturité . Les fruits ont 4-5 mm de long à maturité et sont noirs. La racine, charnue, est du type pivotant. Période de floraison (Avril jusqu'à juillet), le fruit est de type : Akène (**Julve, P., 2004**.)

Quant à la floraison, elle s'épanouit la deuxième année entre avril et juillet, sous la forme d'une multitude de petites fleurs hermaphrodites vert jaune, groupées en ombelles. Les fruits sont des akènes noirs, de 4-5mm.



Figure I.5 : *smyrnium olusatrum* **(Wild Flowers Provence, 2022)**

I.2.2.3.2. Systématique de *smyrnium olusatrum :*

Tableau I.3 : Identification taxonomique de *smyrnium olusatrum* **(Inventaire National du Patrimoine Naturel, s. d.-b)**

Règne	Plantae
Embranchement	Spermaphytes
Sous- embranchement	Angiospermes
Classe	dicotylédones
Ordre	Apiales
Famille	Apiaceae
Genre	Smyrnium
Espèce	Smyrnium olusatrum L

I.2.2.3.3. Composition chimique du *Smyrnium olusatrum :*

Les tiges, les feuilles, les fleurs et les racines de cette plante ont été étudiées pour leur contenu en flavonoïdes, composés phénoliques, et surtout les sesquiterpènes et l'HE (contenant β- phellandrène, limonène, α-pinène).Travaux antérieurs sur les HE du genre Smyrnium Plusieurs études ont été réalisées dans le but de déterminer les constituants des HE obtenues à partir des tiges, des feuilles, des fruits, des racines et des fleurs d'espèces Smyrnium, il représente les composants majoritaires > 5% des HE prélevées à partir des feuilles et des tiges pour des espèces différentes : S. olusatrum, S. perfoliatum et S. cordifolium où on assiste à la présence de sesquiterpènes oxygénés ; des furanosesquiterpenènes et des monoterpènes hydrocarbonés., L'huile des feuilles et des tiges est pourvue aussi de β-phéllandrène, furanodiène, myrçène et sofuranogermacrène avec des quantités qui varient d'une manière plus ou moins appréciable d'une espèce à une autre. (**R. Re, N. Pellegrini)**

I.2.2.3.4. Répartition géographique :

A l'échelle européenne, la carte de répartition est éloquente : le maceron se localise essentiellement sur les côtes d'une grande partie du bassin méditerranéen ; il remonte sur la façade atlantique jusqu'au Danemark ou l'île de Texel aux Pays-Bas au nord. En Grande-

Bretagne, il se trouve presque toujours à moins de 20 kms des côtes avec une fréquence maximale dans la frange littorale des 2 kms tout comme en France sur la façade atlantique. On remarque que l'Italie tout entière est colonisée. **R.E. Randall.**

Le maceron peuple les falaises, les prés en bord de mer et dans les marais salants mais son habitat favori reste les bords de routes, les talus, les berges des fossés, les pieds des haies. On trouve aussi des stations ponctuelles plus vers l'intérieur (comme dans la vallée de la Loire en France) mais presque toujours à proximité de sites très anciens comme des monastères ou des châteaux médiévaux. Donc, on voit se dégager l'image d'une plante étroitement associée à l'Homme et aux habitats artificiels d'autant que pour s'établir il a besoin de sites ouverts au sol nu et enrichi en matières nutritives.



Figure I.6 : Répartition géographique de smyrnium olusatrum

I.2.2.3.5. Usage :

Souvent cultivé pour sa racine comestible et naturalisé il y a des siècles, il était utilisé comme nourriture. (apium graveolen) et samurnion a une saveur aromatique dans toute sa partie. Les feuilles peuvent être utilisées comme alternative au persil, le zaktabel pour la soupe. Les graines sont également utilisées comme alternative au poivre noir. Les fleurs peuvent être utilisées à la vapeur ou imprégnées, car elles peuvent être ajoutées aux salades. En extraire de l'huile aromatique. Les samorniens à base de plantes contiennent un composé (siphoranodine) qui est connu pour être anti-cancéreux et sensible à la chaleur.

I.2.2.3.5.1. Utilisations médicales anciennes :

Aide à la bonne digestion des aliments, expulse les gaz intestinaux, traite les morsures de serpent, traite le réchauffement de l'estomac froid, et est également utilisé dans le

traitement de l'asthme, des problèmes menstruels et des blessures même si cette utilisation est obsolète.

I.2.2.4. Ferula communis :

I.2.2.4.1. Description botanique

F. communis est une plante méditerranéenne, un arbrisseau vivace pouvant atteindre deux mètres de haut, à croissance très rapide (quelques semaines) et caractérisée par une inflorescence très dense **(Quézel et Santa, 1963).** La totalité de l'appareil végétatif est parcouru de canaux sécréteurs contenant un mélange d'essence et de résines **(Filiat & al., 2012).**

La tige est particulièrement épaisse, creuse et finement striée, avec des rameaux supérieurs opposés ou verticillés. Les feuilles sont molles, vertes sur les deux faces, divisées en lanières très étroites et filiformes, allongées. Les feuilles inférieures ont un pétiole cylindrique, tandis que les supérieures sont munies d'une grande gaîne membraneuse. Les ombelles centrales sont grandes, avec 20 à 40 rayons, tandis que les latérales sont longuement pédonculées et dépassent souvent la centrale. L'involucre et l'involucelle sont absents, et les styles réfléchis sont plus longs que le stylopode. Les fruits, ovales ou elliptiques, sont arrondis aux deux extrémités et prennent une teinte fauve à maturité. Cette plante peut varier avec des feuilles légèrement glauques et des lanières plus courtes selon les conditions de croissance. (Var. monspeliensis G. G. - F. glauca DC.). **Lettre à M le Secrétaire général de la SBF.**



Figure I.7 : *Ferula communis*

I.2.2.4.2. Systématique de *ferula communis :*

Tableau I.4 : Identification taxonomique de *ferula communis* **(Inventaire National du Patrimoine Naturel, s. d.-b)**

Règne	Plantae Haecke
Sous-Règne	Viridaeplantae
Classe	Equisetopsida C.Agardh
Sous-Classe	Magnoliidae Novák
Ordre	Apiales Nakai
Famille	Apiaceae Lindl
Sous-Famille	Apioideae Thorne
Genre	Ferula
Espèce	Ferula communis

I.2.2.4.3. Répartition géographique :

Le genre Ferula comporte près de 180 espèces poussant à travers le monde, principalement dans les régions arides. 130 espèces sont communes au bassin méditerranéen et à l'Asie centrale **(Pimenoy & al., 2004).**

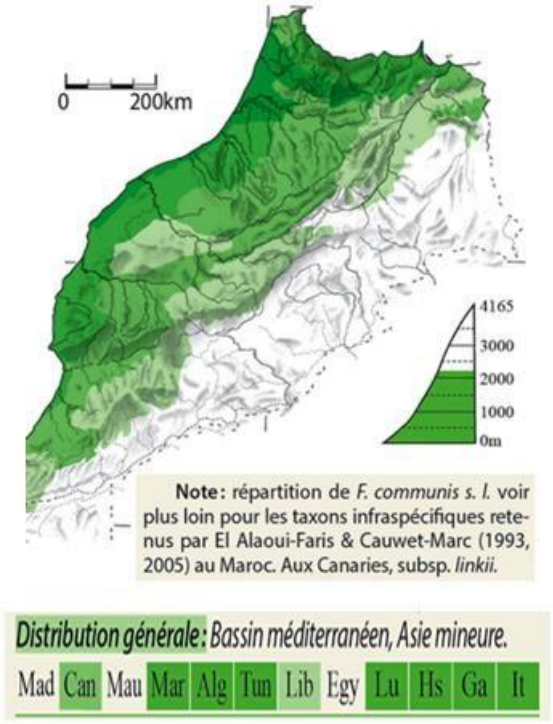


Figure I.8 : Répartition géographique de *ferula communis* **(Flore du Maroc, Famille des Apiaceae, Ferula Communis, s. d.)**

I.2.2.4.4. Action pharmacologique et toxicité :

Études de composition chimique de Ferula communis a montré qu'il contient des dérivés de 4-hydroxycoumarine, dont certains ont démontré avoir action hypothrombonique.

Les anticoagulants 4-hydroxycoumarin sont connus pour être utilisés pour le traitement et la gestion de la maladie thromboembolique chez l'homme. L'homme et toutes les espèces animales sont sensibles au F.

I.2.2.4.5. Usage :

Au Moyen-Orient, la racine d'une espéce voisine, F. hermonis Boiss, est utilisée pour divers dysfonctionnements liés it la sphére génitale : troubles de l'érection chez l'homme, de la ménopause chez la femme. **Lev E, Amar Z (2002) et Said O, Khalil K, Fulder S, Azaizeh H (2002)**

Usages therapeutiques: une préparation végétale, Ie Tefestrol®, se base de ferutinine, est commercialisée en Russie pour traiter différents désordres gynécologiques **Zanoli P, Zavatti M, Geminiani E et al. (2009)**

I.2.2.5. Peganume harmala :

I.2.2.5.1. Description botanique :

Il s'agit d'une plante herbacée, vivace, glabre, à rhizome épais, à forte odeur qui évoque celle de la rue. Ses tiges dressées, très rameuses, portent des feuilles alternes, découpées en lanières étroites. Fleurs à étoiles blanches, à 5 sépales persistants qui dépassent la corolle, à 5 pétales elliptiques, à des étamines nombreuses (jusqu'à 15) à anthère jaune. Le fruit se présente sous la forme d'une capsule plus ou moins globuleuse, pliée au sommet, contenant de nombreuses petites graines d'un brun foncé, dont le tégument externe est réticulé. Elles sont amères et cueillies pendant l'été. **(Plantes Comestibles, s. d.)**



Figure I.9 : *Peganum Harmala* **(PhytoMag, 2021)**

I.2.2.5.2. Systématique de *Peganum harmala :*

Tableau I.5 : Identification taxonomique de *Peganum Harmala* **(Zeghouini, A. (2019)**

Règne	Plantae
Embranchement	Spermatophytes
Sous- embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous classe	Rosidae
Ordre	Sapindoles
Famille	Nitrariaceae
Genre	Peganum

I.2.2.5.3. Composition chimique :

Les recherches photochimiques ont révélé la présence de divers composants chimiques dans la plante :

¬ Acides aminés comprennent la phénylalanine, la valine, la proline, la thréonine, l'histidine, les acides glutamiques et les carbo-hydrates.

¬ Flavonoïdes : coumarines, composés volatils, tanins, stérols.

¬ La graine contient un pigment rouge appelé « Turkey Red » et un composé fluorescent dans son tégument externe.

¬ Des alcaloïdes avec un noyau indole tels que la harmane, la harmine, la harmaline et le harmalol (harmol) sont les principales toxines. La graine contient un taux d'alcaloïdes bien supérieur à celui de la racine, de la tige et de la feuille, et cette quantité augmente en été pendant la maturation du fruit **(Kartal et al., 2003).**

I.2.2.5.4. Répartition géographique :

La plante est universelle. On la trouve principalement dans les régions arides et sèches de la Méditerranée, sur les sols sableux et légèrement nitrés **(Iserin, 2001).** Elle se rencontre

en Europe (Espagne, Hongrie), en Afrique (Maroc, Sahara septentrional et hauts plateaux algériens, Tunisie, steppes de la Lybie, déserts d'Égypte), et en Asie où elle se rencontre dans les steppes de l'Iran, du Pakistan, du Turkestan jusqu'au Tibet et en Sibérie.et même aux États-Unis

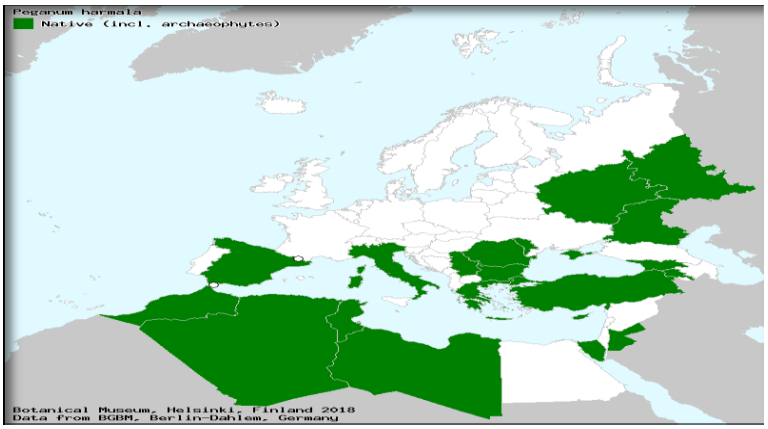


Figure I.10 : Répartition géographique de *Peganum Harmala*. **(Greenwood, s. d.)**

I.2.2.5.5. Usage :

I.2.2.5.5.1. Traditionnel usage de la plante :

La médecine traditionnelle utilise largement le harmel pour soigner divers troubles :

- L'utilisation du Harmel est réputée pour ses propriétés emménagogues, abortives et est couramment employée.
- Contrairement à la stérilité féminine et à l'impuissance sexuelle.
- Il est aussi employé en tant que relaxant, hypnotique, soporifique (il est précisément administré aux nourrissons agités et insomniaques) et comme antipyrétique, analgésique et antitussif.
- À l'échelle digestive, il pourrait lutter contre les coliques et d'autres problèmes digestifs tels que la diarrhée chez les nourrissons.
- Le Harmel sert à agir comme un antiseptique et un cicatrisant, dans le traitement des dermatoses (eczémas) et des brûlures.
- Il est aussi recommandé dans le traitement des conjonctivites purulentes, des blépharites, de l'alopécie, du tétanos néonatal, des parasitoses (ascaris, taenia), du paludisme, des oreillons, des hémorroïdes, du diabète et de l'hypertension.

Un sondage mené par **Bakiri et ses collègues en 2016** a révélé la liste de plusieurs maladies traitées par Peganum harmala L. D'après les résultats obtenus, cette plante est utilisée pour traiter les maladies suivantes :

- Les Maladies laostéo-articulaires (22,85 %).
- Le syndrome du kyste (17,14%).
- Troubles digestives (16,19 %).
- Des problèmes respiratoires (11,42 %).
- Maladies dermatologiques (8,57 %).
- Maladie de l'utérus (10,47 %).
- Affections métaboliques (4,76 %).
- Affections rénales (3,80 %).
- Le taux de 4,76 % des autres maladies est inclus dans le reste.

I.2.2.6. Teucrium polium :

I.2.2.6.1. Description botanique :

Teucrium polium L. est une espèce très diversifiée de la famille Lamiacée, avec de nombreuses sous-espèces décrites, dont certaines sont parfois considérées comme des espèces bien établies. Il s'agit d'une plante herbacée vivace qui dégage une odeur poivrée à l'impact. Les tiges mesurent entre 10 et 30 cm de haut, sont blanches et sont couvertes de feuilles opposées sessiles, linéaires-lancéolées ou oblongues, en bout et en coin.

Les dents sont entières à la base et arrondies en haut. Ces feuilles, à la fois blanches et tomenteuses, ont les bords arrondis. Des inflorescences compactes globuleuses ou ovoïdes serrés forment les fleurs. Le calice a une tonalité brève, des dents courtes, la partie supérieure obtuse ; la corolle présente une lèvre supérieure tronquée et des lobes supérieurs pubescents **(Boulard, 2003 ; Naghibi et al., 2005**).

Nom commun : mountain germander (Anglais), pouliot de montagne, germandrée tomenteuse, germandrée blanc-grisâtre (Français) ; poliot, camendrio di montagna, timo bianco, polio primo (Italien), j‘ada, khayata, Katabet ledjrah (Arabe).



Figure I.11 : *Teucrium polium* **(Weiner 2020)**

I.2.2.6.2. Systématique de *Teucrium polium :*

Tableau I.6 : Identification taxonomique de Teucrium **(Fettah, A. 2019).**

Règne	Plantae
Embranchement	Spermatophyta
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Astéridées
Sous classe	Lamiidées
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiaceae
Genre	Teucrium
Espèce	Polium

I.2.2.6.3. La Composition chimique :

Les parties aériennes de Teucrium polium L. contiennent une grande quantité de polyphénols, de flavonoïdes, d'iridoïdes et de stérols **(Djabou et al., 2012, Movahedi et al., 2014**). Il y a principalement des monoterpènes, des diterpènes, des sesquiterpènes hydrocarbures et des sesquiterpènes oxygénés dans les huiles essentielles **(Kabouche et al.,**

2007, Krache et al., 2017) L'étude préliminaire des feuilles et des fleurs de Teucrium polium L. a révélé la présence de c omposés polyphénoliques (flavonoides et tanins), d'autres composés, de saponines et de stér oïdes. On retrouve le carvacrol et le caryophyllene sont les plus répandues dans Les huiles essentielles de Teucrium polium L. **(Malki et Yahia, 2014).**

I.2.2.6.4. Répartition géographique :

Le genre Teucrium regroupe plus de 300 espèces, principalement aromatiques, qui se développent spontanément dans différentes parties du monde. Il se rencontre en grande quantité dans le bassin méditerranéen et en Algérie, où 21 espèces sont recensées respectivement. Cette plante à fleurs, Teucrium polium L., est très répandue dans le bassin méditerranéen (Europe, nord de l'Afrique et nord-ouest d'Asie). **(Andary, 1988)**

Dans les bioclimats arides et semi-arides, Teucrium polium L. se développe généralement. Il préfère le soleil et un sol bien drainé. Il se développe sur les coteaux, les sables et les zones arides. **(Esmaeil, 2010).**

Dans les bioclimats arides et semi-arides, Teucrium polium L. se développe généralement. Il préfère le soleil et un sol bien drainé. Il se développe sur les coteaux, les sables et les zones arides.

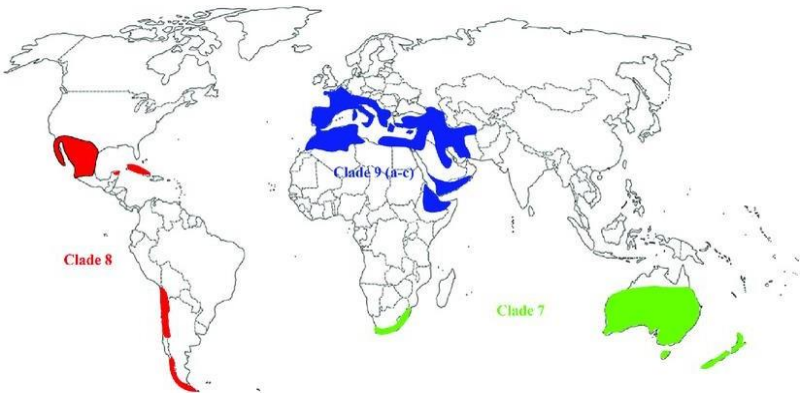


Figure I.12 : Répartition géographique de *Teucrium polium* **(Figure 1. Distribution Map Of The Members Of Section Teucrium. Clade 7. . ., s. d.)**

I.2.2.6.5. Usage :

Les plantes médicinales jouent un rôle essentiel en tant que source de nouvelles substances chimiques ayant un effet thérapeutique significatif. Ces dernières années, l'intérêt pour l'étude de ces plantes a augmenté. **(Belmekki, 2013)**

Dans la médecine traditionnelle africaine, cette espèce est employée lors des périodes de stress, car elle favorise la détente, la relaxation, le calme et l'énergie. Elle favorise la détente des muscles en augmentant leur endurance, réduisant l'anxiété et combattant la fatigue et l'agressivité.

En outre, elle encourage le sommeil tout en favorisant la mémoire, en augmentant la concentration et la lucidité. **(Lagnika, 2005)**

À l'heure actuelle, les recherches scientifiques confirment la validité de ces idées populaires issus d'un empirisme pur. Ainsi, la méthode de « grand-mère » se transforme en un traitement sérieux. Depuis 2000 d'années, le Teucrium polium (L.) est employé dans la médecine traditionnelle, avec des résultats expérimentaux appuyés **(Mahmoudi, 2013).**

D'après Muhammed **(2011),** l'infusé de la partie aérienne de Teucrium polium (L.) est employé en raison de ses effets antiinflammatoires, contre la jaunisse, anti-anorexie, antispasmodique et anti gastrique. De plus, il possède une activité antidiabétique **(Shahraki, 2007)**, antioxydante **(Hasani, 2007),** antispasmodique, antiinflammatoire et antibactérienne.

Matériels et Méthodes

II. Matériel

II.1. Période et lieu d'étude :

Notre travail a été réalisé au sein de laboratoire de la faculté des sciences au niveau de l'université de Médéa et au bloc de microbiologie et physico chimique de l'unité SAIDAL-Médéa durant la période allant de février à mai 2024.

II.2. Objectifs d'étude :

- Evaluation de l'activité antioxydantes des extraits de chaque plante selon la méthode DPPH
- Evaluation de l'activité antimicrobienne des extraits des plantes utilisés.
- La détermination de CMI et CMB.
- Evaluation de l'activité photo-protectrice (détermination *in-vitro* du facteur de protection solaire FPS ou sun protection factor 'SPF').

II.3. Matériel végétal :

Les plantes : *Teucrium polium, Peganum harmala, Equisetum arvense, Ferula communis, Smyrnium olusatrum, atriplex halimus*

II.4. Appareillage :

- Spectrophotomètre UV/visible.
- Plaque chauffante avec agitation de type stuart UC 152 utilisé pour la préparation des milieux de culture
- Filtres stériles (whatmanfilterpapers) à porosité de diamètre de 150mm utilisé pour la filtration de homogénat/filtrat et la solution.
- Autoclave pour la stérilisation des solutions et les milieux de cultures.
- Etuve utilisé pour l'incubation des microorganismes, et le séchage de filtrat.
- Bain marie
- Erlenmeyer, micropipette, éprouvette, pipette pasteur, barreau magnétique, boite pétrie, bécher.

II.5. Les antibiotiques utilisés :

Les antibiotiques sont Fourni par la société Saidal : Gectapen (benzylpénicilline sodique) ; amoxypen(amoxicilline) ; clomycine(chlorotétracycline).

II.6. Les produits consommables :

- Méthanol 70%
- Ethanol
- DMSO
- DPPH
- Eau physiologique (NaCl)
- Eau distillée
- Acide ascorbique
- Milieu Mueller Hinton
- Milieu Soja agar
- Milieu Chapman
- Milieu Hektoen
- Milieu gélose nutritive
- Bouillon Mueller Hinton

II.7. Les souches bactériennes :

Tableau II.1 : Les souches bactériennes **(SAIDAL-Médéa)**

Bactéries	ATCC
Bacillus subtilis	6633
Escherichia coli	8739
Staphylococcus Aureus	6538
Pseudomonas aeruginosa	9027
Salmonella Typhimurium	14028

B- Méthodes

II.8. La récolte des plantes :

Tableau II.2 : Liste des plantes expérimentées

Plante	Partie utilisé	Région et date de récolte	Présentation morphologique
Equisetum arvense	Les feuilles Les tiges	Ouledbrahim - Médéa	
Teucrium polium	Les feuilles Les tiges	Tafraout-Médéa	
Peganum harmala	Les feuilles Les tiges	Ain boucif- Médéa	
Atriplex halimus	Les feuilles	M'fatha-ksar elboukhari- Médéa	
Ferula communis	La partie aérienne	Oued elbesbas - sidi naamen - Médéa	
Smyrnium olusatrum	La partie aérienne	Ouzra – Médéa	

II.9. Préparation des échantillons :

II.9.1. Séchage et broyage :

Le matériel végétal récolté trié, rincé et séché à l'ombre et à la température ambiante pendant 2 semaines, une fois la plante devenue sèche les différentes parties de chaque plante sont broyées à l'aide d'un mortier puis soumise à l'extraction.



Figure II.1 : Séchage et broyage de matériel végétal

II.9.2. Méthode d'extraction :

Il s'agit d'une technique simple réalisée par macération, qui implique de laisser la poudre de matériau végétal en contact prolongé avec un solvant (comme de l'éthanol à 96 %) ou de l'eau distillée) à température ambiante. **(sharma et *al*., 2008).**

II.9.2.1. Préparation de l'extrait éthanolique :

Une quantité de 50 g de poudre de matériau végétal a été utilisée pour une prise d'essai, macérée dans 350 ml de solvant (éthanol à 96 %) et 150 ml de l'eau distillé sous agitation magnétique pendant 24 heures à température ambiante. Ensuite, les macérats ont été filtrés à travers un entonnoir équipé d'un papier filtre, de coton et d'une compresse. Les filtrats ont ensuite été évaporés à l'aide d'un rota vapeur pour éliminer le solvant organique, puis complètement séchés dans une étuve à une température comprise entre 40 et 45 °C. Les extraits obtenus ont été broyés à l'aide d'un mortier et conservés dans des boîtes stériles jusqu'à leur utilisation ultérieure.

II.9.2.2. Préparation des extraits aqueux :

50 g de matériel végétal ont été macérés dans 500 ml d'eau distillée sous agitation magnétique pendant 24 heures à température ambiante. Ensuite, les macérats ont été filtrés et évaporés à l'aide d'un rota vapeur pour éliminer le solvant, puis complètement séchés à l'étuve à une température comprise Entre 40 et 45 °C. Les extraits obtenus ont été broyés à l'aide d'un mortier et conservés dans des boîtes stériles jusqu'à leur utilisation ultérieur



Figure II.2 : processus de l'extraction éthanolique et aqueuse.

II.10. Evaluation Activités biologiques :

II.10.1. Activité antioxydante :

II.10.1.1. Test de piégeage du radical libre DPPH• (2,2-diphenyle-1-picrylhydrazyle) :

Cette méthode repose sur la mesure de la capacité des antioxydants à piéger le radical libre stable de forme synthétique : le 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle (DPPH•), qui absorbe dans le visible à une longueur d'onde de 515 à 520 nm. Ce radical est réduit pour donner du diphényl-picrylhydrazine et un radical phénoxy en acceptant un atome d'hydrogène.

Le piégeage du radical DPPH• se manifeste par un changement de couleur de la solution, passant du violet au jaune, ce qui permet de suivre la décoloration et la diminution de l'absorbance à une longueur d'onde de 517 nm **(Chaabi, 2008).**

Principe

Pour mesurer cette activité, nous avons utilisé la méthode décrite par Baghiani et al. (2012).

Des tubes contenant 750 µl de l'extrait testé à différentes concentrations (0.2, 0.4, 0.6, 0.8 et 1 mg/ml) ont été préparés, auxquels on a ajouté 1,5 ml de solution méthanoïque de DPPH (2,4 mg/100 ml). Un contrôle négatif (sans extrait) a été préparé en parallèle. Après 60 minutes d'incubation dans l'obscurité et à température ambiante, l'absorbance a été mesurée à 517 nm. À des fins comparatives, un antioxydant standard, l'acide ascorbique (vitamine C), a été utilisé. Les résultats sont exprimés en pourcentage d'inhibition selon la formule :

$$\mathbf{I\ \% = [(AC - AE) / AC] \times 100}$$

Où I % = Pourcentage d'inhibition ; AC= Absorbance du contrôle négatif et AE = Absorbance de l'échantillon testé.

L'étude de la variation de l'activité anti-radicalaire en fonction de la concentration de l'extrait permet de déterminer la concentration qui correspond à 50% d'inhibition (IC50). Plus la valeur de l'IC50 est faible, plus l'extrait est puissant vis-à-vis des radicaux libres

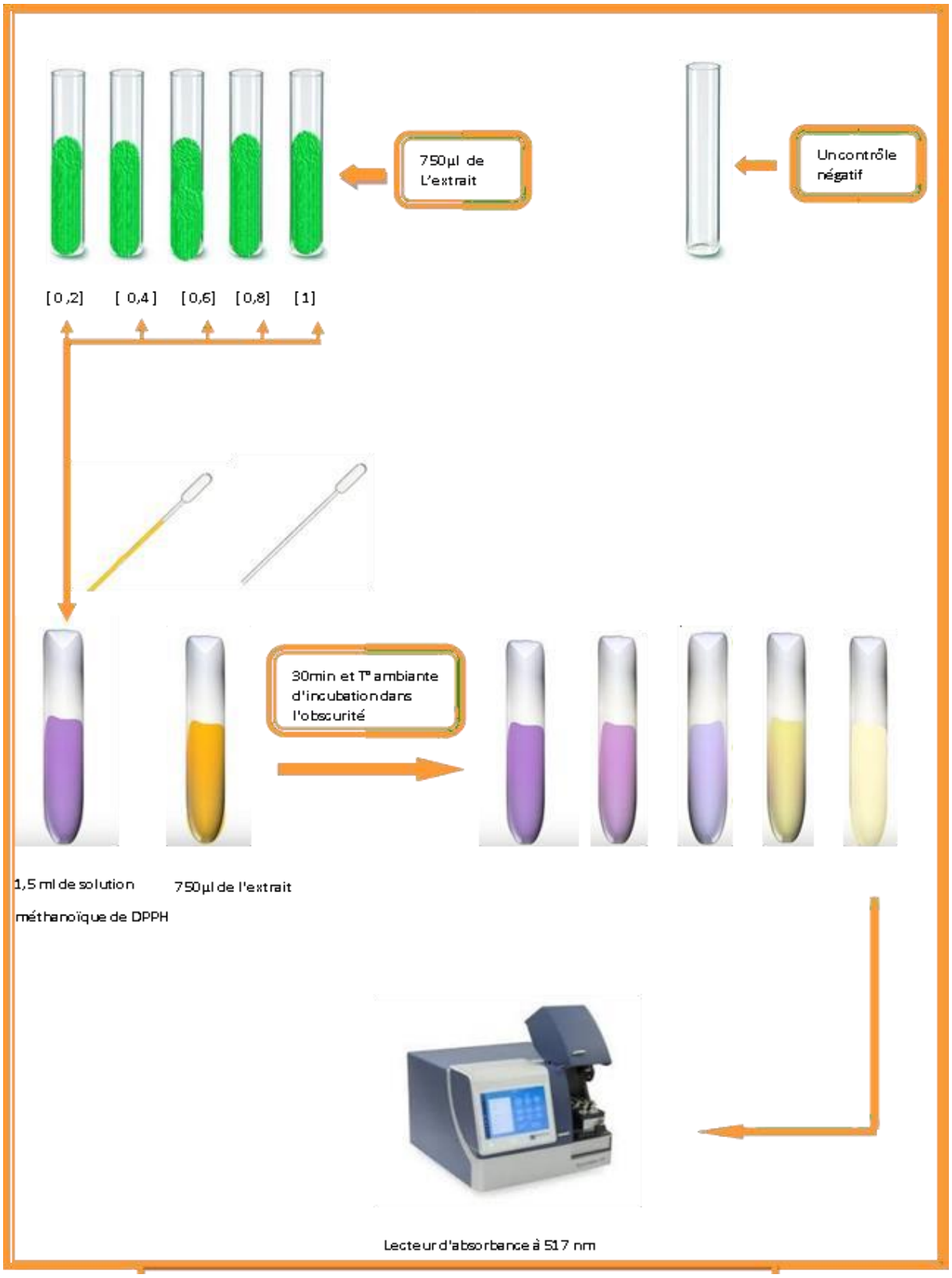


Figure II.3 : Test de piégeage du radical libre DPPH

II.10.2. Evaluation de l'activité antimicrobienne :

L'évaluation de l'activité antimicrobienne a été effectuée à l'aide de la méthode de diffusion sur disque (aromatogramme) afin de tester la sensibilité des souches. Ensuite, les valeurs de CMI (Concentration Minimale Inhibitrice) ont été déterminées sur milieu solide.

Principe de l'antibiogramme :

Le principe de l'antibiogramme implique la recherche de la sensibilité d'une bactérie à un ensemble spécifique d'antibiotiques. Parmi les différentes méthodes disponibles, la méthode de diffusion en milieu gélosé est la plus couramment utilisée. Cette méthode implique le placement d'un disque de papier imprégné d'antibiotique sur une gélose déjà inoculée. L'antibiotique se diffuse dans le milieu, créant un gradient de concentration décroissante autour du disque (**Carson et al., 2002**). Dans notre étude, nous avons utilisé des disques stériles vierges imprégnés d'extraits aqueux méthanoliques à la place des antibiotiques

Activité antibactérienne :

L'étude de l'activité antibactérienne a porté sur un total de cinq souches bactériennes. Conformément à la méthode décrite par **Falleh et al. (2008),** la technique de diffusion par disque a été employée pour évaluer le pouvoir antibactérien des extraits testés. Pour ce faire, des prélèvements d'une ou plusieurs colonies de chaque culture pure ont été réalisés à l'aide d'une anse de platine et placés dans des tubes contenant de l'eau physiologique afin d'obtenir des suspensions microbiennes présentant une turbidité équivalente à 0,5 McFarlane, correspondant à une concentration bactérienne de 10^8 UFC/ml. Par la suite, un ensemencement bactérien a été réalisé sur des boîtes de Pétri contenant la gélose appropriée pour chaque souche.

Des disques de papier filtre (stériles) de 6 mm et 9 mm de diamètre, préalablement imprégnés avec 20 µL d'extrait végétal dissous dans une solution (eau-DMSO) (v/v : 98/02) à différentes concentrations (100 mg/mL, 50 mg/mL, 25 mg/mL), ont été soigneusement placés sur les boîtes de PétrII. Des antibiotiques de référence tels que GECTAPEN, l'azithromycine et la chlorotétracycline ont été utilisés comme témoins positifs, tandis que des disques de papier imprégnés de 20 µL de solution (eau-DMSO v/v 98/02) ont servi de témoins négatifs.

Les boîtes de Pétri ont ensuite été incubées à 37°C pendant 24 heures, et les diamètres des zones d'inhibition formées autour des disques ont été mesurés et enregistrés. Cette expérience a été répétée trois fois.

Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI) par la méthode de diffusion sur disque :

Principe :

Selon la méthode décrite par **PNCE (2003),** une série de milieux gélosés est préparée. Ensuite, des suspensions bactériennes sont ensemencées sur ces milieux, et des disques vierges sont imprégnés avec différentes concentrations de nos extraits préparés. Après incubation pendant 24 heures à 37°C, on recherche la plus petite concentration d'extrait pour laquelle il n'y a pas de croissance bactérienne visible à l'œil nu. Cette concentration est déterminée comme étant la Concentration Minimale Inhibitrice (CMI).

Premièrement on fait la Préparation de milieu de culture : Bouillon de MUELLER-HINTONqui est un milieu ordinaire pour toutes les bactéries, le milieu préparé a été coulé dans des boites pétri stérile.

Puis on passe à la Préparation des dilutions d'extraits de plantes médicinales : trois différentes concentrations ont été préparés par la dissolution de chaque extraits (aqueux et éthanolique) dans le DMSO. On ensemence ensuite les milieux de culture par les suspensions bactériennes préparées dans l'eau physiologique, on passe à la distribution des disques vierges imbibé dans les différentes concentrations de chaque extrait de plantes, puis placé sur les boites *pétrII.*

L'incubation est faite dans une étuve 37°C/24H. on fait la lecture, la plus petite concentration d'extrait pour laquelle il n'y a pas de croissance bactérienne visible à l'œil se considère la concentration minimale inhibitrice (CMI).

Détermination des CMB La CMB est déterminée à partir de la CMII. Les puits ne présentant aucune croissance visible à l'œil nu après incubation sont vidés et les contenus sont repiqués sur de la gélose coulée dans des boîtes de Pétri de 9 cm de diamètre. La lecture est faite après une incubation à 37°C pendant 24 heures. La plus petite concentration qui ne laisse que 0,01% de bactéries survivantes après un temps d'exposition à l'antibiotique de 12 à 18 heures correspond à la CMB **[Michel Briand, 1986**

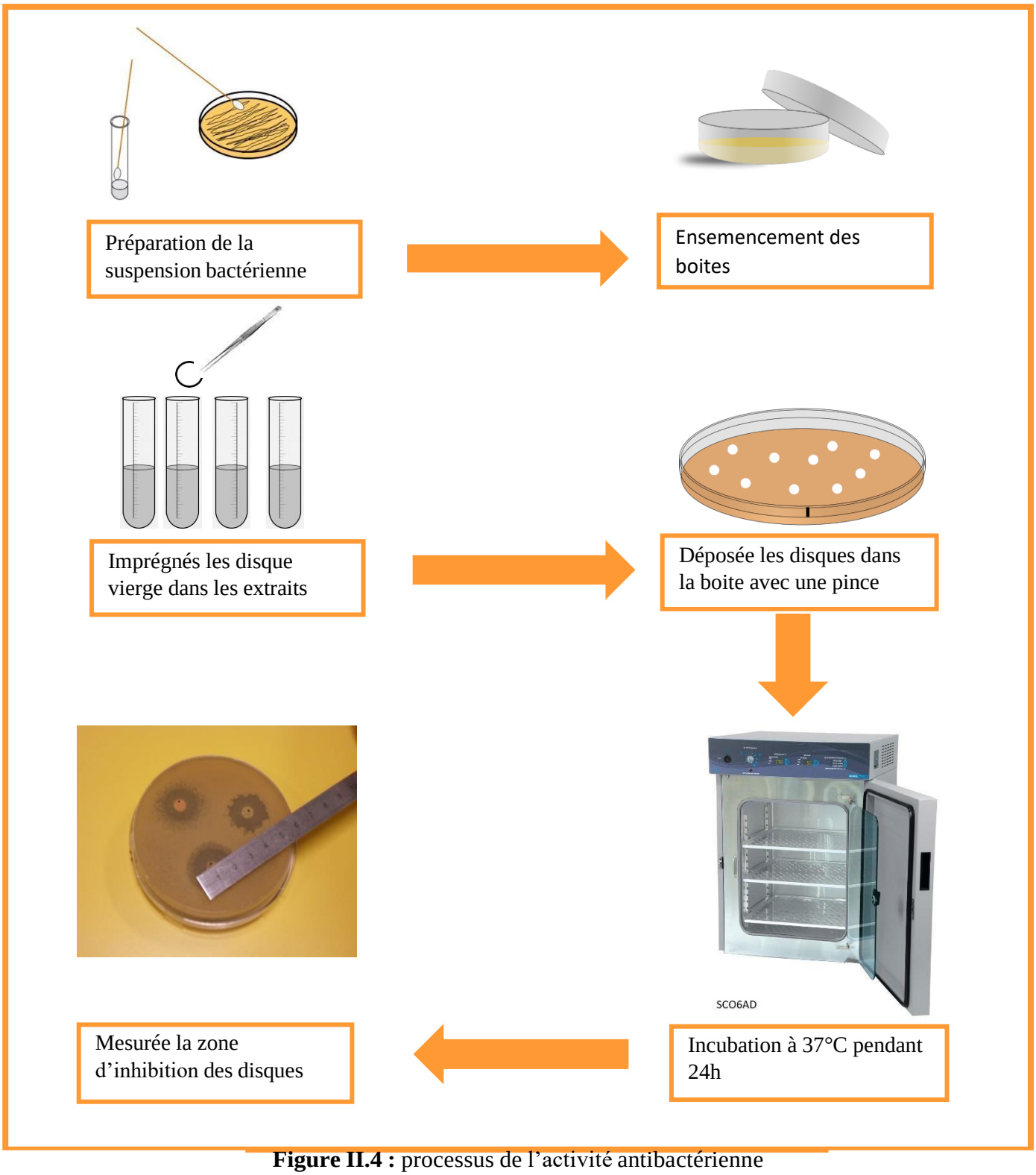


Figure II.4 : processus de l'activité antibactérienne

II.10.3. Activité de CMI et CMB :

II.10.3.1. Préparation de l'inoculum pour les tests en milieu liquide :

Préparer un inoculum pour les tests en milieu solide à partir d'une colonie jeune de 24 heures. On a émulsionné ces particules dans 2 ml de suspension de NaCl à 85%. Par la suite, on a ajusté la densité optique à 0,5 MC Farland en utilisant un densimat. Les entérobactéries sont prélevées en volume de 100 µl, les S. aureus en 1000 µl et les P. aeruginosa en 10 µl. On a dilué cette suspension dans 10 ml d'eau physiologique (NaCl 0,9%), ce qui a généré un inoculant bactérien estimer à 10^6 bactéries par ml.

En utilisant une pipette Pasteur, deux colonies bactériennes de 24 heures ont été prélevées et émulsionnées dans un tube à essai contenant 10 ml de bouillon Muller-Hinton stérile. Pendant 3 heures, le mélange a été mis en incubation à 37 °C. Une suspension de 0,3 ml de cette préculture a été prélevée après cette incubation et diluée dans 10 ml de bouillon Muller-Hinton stérile, puis homogénéisée.

II.10.3.2. Préparation de la gamme de concentration :

On a obtenu la plage de concentration en utilisant la double dilution. Afin d'accomplir cela, une solution contenante 50 mg/ml des extraits choisis a été préparée. À partir de cette solution, une série de dilutions de raison 2 a été réalisée pour obtenir des concentrations allant de 50 à 0,78 mg/ml.

II.10.3.3. Détermination des paramètres antibactériens :

Les paramètres antibactériens ont été mesurés en diluant en milieu liquide en utilisant la méthode employée par Kouadio et al. (2015). Donc, dans 10 tubes expérimentaux à hémolyse, on a placé 1 ml de chaque concentration d'extrait de plante en contact avec 1 ml d'inoculum bactérien. L'inoculum a été ajouté à 1 ml d'eau distillée stérile dans le tube témoin de croissance, tandis que le témoin de stérilité n'a reçu que 2 ml de bouillon Muller-Hinton (BMH) stérile. On a incubé les tubes pendant 24 heures à une température de 37 °C.

Une observation à l'œil nu a été réalisée après cette période d'incubation, et la concentration la plus basse pour laquelle aucune croissance bactérienne n'a été observée à l'œil nu est la Concentration Minimale Inhibitrice (CMI). En ce qui concerne la Concentration

Minimale Bactéricide (CMB), elle permet d'obtenir 0,01% de bactéries viables après 24 heures d'incubation à 37 °C. Il a commencé à se déterminer par la numération. Il a été nécessaire de diluer l'inoculum initial de 10-1 à 10-4 et de l'ensemencer à l'aide d'une anse calibrée de 2 µl en stries de 5 cm de long sur une gélose Muller-Hinton, puis de l'incuber pendant 24 heures. Ces boîtes de Pétri ont reçu le nom de A. Après avoir examiné les CMI, le contenu des tubes où il n'y a pas eu de croissance visible a été utilisé pour expliquer. Établir des stries de 5 cm de GMH pour ensemencer. Cette collection de boîtes de Pétri porte la lettre B.

La croissance bactérienne des boîtes A et B a été comparée pour déterminer la CMB. Par conséquent, la CMB est la plus faible concentration du tube avec moins de 0,01% de bactéries viables par rapport à l'inoculum initial.

Le rapport CMB/CMI a donné des indications sur la manière dont la substance agit (Fauchere, 2002). Kamanzi (2002) affirme que L'extrait est bactéricide lorsqu'il présente une CMB égale à sa CMI ou lorsqu'il présente un rapport CMB/CMI inférieur ou égal à 4. On le considère comme bactériostatique lorsque sa CMB dépasse sa CMI ou lorsque le rapport CMB/CMI dépasse 4. Si ce rapport atteint 32, la souche est considérée comme tolérante.

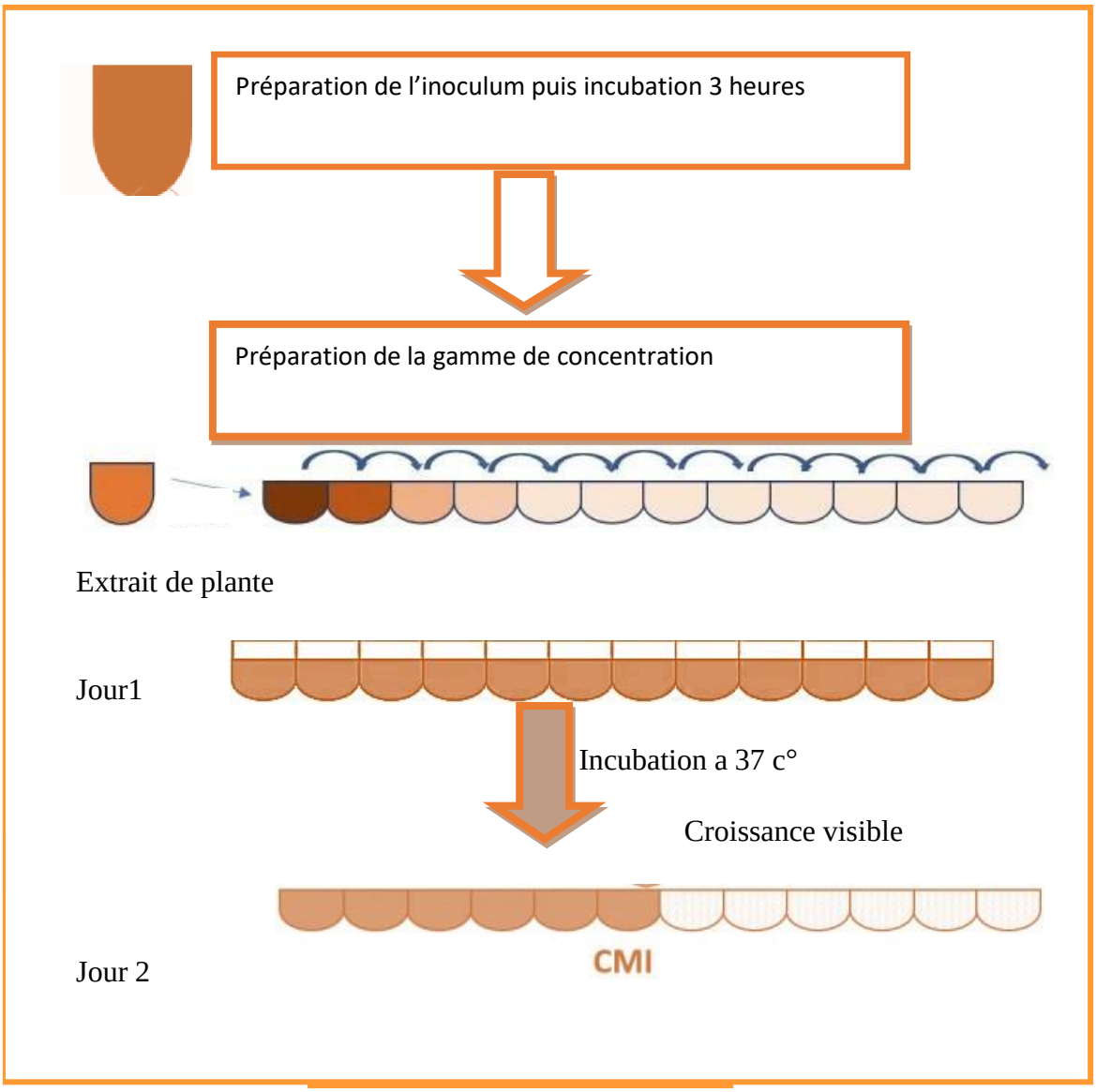


Figure II.5 : processus de la CMI

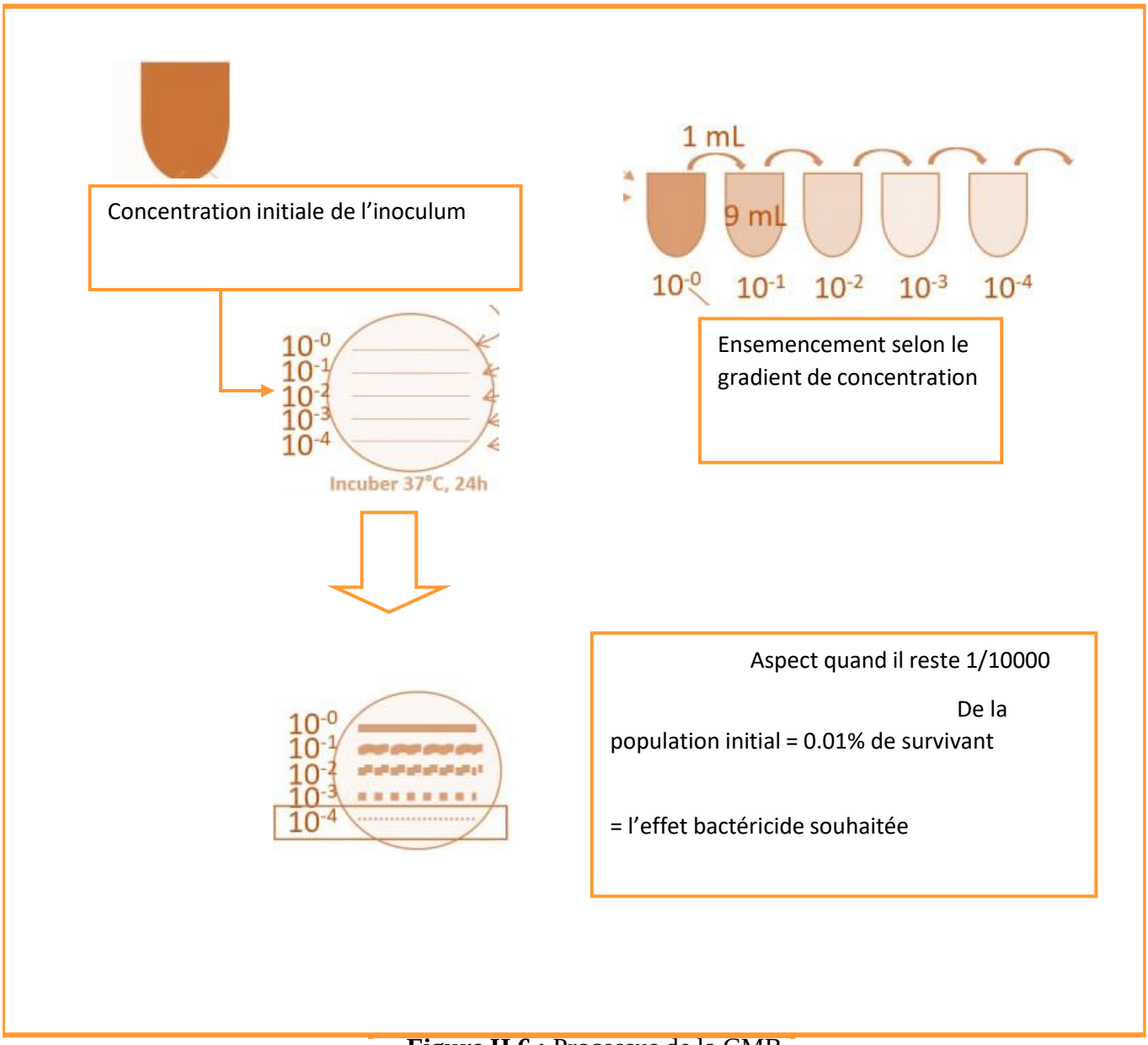


Figure II.6 : Processus de la CMB

II.10.4. Activité photo protectrice (détermination *in-vitro* du facteur de protection solaire FPS ou sun protection factor 'SPF')

Principe

L'activité FPS a été évaluée selon la méthode de **Mansur et al. (1986)**. Les extraits ont été dilués dans du méthanol pour obtenir une concentration de 2 mg/mL. Ensuite, 200 µL des différents échantillons ont été placés dans une microplaque à 96 puits et ont été mesurés par spectrophotométrie entre 290 et 320 nm, avec des intervalles de 5 nm, en utilisant le méthanol comme blanc. Chaque point a été mesuré en triplicata. La valeur du

FPS a été déterminée en appliquant l'équation mathématique développée par **Mansur et al. (1986).**

$$\mathbf{SPF}_{\text{spectrophotometric}} = \mathbf{CF} \times \sum_{290}^{320} \boldsymbol{EE}(\boldsymbol{\lambda}) \times \boldsymbol{I}(\boldsymbol{\lambda}) \times \boldsymbol{Abs}(\boldsymbol{\lambda})$$

Où :

EE (λ) : est le spectre d'effet érythémal (erythemal effect spectrum) ;

I (λ) : est le spectre d'intensité solaire **(**solar intensity spectrum) ;

Abs (λ) : est l'absorbance des échantillons **(**absorbance of sunscreen product) ; **CF** : est le facteur de correction (correction factor : 10).

Les valeurs de EE (λ) × I (λ) sont des constantes, et elles ont été déterminées par **(Sayre *et al.*, 1979)**

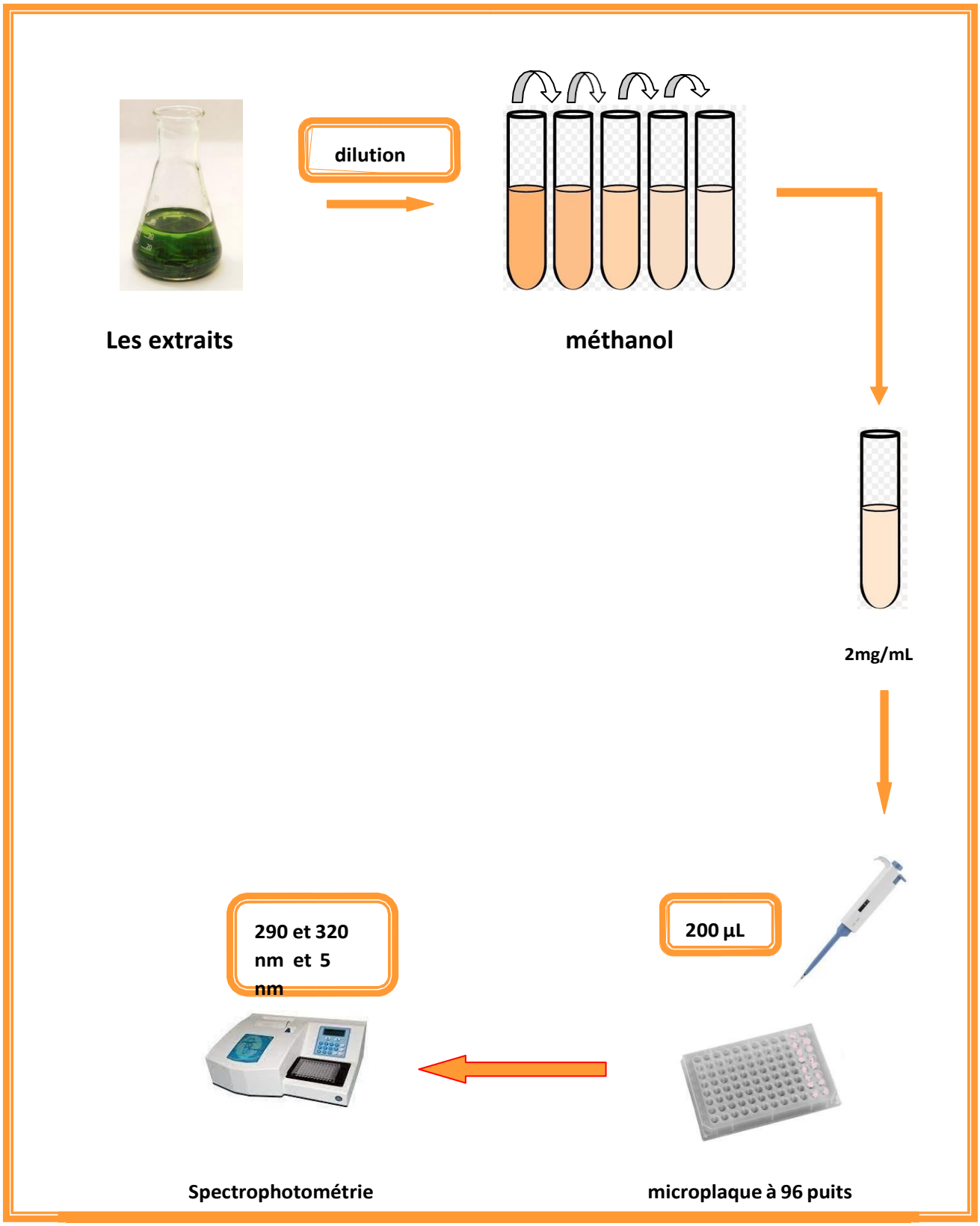


Figure II.7 : Processus de l'activité photo-protectrice

Résultats et Discussion

III. Évaluation des activités biologiques

III.1 Évaluation de l'activité antioxydante :

III.1.1. Test de piégeage du radical libre DPPH :

L'activité antioxydante des extraits éthanoliques et aqueux des plantes *E. arvense, A. halimus, S. Olusatrum, P. Harmala, F. communis, S. Olusatrum* et de l'antioxydant standard (acide ascorbique) vis-à-vis du radical DPPH a été évaluée à l'aide d'un spectrophotomètre en suivant la réduction de ce radical qui s'accompagne par son passage de la couleur violette (DPPH•) à la couleur jaune (DPPH-H) mesurable

À 515nm. Cette capacité de réduction est déterminée par une diminution de l'absorbance induite par des substances antiradicalaires.

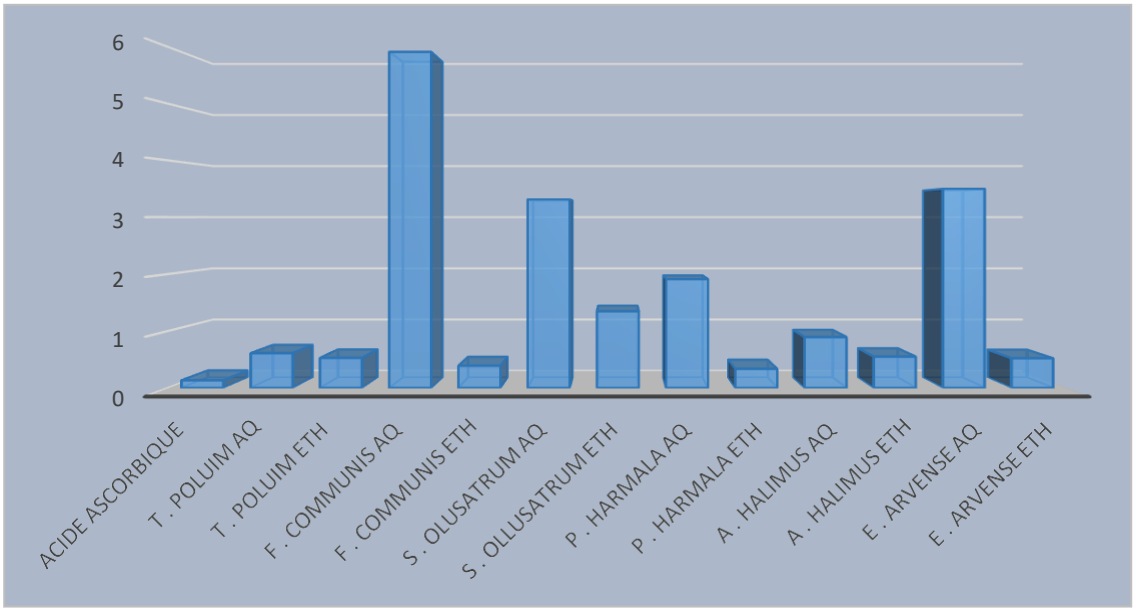


Figure III.1 : IC 50 des différents extraits

Equisetum arvense :

Les résultats du pouvoir antioxydant des extraits testés montrent que le pourcentage d'inhibition d'E. *Arvense* de l'extrait aqueux est inférieur de 20 % alors que l'extrait éthanolique est supérieur à 70% à des concentrations

***Atriplex halimus* :**

Les résultats du pouvoir antioxydant de *A. Halimus* extrait aqueux montrent que le pourcentage d'inhibition est égale à 45%, par contre l'extrait éthanolique leur pourcentage d'inhibition est supérieure à 60%

Smyrnium olusatrum :

Les résultats du pouvoir antioxydant de *S. Olusatrum* extrait aqueux montent que le pourcentage d'inhibition est égale à 18%, alors que l'extrait éthanolique est supérieurs de 30%

Peganume harmala :

Les résultats du pouvoir antioxydant de *P. harmala explique* que le pourcentage d'inhibition *de l'extrait* aqueux est égal à 25% en revanche l'extrait éthanolique de cette plante leur pourcentage d'inhibition est supérieur à 60 %

Ferula Communis :

Les résultats du pouvoir antioxydant de *F. Communis* montrent que le pourcentage d'inhibition de l'extrait aqueux est supérieur à 10% alors que l'extrait éthanolique est supérieur à 80 %

III.1.2. Discussion de l'activité antioxydante :

Une étude montre l'activité antioxydante de différents extraits des plantes étudiées, Ces extraits sont plus ou égales en activité par rapport aux standard utilisé.

D'après les résultats obtenus, on a pu mettre en évidence une variabilité au niveau de la composition chimique de chaque extrait. La variabilité de résultats est liée à la nature chimique Des extraits et à la méthode utilisée.

➢ ***Equistium.arvense :***

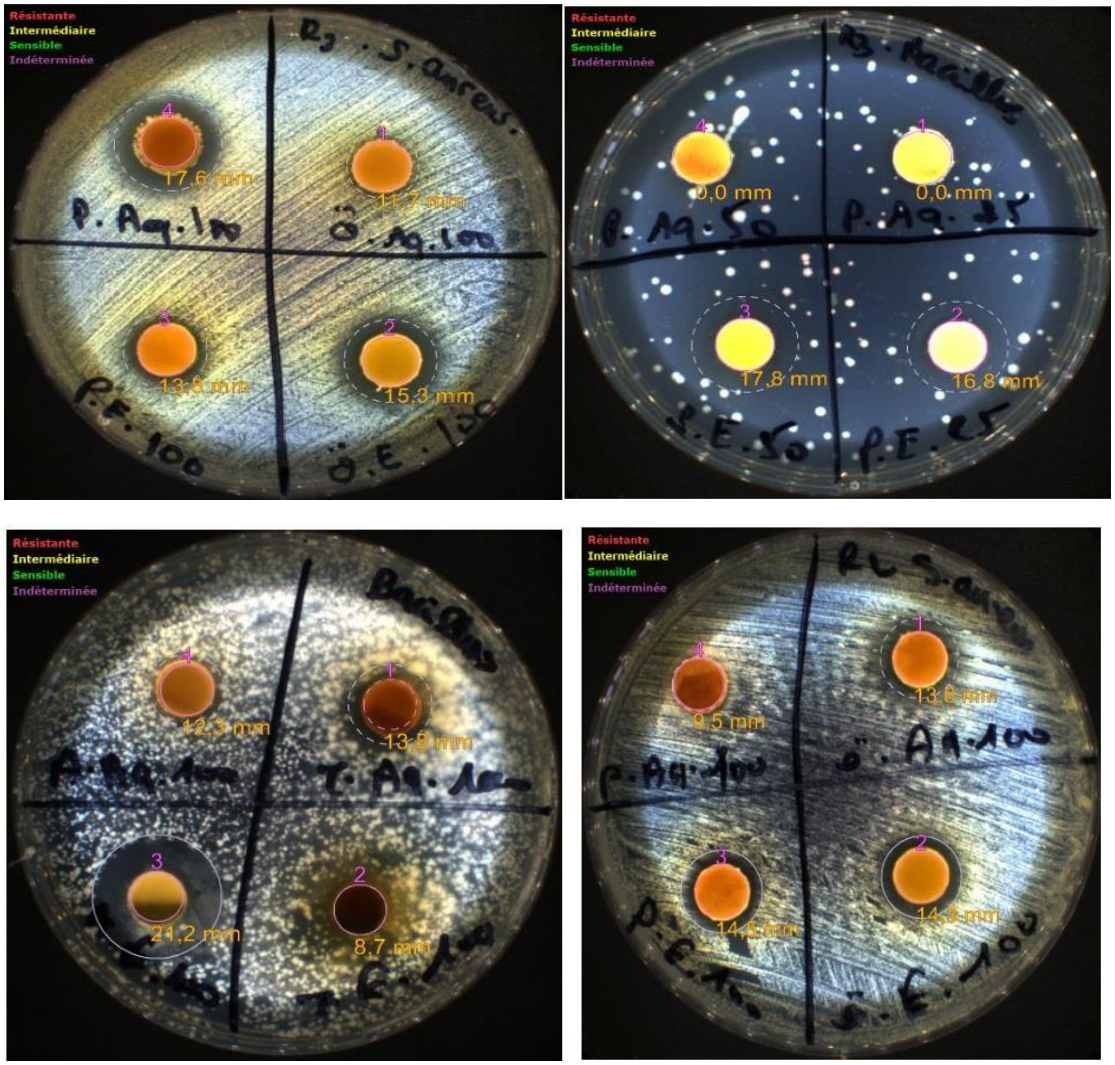
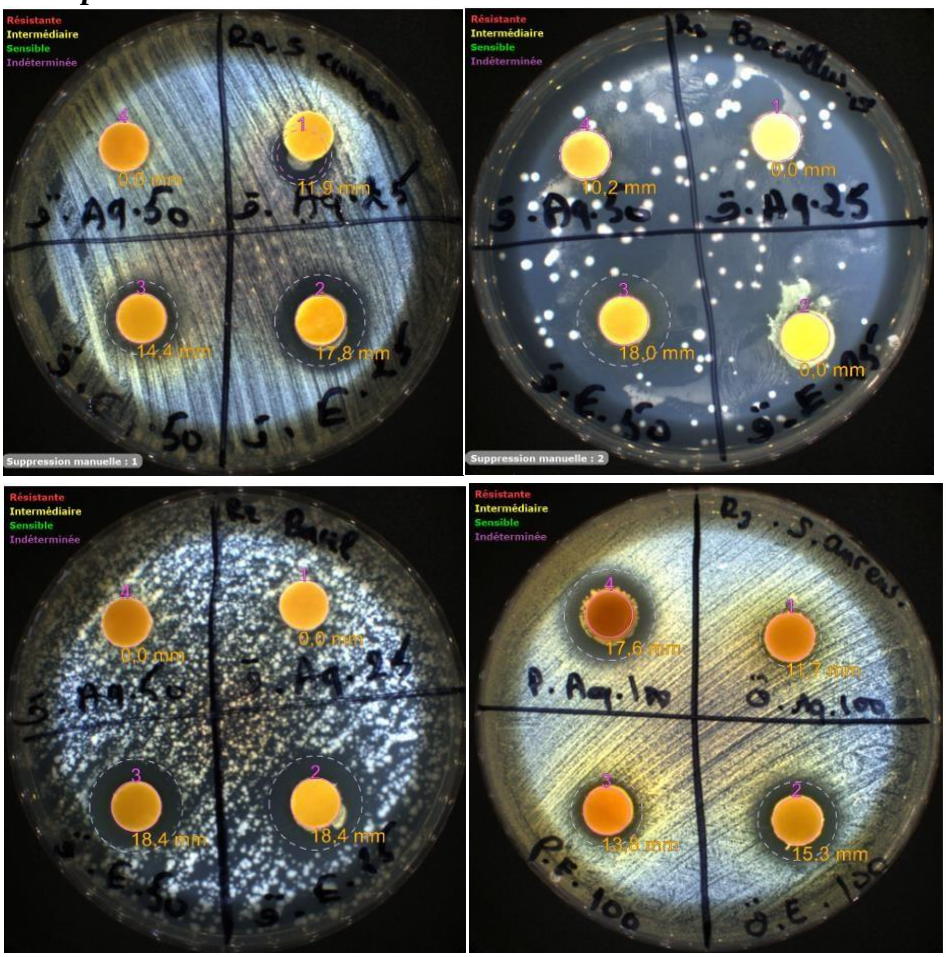


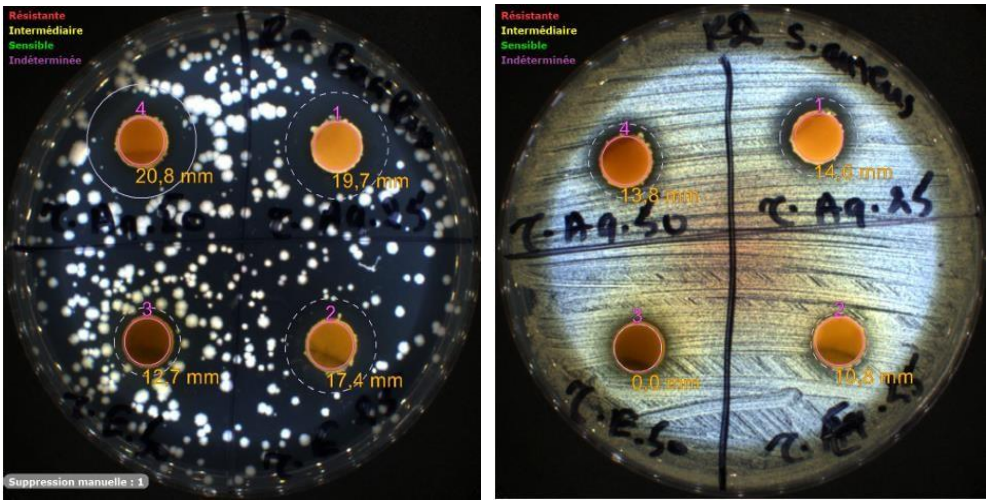
Figure III.16 : Résultat antimicrobienne, zone d'inhibition *(Equistium.arvense)*

➢ ***Atriplex. Halimus :***



FigureIII.17 : Résultat antimicrobienne, zone d'inhibition *(Atriplex. Halimus)*

➢ ***Tecurium.polium :***



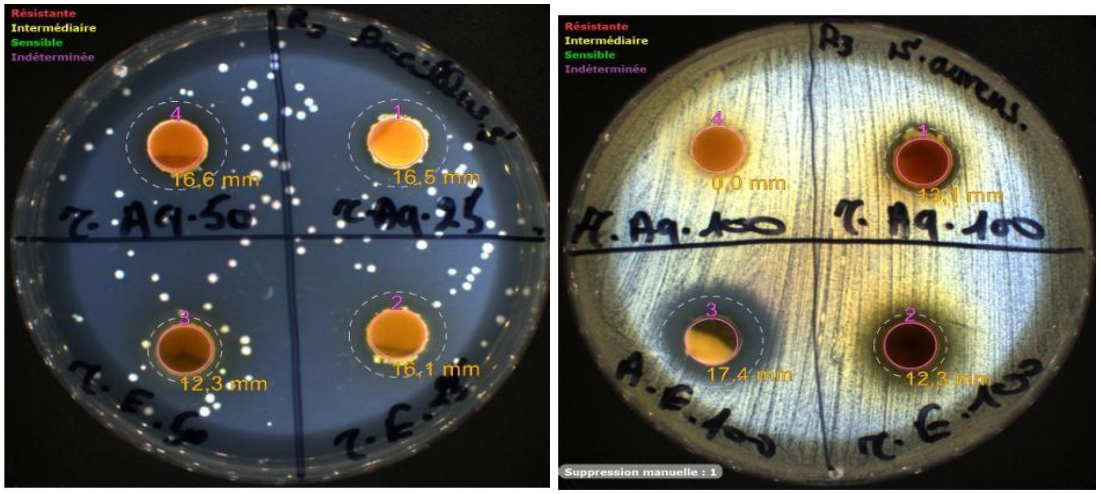


Figure III.18 : Résultat antimicrobienne, zone d'inhibition *(Tecurium.polium)*

- ***Smyrnium olusatrum :***

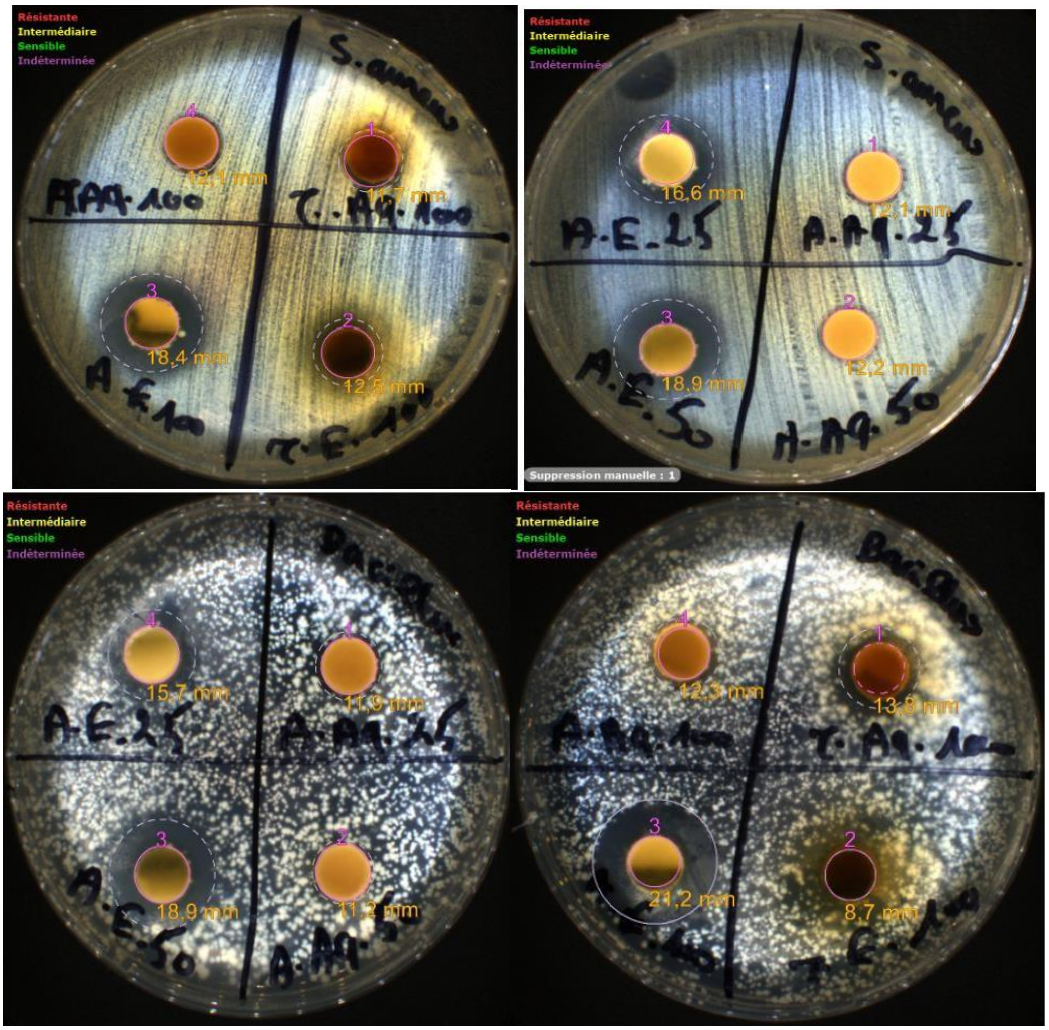


figure III.19 : Résultat antimicrobienne, zone d'inhibition *(Smyrnium olusatrum)*

- ***Ferula. Communis :***

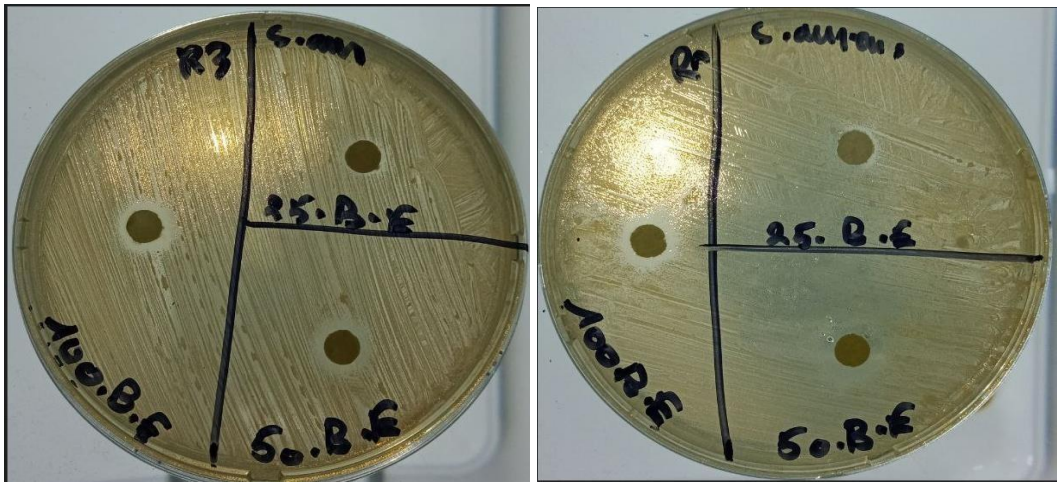


Figure III.20 : Résultat antimicrobienne, zone d'inhibition *(Ferula. Communis)*

- ***Peganum.harmala :***

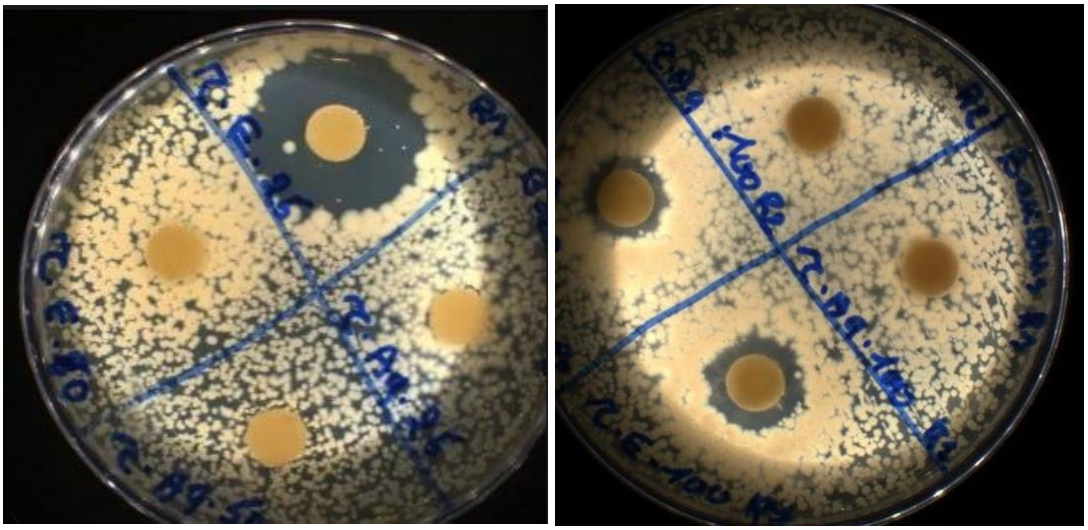


Figure III.24 : Résultat antimicrobienne, zone d'inhibition *(Peganum.harmala)*

III.3. Détermination de la concentration minimale inhibitrice CMI :

- ***E. Arvense***

Tableau III.1 : concentration minimal inhibitrice (*equisetum arvense*)

	E. arvense	100	50	25	12,5	6,25
B. subtilis	Extrait Aqueux	+	+	+	+	+
	Extrait Éthanolique	_	_	+	+	+
S. aureus	Extrait Aqueux	_	_	_	+	+
	Extrait Éthanolique	_	_	_	+	+

Les résultats indiquent la présence d'un trouble (+) dans toutes les concentrations de l'extrait aqueux en revanche pour l'extrait éthanolique de la même plante le trouble apparait seul dans les trois dernières concentration (25, 12,25 6,25) donc la valeur de cmi est 50 pour Bacillus subtilis.

Les résultats pour s aureus indiquent qu'il y a une équivalence dans les extraits éthanolique et aqueux de la prêle qui a fait un trouble dans les 2 dernière concentration (12.5, 6.25) ce qui donne une la même cmi (25) pour les deux extraits

- ***T. Polium :***

Tableau III.2 : concentration minimal inhibitrice (Teucrium *polium*)

	T. Polium	100	50	25	12,5	6,25
B. subtilis	Extrait Aqueux	_	+	+	+	+
	Extrait Éthanolique	_	_	+	+	+
S. aureus	Extrait Aqueux	_	_	_	+	+
	Extrait Éthanolique	+	+	+	+	+

Les résultats présents dans la figure pour Bacillus subtilis montrent qu'il y a une turbidité (+) avec l'extrait éthanolique uniquement à deux concentrations (25 et 12,5), ce qui donne une concentration minimale inhibitrice (CMI) de 50. En revanche, pour l'extrait aqueux, une turbidité est observée à des concentrations de 50, 25 et 12,5, ce qui fixe la CMI à 100.

Pour Staphylococcus aureus, il est clarifié que l'extrait éthanolique de Teucrium polium montre une turbidité (+) à toutes les concentrations testées, ce qui signifie que la CMI est supérieure à 100. Cependant, l'extrait aqueux ne montre une turbidité qu'aux plus faibles concentrations (12,5 et 6,25), confirmant que la CMI de cet extrait est de 25.

- ***S. olusatrum :***

Tableau III.3 : concentration minimal inhibitrice *(smyrnium olusatrum)*

	S. olusatrum	100	50	25	12,5	6,25
B. subtilis	Extrait Aqueux	+	+	+	+	+
	Extrait Éthanolique	_	_	_	_	_
S. aureus	Extrait Aqueux	+	+	+	+	_
	Extrait Éthanolique	+	_	_	_	_

Pour Bacillus subtilis, les résultats de la CMI montrent qu'il n'y a aucune turbidité avec l'extrait éthanolique, ce qui indique que la CMI est supérieure à 100. En revanche, l'extrait aqueux montre une turbidité à toutes les concentrations testées (100, 50, 25, 12,5, 6,25), ce qui signifie que la CMI est inférieure à 6,25.

Pour Staphylococcus aureus, le tableau montre que la CMI pour l'extrait éthanolique est de 50, avec une turbidité observée à une concentration de 100. Quant à l'extrait aqueux, une turbidité est présente à des concentrations de 50, 25, 12,5 et 6,25, ce qui fixe la CMI à 6,25.

Ces résultats indiquent que l'extrait aqueux de Smyrnium olusatrum est plus efficace que l'extrait éthanolique contre les deux bactéries testées, avec des valeurs de CMI plus faibles.

➢ ***A. halimus :***

Tableau III.4 : concentration minimal inhibitrice (atriplex *halimus*)

	E. arvense	100	50	25	12,5	6,25
B. subtilis	Extrait Aqueux	+	+	+	+	_
	Extrait Éthanolique	_	_	_	_	+
S. aureus	Extrait Aqueux	+	+	+	+	_
	Extrait Éthanolique	+	+	_	_	_

L'extrait éthanolique de cette plante a marqué un trouble (+) dans (6,25) ce qui le fait la CMI contre B. subtilis est 12,5 alors que l'extrait aqueux a fait des troubles (+) dans les concentrations suivantes (100 ; 50 ; 25 ; 12.5) donc sa concentration inhibitrice est 6,25

Le tableau clarifier les résultats de cmi de halimus, L'extrait éthanolique a marqué des troubles (+) dans les deux premier concentrations (100 ; 50) et dans les concentrations restes sont claire (-) ce qui signifie que la concentration minimale inhibitrice de cette plante est 25 alors que l'extrait aqueux a fait des troubles (+) dans les concentrations suivantes 100 50 25 12 ,5 et la petite concentration est claire (-) donc la cmi est 6,25 pour S. aureus.

➢ ***P. harmala :***

Tableau III.5 : concentration minimal inhibitrice (Peganum *harmala*)

	E. arvense	100	50	25	12,5	6,25
B. subtilis	Extrait Aqueux	+	+	+	+	+
	Extrait Éthanolique	+	+	+	+	+
S. aureus	Extrait Aqueux	+	+	+	+	_
	Extrait Éthanolique	_	_	_	_	+

Les résultats du tableau montrent que dans les deux extraits aqueux et éthanolique de cette plante ont marquer des troubles pour B. subtilis dans toutes les différentes concentrations donc leur concentration minimale inhibitrice est supérieure à 100

Les résultats de tableau montrent que dans l'extrait éthanolique il y a un trouble seul a 6,25 concentrations donc 12 représente la cmi. Et concernant l'extrait aqueux il existe un trouble dans toutes les concentrations sauf la dernière donc la cmi est de 6,25 dans le cas de s aureus

- ***F. communis :***

Tableau III.6 : concentration minimal inhibitrice *(ferula communis)*

	F. communis	100	50	25	12,5	6,25
B. subtilis	Extrait Aqueux	+	+	+	+	_
	Extrait Éthanolique	+	+	+	_	_
S. aureus	Extrait Aqueux	+	+	+	+	+
	Extrait Éthanolique	_	_	_	_	_

Le tableau montre que les résultats concernant l'extrait éthanolique la bactérie a fait un trouble dans les trois grandes concentration (100, 50 ,25) c'est à dire la CMI est 12.5 et par rapport l'extrait aqueux seulement la concentration 6.25 qui n'avait pas de trouble ce qui fait quelle une CMI pour B subtilis.

Pour S. aureus ce qui dit que l'extrait éthanolique a fait aucun trouble (_) dans toutes les concentrations ce qui signifie une CMI inférieure a 6.25

Et par rapport l'extrait aqueux de cette plante a fait des troubles dans les différents concentrations (+) et leur concentration minimale inhibitrice est supérieure à 100.

III.4. Détermination de la concentration minimale bactéricide CMB :

III.4.1. Bacillus subtilis :

- **E. Arvense**

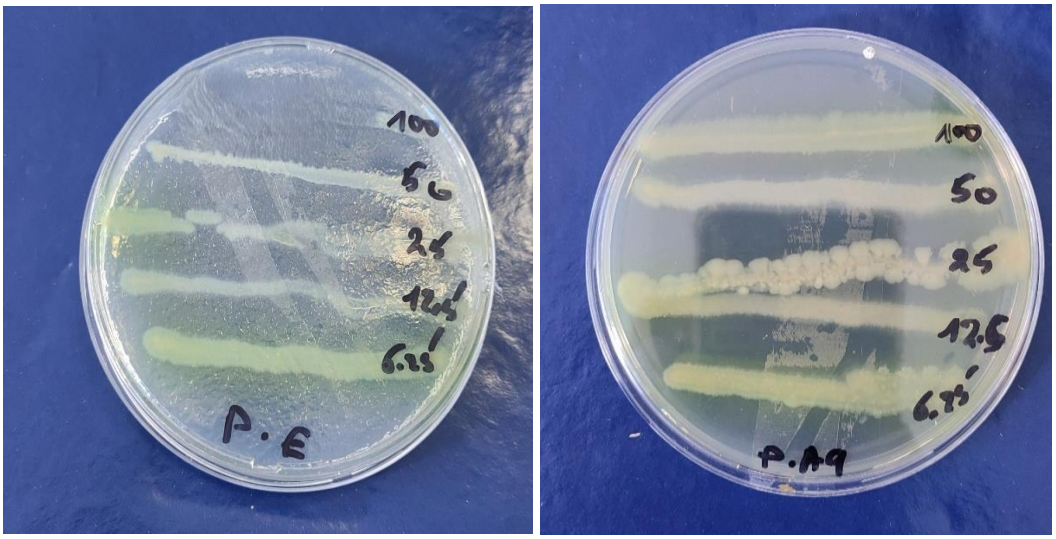


Figure III.26 : croissance de concentration minimal bactéricide (*equisetum arvense)*

Les résultats indiquent qu'une croissance bactérienne a été observée dans toutes les concentrations de cet extrait, ce qui signifie qu'il n'y a aucune valeur de CMB pour La bactérie se développe à des concentrations de 50, 25, 12,25 et 6,25 de l'extrait éthanolique. En étendant la concentration à 100 mg, aucune croissance n'est observée, ce qui indique la valeur de CMB.

Les résultats indiquent qu'une croissance bactérienne a été observée dans toutes les concentrations d'extrait, ce qui signifie qu'il n'y a aucune valeur de CMB pour l'extrait aqueux.

- **T. Polium**

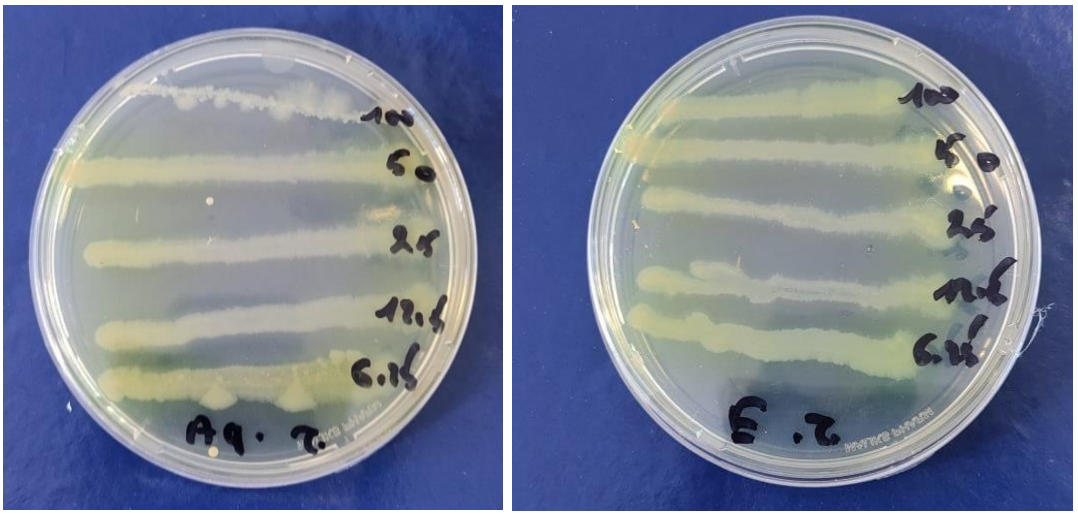


Figure III.27 : croissance de concentration minimal bactéricide *(Teucrium polium)*

Les résultats indiquent qu'une croissance bactérienne a été observée dans toutes les concentrations de cet extrait, ce qui signifie qu'il n'y a aucune valeur de CMB pour La bactérie se développe à des concentrations telles que (50, 25, 12,5, 6.25) mg , ce qui signifie que l'extrait éthanolique est peu efficace pour éliminer les bactéries à ces valeurs. Cependant, l'étalement de la concentration à 100 mg ne montre aucune croissance, ce qui indique que la valeur de CMB est faible. Dans l'extrait aqueux, il est observé une croissance bactérienne dans toutes les concentrations testées, cependant, cette croissance est significativement réduite dans la concentration de 100 mg, suggérant ainsi que la concentration minimale inhibitrice (CMB) se situe autour de cette valeur.

- **S. olusatrum**

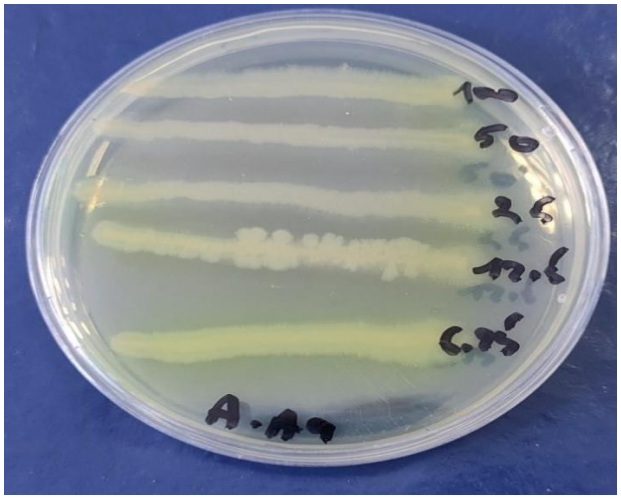


Figure III.28 : croissance de concentration minimal bactéricide *(smyrnium olusatrum)*

Les résultats démontrent qu'aucune croissance bactérienne n'est observée dans toutes les concentrations de l'extrait éthanolique, ce qui indique que la CMB est égale à 6,25. En revanche, dans le cas de l'extrait aqueux, une prolifération bactérienne est constatée à différentes concentrations, ce qui suggère une absence d'efficacité dans l'élimination des bactéries, et donc une CMB inférieure à 6,25.

- **A. halimus**

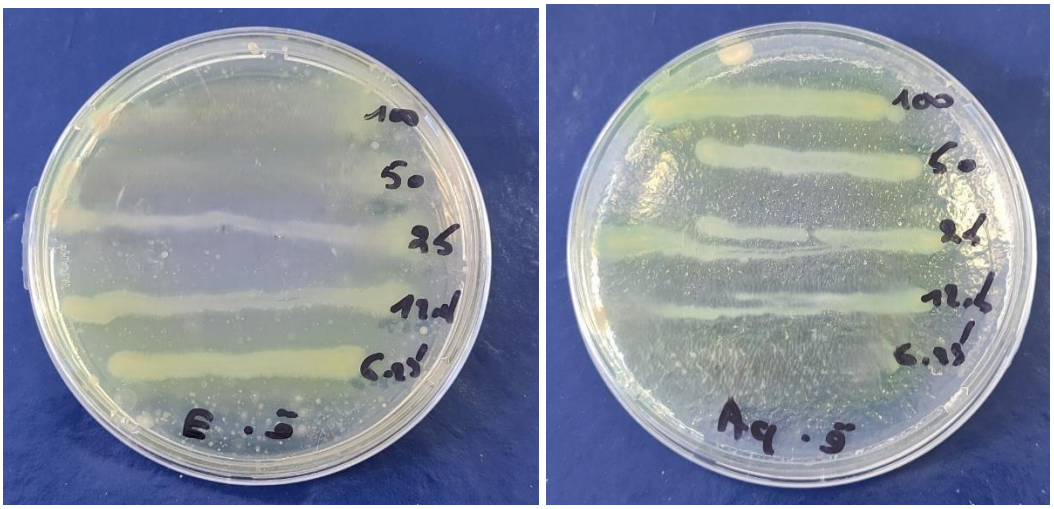


Figure III.29 : croissance de concentration minimal bactéricide (*atriplex halimus*)

Les résultats clarifient qu'il y a une légère croissance bactérienne dans les concentrations de 12,5 et 6,25, tandis qu'aucune croissance n'est observée dans les concentrations de 25, 50 et 100. Ceci confirme que la concentration minimale bactéricide est de 25.

Les résultats indiquent qu'une croissance bactérienne a été observée dans toutes les concentrations de cet extrait, ce qui signifie qu'il n'y a aucune valeur de CMB pour Dans les analyses de cette plante, nous avons constaté une croissance bactérienne dans les concentrations suivantes : 100 50 25 12,5, mais dans la concentration de 6,25, nous n'avons pas observé de croissance, ce qui signifie que la CMB est de 12,5.

- **P. Harmala**

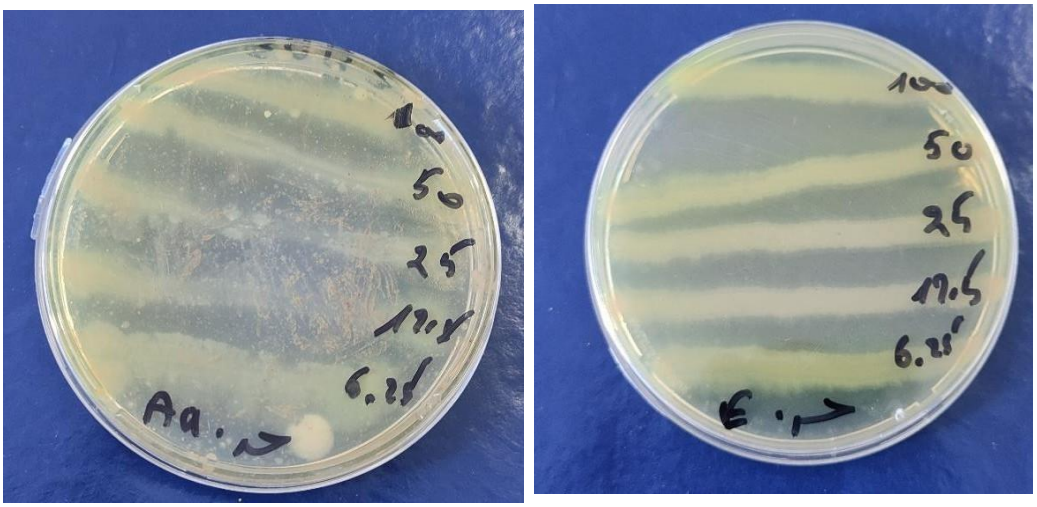


Figure III.30 : croissance de concentration minimal bactéricide (*Peganum harmala)*

Les résultats mettent en évidence une croissance bactérienne a été observée dans toutes les concentrations de cet extrait, ce qui signifie qu'il n'y a aucune valeur de CMB pour Les résultats ont révélé une croissance bactérienne dans tous les échantillons d'extraits aqueux et éthanoliques, ce qui indique qu'il n'y a pas d'effet bactéricide, ce qui signifie qu'il n'y a pas de CMB.

- **F communis**

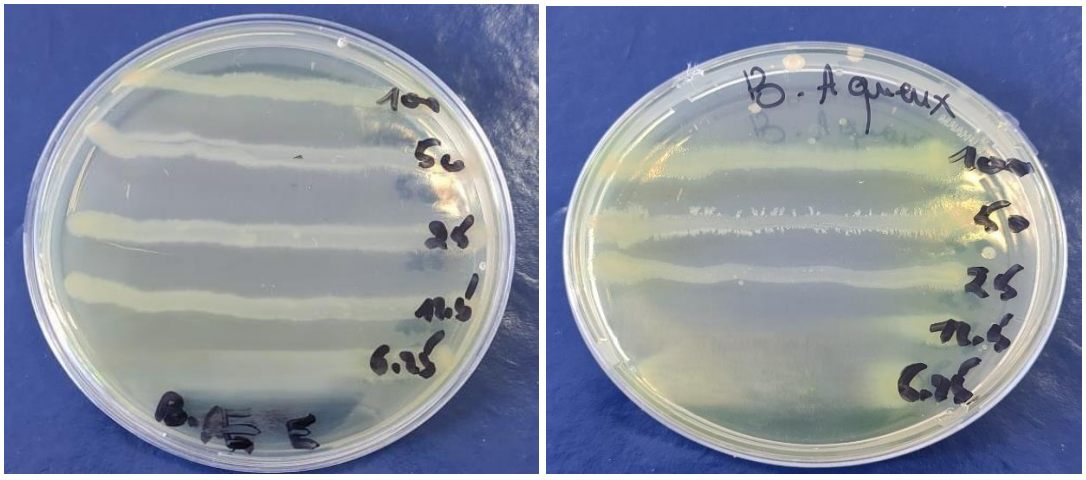


Figure III.31 : croissance de concentration minimal bactéricide *(ferula communis)*

Les résultats révèlent une croissance bactérienne dans toutes les concentrations de cet extrait, ce qui suggère l'absence d'une valeur de CMB définie. Concernant les extraits éthanoliques, une augmentation notable de la croissance bactérienne est observée dans les concentrations de 100 et 50, ce qui conduit à une CMB estimée à 25. En revanche, pour les

extraits aqueux, une augmentation de la croissance bactérienne est constatée dans les concentrations de 100, 50 et 25, entraînant ainsi une CMB estimée à 12,5. Cette analyse détaillée met en évidence les variations de réponses bactériennes entre les deux types d'extraits.

III.4.2. S. aureus

- ***E. arvense***



Figure III.32 : croissance de concentration minimal bactéricide *(equisetum arvense)*

Il a été constaté une croissance bactérienne dans les concentrations de 25 12,5 et 6.25, ce qui indique que l'extrait éthanolique ne peut pas tuer la bactérie dans ces concentrations. Cependant, son effet bactéricide est de 50 et il est important de noter la même chose dans l'extrait aqueux.

- ***T. Polium***

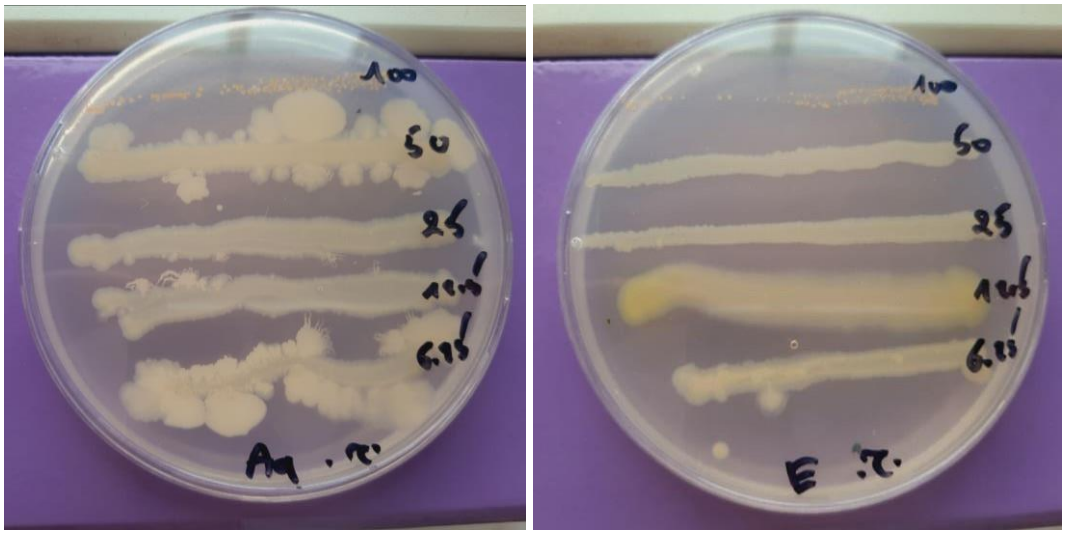


Figure III.33 : croissance de concentration minimal bactéricide *(Teucrium polium)*

Les résultats indiquent que les extraits éthanoliques présentent une croissance bactérienne dans les concentrations de 6.25, 12.5, 25 et 50, tandis qu'elle diminue dans la concentration de 100. Cela indique que la CMB est en début de croissance. Pour l'extrait alternatif, il y a une croissance dans les concentrations de 6.25, 12.5, 25 et 50, tandis que celle de 50 est faible. Ainsi, la CMB est comprise entre 50 et 100.

- ***S. Olusatrum :***

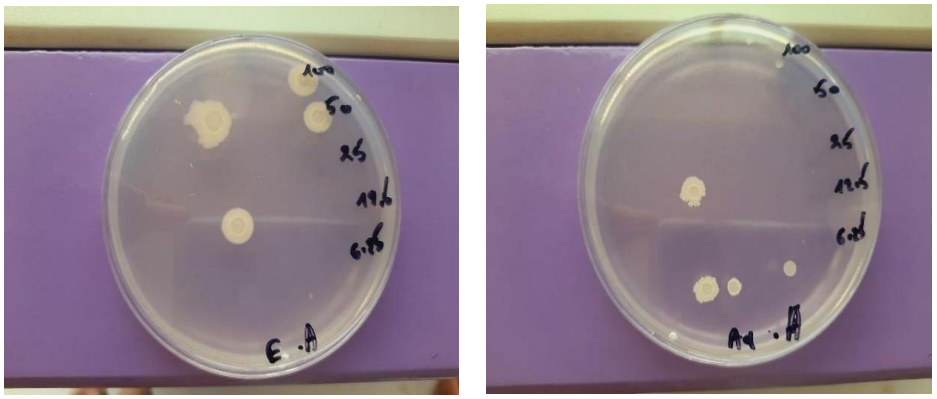


Figure III.34 : croissance de concentration minimal bactéricide *(smyrnium olusatrum)*

Les résultats obtenus indiquent que la boîte de l'extrait éthanolique ne présente aucune croissance bactérienne, ce qui signifie que l'effet bactéricide est présent et égal à 6,25. Cependant, dans la boîte d'extrait aqueux, il y a une poussé dans les différentes concentrations, ce qui signifie que l'effet bactéricide est absent, ce qui peut atteindre 100.

- ***A. Halimus :***

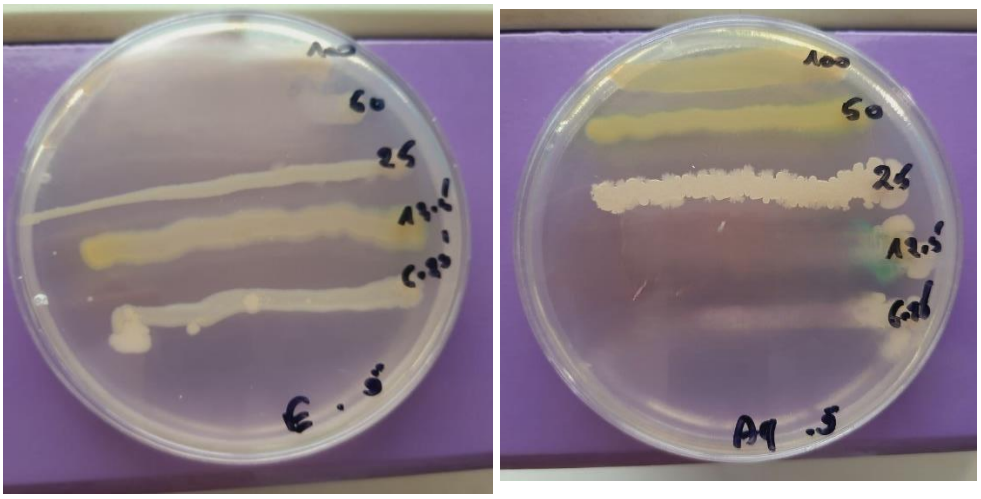


Figure III.35 : croissance de concentration minimal bactéricide *(atriplex halimus)*

D'après les résultats obtenus, il semble y avoir une croissance bactérienne dans l'extrait éthanolique à une concentration de 100, ce qui signifie que la CMB est de 50 mg. Cependant,

dans l'extrait aqueux, il y a une croissance bactérienne dans tous les extraits, à l'exception des deux derniers, à savoir 12,5 et 6,25, ce qui signifie que la CMB est de 12,5.

- ***F. communis***

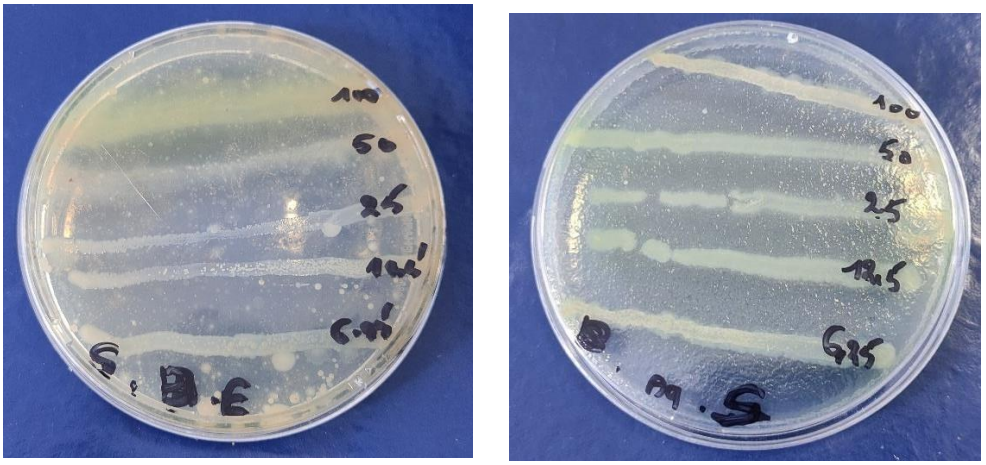


Figure III.36 : croissance de concentration minimal bactéricide (*Peganum harmala*)

Les résultats indiquent qu'il y a une légère croissance bactérienne dans l'extrait éthanolique à la concentration 100, mais elle va progressivement disparaître à des concentrations supérieures à 50, 25 et 125 625. La concentration minimale de la bactéricide de cet extrait est de 50, tandis que dans l'extrait aqueux, on a observé une croissance bactérienne à des concentrations de 100, 50, 25 et 125. Cependant, à une concentration de 625, il n'y a aucune croissance, c'est la CMB.

- **P. Harmala**

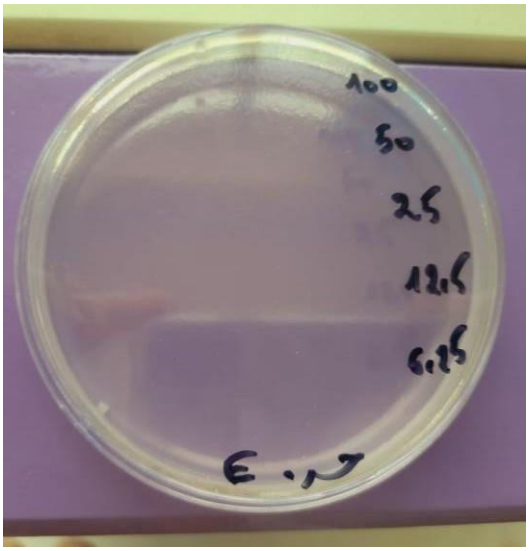


Figure III.37 : croissance de concentration minimal bactéricide *(ferula communis)*

Lors de l'extrait éthanolique de cette plante, les résultats montrent qu'il n'y a aucune croissance bactérienne dans les concentrations suivantes : 100 50 25 12,5, tandis que dans la concentration 6,25, la bactérie commence à croître, ce qui entraîne une concentration de CMB de 12,5. Par contre, dans l'extrait aqueux, les résultats indiquent que la bactérie croît dans les concentrations 100 50 25 12,5 et qu'il n'y a aucune croissance dans la concentration 6,25. Ainsi, la CMB est de 12,5

III.5. Facteur de protection solaire (FPS)

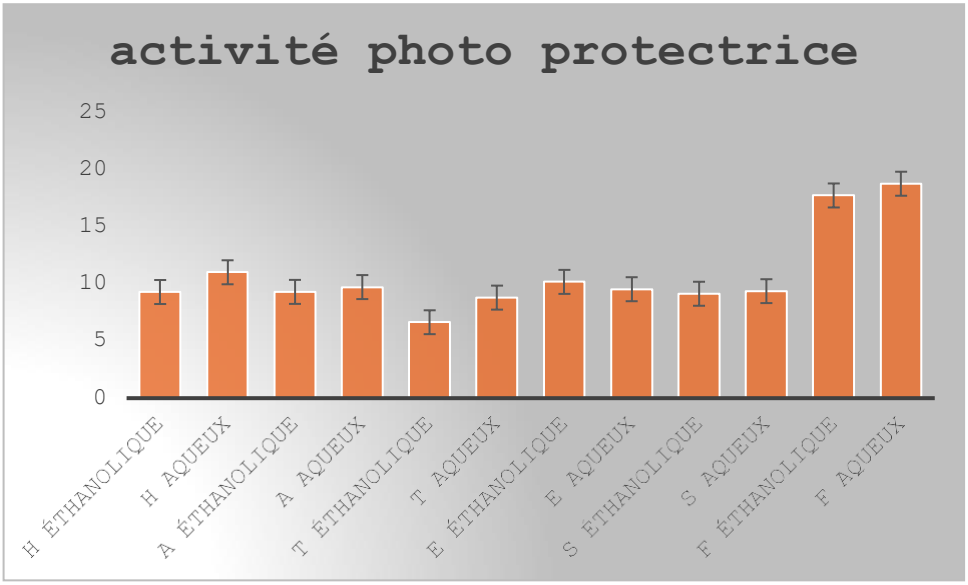


Figure III.38 : moyenne de facteur de protection solaire des différents extraits

- ***E. Arvense***

Les valeurs calculées de FPS pour la plante Equisetum se situent entre 9,73 et 10,22. La valeur la plus élevée de FPS, soit 10,2216, a été obtenue avec l'extrait éthanolique, tandis que l'activité la plus faible a été observée dans l'extrait aqueux, avec une valeur de 9,7366. En général, les extraits d'Equisetum arvense ont montré une protection de FPS relativement faible.

- **T. Polium**

Les valeurs calculées de FPS pour la plante Teucrium se situent entre 8,86 et 9,28. La valeur la plus élevée de FPS, soit 9,2849, a été obtenue avec l'extrait éthanolique. En revanche, l'activité la plus faible a été notée dans l'extrait aqueux, avec une valeur de 8,7834. De manière générale, les extraits de Teucrium polium ont montré une protection de FPS relativement faible.

- ***S. Olusatrum***

Les valeurs calculées de FPS pour la plante Smyrnium se situent entre 9,15 et 9,37. La valeur la plus élevée de FPS, soit 9,3733, a été obtenue avec l'extrait aqueux. En revanche, l'activité la plus faible a été notée dans l'extrait éthanolique, avec une valeur de 9,1524. De manière générale, les extraits de Smyrnium olusatrum ont montré une protection de FPS relativement faible.

- ***A. Halimus***

Les valeurs calculées de FPS pour la plante Atriplex se situent entre 9,11 et 10,07. La valeur la plus élevée de FPS, soit 10,077, a été obtenue avec l'extrait aqueux. En revanche, l'activité la plus faible a été notée dans l'extrait éthanolique, avec une valeur de 9,1165. De manière générale, les extraits d'Atriplex halimus ont montré une protection de FPS relativement faible.

- ***F. communis***

Les valeurs calculées de FPS pour la plante F. communis se situent entre 9,15 et 19,209. La valeur la plus élevée de FPS, soit 19,209, a été obtenue avec l'extrait aqueux. De manière générale, les extraits de F. communis ont montré une protection moyenne de FPS.

- ***P. Harmala***

Les valeurs calculées de FPS pour la plante Peganum se situent entre 9,26 et 11,02. La valeur la plus élevée de FPS, soit 11,0278, a été obtenue avec l'extrait aqueux. En revanche, l'activité la plus faible a été notée dans l'extrait éthanolique, avec une valeur de 9,2665. De manière générale, les extraits de Peganum harmala ont montré une protection de FPS relativement faible.

Conclusion et perspectives

Conclusion et perspective :

Les plantes médicinales sont une source précieuse de substances actives, renommées pour leurs propriétés thérapeutiques et cosmétiques. Aujourd'hui, l'utilisation des plantes et de leurs composés naturels est devenue un domaine de recherche essentiel, tant en médecine et en pharmacologie que dans les industries agro-alimentaires et cosmétiques.

Ce travail a eu pour objectif est l'estimation de la teneur en polyphénols et en flavonoïdes, l'évaluation les activités biologiques tels que l'activité antibactérienne, la détermination de CMI et CMB, évaluation de l'activité antioxydante, l'activité phytoprotectrice des extraits aqueux et éthanolique de ces plantes médicinales et aromatiques : *Equisetum arvense, Teucrium polium, Peganum harmala, Atriplex halimus, Ferula communis et Smyrnium olusatrum.*

D'autre part, Les résultats ont révélé des activités antioxydantes acceptable pour extrait aqueux de *F. communis*, l'extrait éthanolique de *p. Harmala*, l'extrait éthanolique de *A. Halimus, l'extrait éthanolique de F. communis* et l'extrait éthanolique de *E. arvense*. Ceci pourrait être justifié par la présence d'un contenu relativement important en composés phénoliques, en flavonoïdes et en flavonoïde comme il a été révélé auparavant par les analyses quantitatives phytochimiques.

L'effet antibactérien des extraits, éthanoliques et aqueux des *Equistium.arvense, Tecurium.polium, Peganum.harmala, atriplex. Halimus, ferula. Communis, smyrnium olusatrum, a* été évaluée sur cinq souches bactérienne cette activité a été réalisée par la technique de diffusion sur disque. Les extraits qui montrent une meilleure activité antibactérienne c'est bien : L'extrait éthanolique de A. Halimus a marqué un effet inhibiteur de 2 souches bactériennes (S. aureus et B. subtilis) aux différentes concentrations avec un diamètre d'inhibition entre 11 et 18,4 mm Pour B. Subtilis et entre 10,5 et 17,8 mm envers S.aureus , l'extrait éthanolique de Polium a exercé une inhibition entre 12,3 et 17,4 pour B.subtilis et pour l'extrait aqueux a présenté un effet plus fort par rapport aux éthanolique avec des zones d'inhibition remarquable compris entre 11,5 et 17,7mm pour S.aureus et entre 12,1 et 20,8 mm pour B.subtilis , pour Smyrnium olusatrum L'extrait éthanolique de cette plante marquer une très forte activité dans les deux souches (S. aureus et B. subtilis) dont le diamètre est compris entre 15,7 et 23,4 pour B. subtilis et 12,7 et 23,9 pour S. aureus. Tous les extraits de plantes ont marqué une forte résistance contre de E. Coli, s typhimurium, P. aeruginosa.

D’autre part, concernant la CMI tous les extraits ont marquer une activité a par l’extrait éthanolique de *E. arvense* pour B. subtilis, l’extrait éthanolique de *T. polium* pour S ; aureus, l’extrait aqueux de *S. Olusatrum* pour s ; aureus et b. subtilis et l’extrait aqueux et éthanolique de *p. harmala* pour B. subtilis.

Pour la meilleur CMB c’est de l’extrait éthanolique et l’extrait aqueux de S. Olusatrum (6 ,25) pour B. subtilis, l’extrait éthanolique pour S. aureus et l’extrait aqueux de f. communis pour S. aureus ; par rapport des autres extraits elle ont une activité minimale bactéricide moyenne cette valeur entre (12,5 /25/50/100).

Par ailleurs, les résultats de l’activité phytoprotectrice a montrer que tous les extraits des plantes utilisés ont une faible activité par contre la plante *Ferula communis* à une activité moyenne et remarquable.

En perspectives, les résultats obtenus lors de cette étude, nous encouragent à :

- ✓ Il serait utile de confirmer l'activité antioxydante en utilisant différentes méthodes .
- ✓ D’étudier la toxicité des molécules extraites avant l’utilisation des extraits obtenus dans différentes formulations alimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques.
- ✓ Développer une crème solaire a la base des plantes

Référence bibliographique

Références

- Barros L., Calhelha R.C., Vaz J.A., Ferreira I.C.F.R., Baptista P., Estevinho L.M.,2007. Antimicrobial activity and bioactive compounds of Portuguese wild edible mushrooms methanolic extracts.
- European Food Research and Technology, Vol. 225, Issue : 2, 2007, pp. 151–156 |
- Benhammou, N., Atik, F., Kadifkova, T., 2009. Antioxidant activity of methanolic extracts and some bioactive compounds of Atriplex halimus. Compt. Rendus Chim. 12, 1259–1266.
- Benhammou, N., Bekkara, F. A., and Panovska, T. K.,Comptes Rendus Chimie, 2009, 12, 1259–1266

- Bougandoura N, Bendimerad N. Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de Satureja calamintha ssp. Nepeta (L.) Briq. Nature & Technology. 2013(9):14 |
- Boulaouad A, Bouhafs Y, Maadadi A R. (2018). Etude de l'activité antioxydante des extraits de la plante médicinale Atriplex halimus ssp. Schweinfurthii. Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A, 69p |
- . CLSI, 2006. Clinical and Laboratory Standards Institute. Methods for dilution antimicrobial susceptibility testing for bacteria that grow aerobically. Approved standard M7-A7, Clinical and Laboratory Standards Institute, Wayne, PA, Vol. 26, Issue : 2, 2006

Références

- Ghaisas M, Navghare V, Takawale A, Zope V, Deshpande A. In-vitro antioxidant activity of Tectona grandis Linn. Pharmacologyonline. 2008;3:296-305
- Kabbash A, Shoeib N. (2012). Chemical and Biological Investigation of Some Secondary Metabolites in Atriplex halimus Growing in Egypt. Natural Product Communications, Vol 7 N°11, 1465–1468p | Mendeley. (s. d.).
- Kumaran, A. et Karunakaran, R.J.(2007) In vitro antioxidant activities of methanol extracts of five Phyllanthus species from India. Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie. 40, 344–352. |
- - Lettre à M. le Secrétaire général de la SBF. - Progression actuelle d'espèces méditerranéennes vers le nord. Le cas de Ferula communis L. ssp. Glauca (L.) Rouy et Camus enArdèche (France). |
- . Michel, T., 2011. Nouvelles Méthodologies d'Extraction, de Fractionnement et d'Identification : Application aux Molécules Bioactives de l'Argousier (Hippophaë rhamnoides). Thèse de Doctorat, Chimie Analytique-Phytochimie, Université D'Orléans, France, 288p. |
- . Ozenda P (2004) Flore du Sahara. CNRS, Paris |
- . QUEZEL P., et SANTA S., 1963.- Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales.
- Ed. Centre national de la recherche scientifique, Paris, R. Re, N. Pellegrini, A. Proteggente, A. Pannala, M. Yang, and C. Rice-Evans, "Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cationdecolorizationassay," Free Radic. Bio. Med, vol. 26, pp. 1231–1237., 1999.
-

- Said O, Khalil K, Fulder S, Azaizeh H (2002) Ethnopharmacological survey of medicinal herbs in Israel, the Golan Heights and the West Bank region. J Ethnopharmacol 83 : 251–65 |
- 7 Zanoli P, Zavatti M, Geminiani E et al. (2009) The phytoestrogen ferutinin affects female sexual behavior modulating ER expression in the hypothalamus. Behavioural Brain Research 199 : 283–7
- Abd Ellatif, Z., & Toumi, I. (2022). Etude de la germination in vitro des graines de quelques plantes médicinales de la région semi aride de l'Algérie : Peganum harmala L. et Datura stramonium L (Doctoral dissertation, Université Larbi Tébessi-Tébessa). |
- Abedi D., Jalali M., Asghari G. and Sadeghi N. (2008). Composition and Antimicrobial Activity of Oleoguresin of Ferula gummosa Boiss. Essential oil Using Alamar Blue TM. Research Pharmaceutical Sciences, 3 (1) : 41-45
- Adaramola B, Onigbinde A. Influence of extraction technique on the mineral content and antioxidant capacity of edible oil extracted from ginger rhizome. Chem Int. 2017;3(1).
- AISSANI, F. (2022). Caractérisation phytochimique, valorisation biologique et toxicologique des différents extraits d'une espèce Algérienne Sonchus oleraceus L (Doctoral dissertation).
- Ait Chaouche F.S. , Mouhoucheb F. , Hazzita M. 2018 .Antioxidant capacity and total phenol and flavonoid contents of Teucrium polium L.grown in Algeria. Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism.
- Al Aboody.M.A. (2021). Cytotoxic, antioxidant, and antimicrobial activities of Celery (Apium graveolens L.). Bioinformation.17(1) : 147-156.
- Aldaas, S. (2011). Cytotoxic and antibacterial activity of an extract from a Saudi traditional medicinal plant Equisetum arvense (Doctoral dissertation).
- Bailey, K. C. (2021). The folly and the glory : America, Russia, and political warfare 1945–2020, by Tim Weiner: New York, Henry Holt and Company, 2020), 336 pp. Comparative Strategy, 40(1), 99-100.
- Al-Snafi, A. E. (2017). The pharmacology of Equisetum arvense-A review. IOSR Journal of Pharmacy, 7(2), 31-42.
- Amarowicz R., Pegg R.B., Rahimi-Moghaddamc P., Barl B., et Weil J.A.(2004) Free-radical scavenging capacity and antioxidant activity of selected plant species from the Canadian prairies. Food Chemistry. 84, 551–562
- Amina, M. D. (2018). Etude phytochimique et activité biologique des deux espèces : Teucrium polium L. et Pituranthos chloranthus Coss et Dur (Doctoral dissertation, Université Badji Mokhtar- Annaba).

- Atoui A. K., Mansouri A., Boskou G., and Kefalas P. 2005. Tea and herbal infusions : Their antioxidant activity and phenolic profile. Food chemistry, 89(1), pp 27-36.
- (Badole et Kotwal, 2015, 2017; Carneiro et al., 2021; Irde-Mousa et al, 2021; Makia et al. 2022c; Oh et a., 2004; Parameshwaran et a. 2022; Schlappack et a.; 2022;Schoendorfer et al.; 2018; Zia- ur-Rehman et a, 2022)

- Baldemir A., Coşkun M. and Yildiz S. (2006). Antimicrobial Activity of Ferula halophila. Journal of Pharmaceutical Sciences, 31 : 57-61 |

- BASILE A., SORBO S., SPADARO V., BRUNO M., MAGGIO A., FARAONE N., 2009, Antimicrobial andantioxidant activities of coumarins from the roots of Ferulago campestris(Apiaceae), Molecules, 14 : 939–952
- Beddou, F. (2015). Etude phytochimique et activités biologiques de deux plantes médicinales sahariennes Rumex vesicarius L. et Anvillea radiata Coss. & Dur. Thèse de doctorat en Sciences. Université de Tlemcen. P164. |
- Belhadj-Tahar S, Hadj-Mahammed M, Yousefi M. 2015. Etude de l'activité antioxydante des extraits phénoliques de l'Atriplex halimus L et de l'Haloxylon scoparium pomel du Sahara
septentrional. Annales des Science et Technologie, 7, 35- 42 |
- Belouad A. Plants medicinales d'Algérie.Office des publications universitaires Alger. 2001, pp. 284.
- Benhammou N., bekkara F. A., panovska T. K. 2009. Antioxidant activity of methanolic extracts and some bioactive compounds of Atriplexhalimus. Comptesrenduschimie, 12(12), 1259-1266. |

- Benhamou N, Atik-Bekkara F, Kadifkova-Panovska T. 2009. Antioxydant activity of methanolic extracts and some bioactive compounds of Atriplex halimus. Compte Rendus Chimie, 12, 1259- 1266 |
- Benzie I.F.F.et Strain J.J. (1996) The ferric reducing ability of plasma as a measure of "antioxidant power" the FRAP assay. Analytical Biochemistry. 239, 70– 76 |
- BERSALI, S., KHALDI, L., BOUDEHRI, D. Z., & CHAOUATI, K. (2022). Évaluation des activités biologiques de quatre plantes médicales et formulation d'une pommade (Doctoral dissertation). |
- Biffin E, Lucas EJ, Craven LA, Ribeiro da Costa I, Harrington MG, Crisp MD. Evolution of exceptional species richness among lineages of fleshy-fruited Myrtaceae. Annals of Botany. (2010);106(1):79- 93 |

- Botting, R.M. et Botting, J.H. (2000). Pathogenesis and mechanism of inflammation and pain : An overview. Clinical Drug Investigation ; 19 : 1-7.

- Bougandoura, N., & Bendimerad, N. (2013). Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de Satureja calamintha ssp. Nepeta (L.) Briq. Nature & Technology, (9), 14

- Boumerfeg S., Baghiani A., Djarmouni M., Ameni D., Adjadj, M., Belkhiri F., et Arrar L. 2018. Inhibitory activity on xanthine oxidase and antioxidant properties of Teucrium polium L. extracts. Pp 30-41

- Brahimi.S ; Dahia.M ; Azouzi.B ; Nasri.M et Laouer. H, (2018). Composition chimique et activité antimicrobienne de l'huile essentielle de Deverra reboudii (Coss. & durieu). Phytothérapie. 18(5) :1-
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., Berset, C. (1997). Use of a free radical method to evaluateantioxidant activity. Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie;28 : 25-30 |
- CCE, 2001. Commission des Communautés Européennes : Propositins de la commission en matière de lutte contre la résistance antimicrobienne. Bruxelles, vol 885 |
- Četojević-Simin, D. D., Čanadanović-Brunet, J. M., Bogdanović, G. M., Djilas, S. M., Ćetković, G. S., Tumbas, V. T., & Stojiljković, B. T. (2010). Antioxidative and antiproliferative activities of different horsetail (Equisetum arvense L.) extracts. Journal of medicinal food, 13(2), 452-459. |
- Chaabi, M. (2008). Étude phytochimique et biologique d'espèces végétales africaines : Euphorbia stenoclada Baill. (Euphorbiaceae), Anogeissus leiocarpus Guill. & Perr. (Combretaceae), Limoniastrum feei (Girard) Batt. (Plumbaginaceae). (Thèse doctorat en science, L'université Frère Mentouri, Constantine & L'université de Strasbourg) |
- Cherif Hamida. S ; Zalegh. I and Saidi .F, (2020). Chemical composition and antibacterial effect of Smyrnium olusatrum L. fruit essential oil. Mediterranean Journal of Chemistry.10(6) :577-584.
- Choi Y.M., Noh D.O., Cho S.Y., Suh H.J., Kim K.M., and Kim J.M. (2006). Antioxidant and antimicrobial activities of propolis from several regions of Korea. LWT. 39:756-761.
- CHOUKI, Z., & RALA, F. (2019). Etude de l'effet herbicide de l'extrait aqueux du" Harmel"(Peganum harmala) sur la germination des adventices de céréales (Cas de la culture du Blé dur «Triticum durum») (Doctoral dissertation, université ibn khaldoun-tiaret).
- Chung Y-C., Chang C-T., Chao W-W., Lin C-F., et Chou S-T. (2002) Antioxidative activity and safety of the 50% ethanolic extract from red bean fermented by Bacillus subtilis IMR-NK1. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 50, 2454–2458.
- Co-rapporteur, M. M. Y. P. Étude de L'effet inhibiteur des extraits de Peganum harmala L. sur la lipase de Candida rugosa.
- CUSHNIE T. P., LAMB A. J. 2005, Antimicrobial activity of flavonoids. InternationalJournal of Antimicrobial Agents, 26 : 343–356
- Demirci B., Demirci F., Dinç M. and Başer K. H. C. (2007). Antimicrobial and Antioxydant Activities of the Essential oil of Chaerophyllum libanoticum Boiss. Et Kotschy. Food Chemistry, 105 :1512– 1517
- Derwich, E., et al., (2010). GC/MS analysis and in vitro antibacterial activity of the essential oil isolated from leaf of Pistacia lentiscus growing in Morocoo. World Applied Sciences Journal., 810, 1267-1276

- El-Bassuony AA ., Gohar A A. and Kabbash A M.. (2007). Two New Sesquiterpene Coumarins, Ferusinol and Samarcandin Diastereomer, from ferula sinaica. Iranian Journal of Pharmaceutical Research, 6 (3) : 217-221
- Emam S.S. Bioactive constituents of Atriplex halimus plant. Journal of natural products. 4. 2011, pp. 25-41.
- Enneb H, Belkadhi A, Cheour F et Ferchichi A (2015). Comparaison des composés phénoliques et dupouvoir antioxydant de la plante de henné (Lawsonia inermis L.). Journal of New Sciences,
- (Feriel Sabrine Ait Chaouchea,∗, Fazia Mouhoucheb and Mohamed Hazzita aDepartment of Food Technology, High National School of Agronomy, Algiers, Algeria bDepartment of Agriculture and Forestry Zoology, High National School of Agronomy, Algiers, Algeria
- Ferreria A., Proenca C., Serralheiro L.M.L et Aranjo M.E.M .The in vitro screening for acetylcholine esterase inhibition and antioxidant activity of medicinal plantfrom Portugal. Journal of Ethnopharmacology.108.2006, pp. 31-37
- Fettah, A. (2019). Étude phytochimique et évaluation de l'activité biologique (antioxydante- antibactérienne) des extraits de la plante Teucrium polium L. sous espèce Thymoïdes de la région Beni Souik, Biskra (Doctoral dissertation, UNIVERSITE MOHAMED KHIDER BISKRA).
- Fettah, A. S. M. A., Djouamaa, M., & Lamara, K. (2018). Évaluation In-vitro de L'activité antibacterienne des extraits naturels d'une sous espece de Teucrium polium L. cultivée dans Larégion de beni souik, biskra. Courr. Du Savoir, 26, 357-362.
- FILIAT P., 2012.- les plantes de la famille des Apiacées dans les troubles digestifs. Thèse de doctorat en pharmacie faculté de Grenoble 129p.
- FOI, U. (2014). CINQUIEME RAPPORT NATIONAL SUR LA MISE EN ŒUVRE DE LA CONVENTION SUR LA DIVERSITE BIOLOGIQUE
- Franclet A. et Houérou H.N. Les atriplex en tunisie et en afrique du nord(FAO). Journal of Food andAgriculture Organization of the United Nations.1971, pp.249-
- Garcia-Ruiz A., Bartolomé B., Martinez-Rodriguez A.J., Pueyo E., Martin-Alvarez P.J., and Moreno- Arribas M.V. (2008). Potential of phenolic compounds for controlling lactic acid bacteria growth in wine. Food Control. 19 : 835–841.
- Ghanya, A .2015. Antioxidant and Antibacterial Activities of Some Yemeni Medicinal Plants.
  International Journal of Herbal Medicine 3(3) : 06-
- Ghourri M., Zidane L et Douira A. Usage des plantes médicinales dans le traitement du Diabète Au Sahara marocain (Tan-Tan). Journal of Animal &Plant Sciences, 17(1). 2013, pp 2388-
- Glisic S.B., Misic D.R., Stamenic M.D., Zizovic I.T., Asanin R.M. and Skala D.U. (2007). Supercritical Carbon Dioxide Extraction of Carrot Fruit Essential Oil : Chemical Composition and Antimicrobial Activity. Food Chemistry, 105 (1) : 346-352
- GUELLIL, S., LAOUNI, N., & MEGHIT, I. (2019). Etude de l'activité antimicrobienne et formulation d'un shampooing naturel de Sapindus mukorossi (Doctoral dissertation, université ibn khaldoun- tiaret).
- GUETTOCHE, S. Etude phytochimique d'Atriplex halimus et la détermination de son activité biologique (Région Ouargla Algérie) (Doctoral dissertation, Université Kasdi

Merbah Ouargla).

- Hadria, M. D. (2017). Evaluation chimique et activite antidermatophyte de quelques plantesmedicinales d'algerie
- Hammoudi, R. and M.H. Mahammed,(2014). Contribution à l'Etude de la Composition Chimique des Huiles Essentielles de la Plante Teucrium polium ssp. Geyrii (Lamiaceae).
- Hanaa, Y. A. H. I. A. (2022). Étude phytochimique et évaluation de l'activité antibactérienne et anticoagulante de Punica granatum L. et Teucrium polium L (Doctoral dissertation, university center of abdalhafid boussouf-MILA).
- Harley J.P., Klein D.A., Prescott L.M., Sherwood L.M., Willey J.M., Woolverton C.J. Microbiologie, Ed. De Boeck, 2010.
- Hasheminya.S.M and Dehghannya.J. (2021). Chemical composition, antioxidant, antibacterial, and antifungal properties of essential oil from wild Heracleum rawianum. Biocatalysis and AgriculturalBiotechnology.31 (1) :1-6.
- Havsteen, B.H. (2002). The biochemistry and medical significance of the flavonoids.
- Huang Guangrong., Jiang Jiaxin.,and Dai Dehui. (2008). Antioxidative and antibacterial activity of the methanol extract of Artemisia anomala S. Moore. African Journal of Biotechnol.7 (9) : 1335- 1338
- Hulin V., Mathot A.G., Mafart P. et Dufossé L. (1998). Les Propriétés Antimicrobiennes des Huiles Essentielles et Composés d'Aromes, Sciences des aliments. 18 : 563-582
- Ismail, R. (2021). Activité antimicrobienne des extraits de Trigonum foenum-graecum L (Doctoral dissertation).
- Julve, P., 2004. Écologique et chorologique de la flore de France. Baseflor. Indexbotanique.version : 23
- KABOUR, N., KAMLA, I., & KAOUCHE, M. (2021). Evaluation des activités antimicrobiennes de l'huile essentielle de l'Atriplex halimus (Doctoral dissertation, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie).
- Kadifkova Panovska T, Benhammou N, Atik Bekkara F. (2009). Antioxidant activity of methanolic extracts and some bioactive compounds of Atriple xhalimus. C. R. Chimie. 12, 1259–1266 p
- Kavaz, D., & Faraj, R. E. (2023). Investigation of composition, antioxidant, antimicrobial and cytotoxic characteristics from Juniperus sabina and Ferula communis extracts. Scientific reports, 13(1), 7193. |
- Kempf S. Zeitouni. (2009). Coût biologique de la résistance aux antibiotiques : Analyse et conséquences Pathologie Biologie : Article in press.
- Khaled-Khodja N., Boulekbache-Makhlouf L. , Khodir M., 2014, Phytochemical screening of antioxidant and antibacterial activities of methanolic extracts of some Lamiaceae, Industrial Crops and Products, 61, 41-48.
- Khedidja, A. B. I. D. I., & Ghazala, N. A. H. A. L. (2016). Etude de l'activité antioxydante et antibactérienne des plantes médicinales : Cas

de Peganum harmala (Doctoral dissertation, Universite laarbi tebessi tebessa

- Khlifi, D., Sghaier, R., Amouri, S., Laouini, D., Hamdi, M., Bouajila, J.2013. Composition and anti- oxidant, anti-cancer and anti-inflammatory activities of Artemisia herba-alba, Ruta chalpensis L. and Peganum harmala L. Food and Chemical Toxicology 55 : 202–208. | KONAN, G. K. N. D. A., KRA, A. K. M., OUATTARA, S., KPLE, T. K. M., BOLOU, G. E. K., MONNEY, Y.
U., ... & DJAMAN, A. J. (2022).
- Etude de la cicatrisation des plaies et des activités anti- inflammatoire et antioxydante d'une fraction issue de l'extrait hydroéthanolique de Terminalia ivorensis (Combretaceae) sur les rats Wistar. Pharmacopée et médecine traditionnelle africaine, 21(2), 83-92.

- Latha, M. S., Martis, J., Shobha, V., Shinde, R. S., Bangera, S., Krishnankutty, B., ... & Kumar, B. N. (2013). Sunscreening agents : A review. The Journal of clinical and aesthetic dermatology, 6(1), 16.

- Li H-B. , Wong C-C., et Cheng K-W., Feng C. (2008) Antioxidant properties in vitro and total Phenolic contents in methanol extracts from medicinal plants. Lebensmittel-Wissenschaft andTechnology. 41(3), 385–390

- Lotfipour, F., NAZEMIEH, H., FATHI, A. F., Garaei, N., Arami, S., Talat, S., ... & Hasanpour, R. (2008). Evaluation of antibacterial activities of some medicinal plants from North-West Iran

- Luanda, A., Ripanda, A., & Makangara, J. J. (2023). Therapeutic potential of Equisetum arvense L. for management of medical conditions. Phytomedicine Plus, 100444.

- Maggi F., Cecchini C., Cresci A., Coman M.M., Tirillini B., Sagratini G. and Papa F. (2009). ChemicalComposition and Antimicrobial Activity of the Essential oil from Ferula glauca L. (F. communis L. subsp. Glauca) Growing in Marche (central Italy). Fitoterapia, 80 : 68-72.Maggi F., Cecchini C., Cresci A., Coman M.M., Tirillini B., Sagratini G. and Papa F. (2009). Chemical Composition and Antimicrobial Activity of the Essential oil from Ferula glauca L. (F. communis L. subsp. Glauca)
Growing in Marche (central Italy). Fitoterapia, 80 : 68-72 | Mendeley. (s. d.). Consulté 13 juin 2024, à l'adresse

- Mahmoudi R., Nosratpour S., 2013, Teucrium polium L. essential oil : Phytochemiacl component and antioxidant properties, International Food Research Journal, 20, 1697-1701. Manthey J.M., 2000, Biological properties of flavonoids pertaining to inflammation. Microcirc, 7, 28-34

- Mahmoudi R, Nosratpour S., (2013). Teucrium polium L. essential oil : Phytochemiacl component and antioxidant properties, International Food Research Journal; 20(4) : 1697–1701

- Malika, M. O. U. L. A. Y. (2020). Utilisation des métabolites secondaires contre certains bio- agresseurs des plantes cultivées (Doctoral dissertation, Université Ibn Khaldoun-Tiaret-).

- MANDAL S., PATRA A., SAMANTA A., ROY S., MANDAL A., DAS MAHAPATRA T., 2013. Analysis of
phytochemical profile of Terminalia arjunabark extract with antioxidative and

antimicrobial properties. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine,3 : 960–966MANDAL S., PATRA A., SAMANTA A., ROY S., MANDAL A., DAS MAHAPATRA T., 2013. Analysis of phytochemical profile of Terminalia arjunabark extract with antioxidative and antimicrobial properties. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine,3 : 960–966

- MANN A., IBRAHIM K., OYEWALE A. O., AMUPITAN J. O., FATOPE M.O., OKOGUN J. I., 2012.
  Isolation and elucidation of three triterpenoids and its antimycobacterial activty of Terminalia avicennioides. American Journal of Organic Chemistry, 2:14–
- Mansur, J. D. S., Breder, M. N. R., Mansur, M. C. D. A., & Azulay, R. D. (1986). Determinação do fator de proteção solar por espectrofotometria. An. Bras. Dermatol, 61, 121-4
- Meguellati, H., Ouafi, S., Saad, S., Harchaoui, L., & Djemouai, N. (2023). Etude morphologique et histo-anatomique de la plante médicinale Teucrium polium L. subsp. Geyrii Maire (Tamanrasset, Algérie). International Journal of Natural Resources and Environment, 4(2), 1-11.
- Mourad, B., Mihoub, Z. M., & Sétif, U. F. A. (2011). Etude de l'activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits d'Artemisia campestris L. Mémoire pour l'obtention du diplôme de Magister, Université Ferhat Abbes-Setif.
- MOUSSA, M. T. B., CHERIF, R. A., LEKHAL, S., BOUNAB, A., & HADEF, Y. (2022). Dosage des composés phénoliques et détermination de l'activité antioxydante des extraits méthanoliques deBrocchia cinerea VIS de l'Algérie (Sud-Est).
- Mulaudzi R.B., Ndhlala A. R., Finnie J. F. and Van Staden J. (2009). Antimicrobial, Antiinflammatory and Genotoxicity Activity of Alepidea amatymbica and Alepideanatalensis (Apiaceae). South African Journal of Botany, 75 : 436-437
- Nedjimi B., Guit B., Toumi M., Beladel B., Akam A., Daoud Y. 2013 : "Atriplexhalimussubsp.SchweinfurthiiChenopodiaceae) : Description, écologie et utilisations pastorales et thérapeutiques", Fourrages, 216, 333-338.
- Noureddine A, Saidat B, Bakchiche B et Maatallah M (2015). Etude comparative des indices d'activité antioxydante des essais du Cérium et du DPPH: Application sur trois plantes médicinale locale. International Journal of Innovation and Applied Studies, 13(3), 681-690
- Ortíz-Ardila, A. E., Correa-Cuadros, J. P., Celiz-Zambrano, C. A., Rodríguez-Bocanegra, M. X., Robles-Carmargo, J., & Sequeda-Castañeda, L. G. (2017). ANTIOXIDANT AND ANTIMICROBIAL CAPACITY OF CECROPIA MUTISIANA MILDBR.(CECROPIACEAE) LEAVE EXTRACTS. Emirates Journal of Food and Agriculture, 25-35.
- Oyaizu M. Antiangiogenic properties of natural polyphenols from red wine and green tea. Jap J Nut. 1986;44:307-15
- Ozek G., Ozek T., Iscan G., Baser K.H.C., Duran A. and Hamzaoglu E. (2008). Composition and Antimicrobial Activity of the Oils of Ferula szowitsiana DC. from Turkey. Journal of Essential Oil Research, 20 : 186-190
- Özer H., (2007). Chemical Composition and Antimicrobial and AntioxidantActivities of the Essential Oil and Methanol Extract of Hippomarathrum microcarpum (Bieb.) fromTurkey. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55 (3):937-42
- Patrick B., Jean L., and Michel S. (1988). Bactériologie : Les bactéries des infections humaines. 1er Ed Médecine –Sciences Flammarion. Paris. Pp : 100-108-274

- Pibiri, M. C. (2006). Assainissement microbiologique de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huiles essentielles (No. 3311). EPFL.
- PIMENOV M. G., et LEONOV M. V., 2004.- The Asian Apiaceae biodiversity database (ASIUM) withparticular reference to south-west Asian taxa Turk. J. Bot., vol. 28:139-145 |
- Quezel P, Santa S (1962–1963) Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. CNRS, Paris
- Richard C et Kiredjian M., (1995). Méthodes de laboratoire pour l'identification des bacilles à gram négatif aérobies stricts : Pseudomonas, Alcaligenes, Flavobacterium, Acinetobacter, Brucelle,
  Bordetella. 2ème édition. Ed Institut. Pasteur .Paris. Pp : 42-43.
- Richard, S., Steele-Moore L., Goodwin A.C., Antimicrobial susceptibility testing protocols Ed.
  Goodwin Boca Raton : CRC Press, 2007, pp.77
- Sanogo, Y., Guessennd, N. K., Bi, H. T., Kouadio, N. J., Konan, F. K., Bamba, M., ... & Dosso, M. (2016). Evaluation in vitro de l'activité des écorces de tige de Anogeissus leiocarpus (DC) Guill. Et Perr.(Combretaceae) sur des bactéries responsables de maladies courantes en Afrique et criblage phytochimique. International Journal of Biological and Chemical sciences, 10(3), 1139-1152
- Sayre, R. M., Agin, P. P., LeVee, G. J., & Marlowe, E. (1979). A comparison of in vivo and in vitro testing of sunscreening formulas. Photochemistry and Photobiology, 29(3), 559-566
- Schalka, S., & VM, R. (2011). Sun protection factor : Meaning and controversies. An Bras Dermatol,86(3), 507-15
- Shi, H., Noguchi, N., & Niki, E. (2001). Galvinoxyl method for standardizing electron and proton donation activity. In Methods in enzymology, 335,157-166. Academic Press
- Siddhuraju P.et Becker K. (2007) The antioxidant and free radical scavenging activities of processed cowpea (Vigna unguiculata (L.) Walp.) seed extracts. Food Chemistry. 101(1), 10-19.
- [33] Jeong S.M., Kim S.Y., Kim D.R., Jo S.C., Nam K.C., Ahn D.U., et Lee S.C. (2004) Effects of heat treatment on the antioxidant activity of extracts from citrus peels. Journal of Agriculture and FoodChemistry. 52, 3389–3393.
- Sosa M. E., Tonn C. E. (2006). Plant secondary metabolites from Argentinean semiarid lands : Bioactivity against insects. Phytochem. Rev., 7(1):Steven. P., Rachel. C., Martha. E., Paul. H., Jane. S., and Peter W.J. (2004). Microbiology of Waterborne Diseases. Ed Elsevier Academic Press. Pp71-132 | Talamali A., Dutuit P., Le Thomas A. & Gorenflot R., 2001 Polygamie chez Atriplex halimus L.
  (Chenopodiaceae). C. R. Acad. Sci. Paris, séries III, sciences de la vie 324 (2) : 107 113 | Tirta. L. P and Yadnya-Putra.A. G, (2020). A narrative review of Apiaceae family plants in usada
  netra for eye disease treatment. Journal of Pharmaceutical Science and Application. 2(2) : 49-65. |
- Tison J. M., Jauzein Ph. & Michaud, H., 2014 Flore de la France méditerranéenne continentale. Naturalia publications, Turriers, 2078 p. Tison J. M. & de Foucault, B. 2014 Flora Gallica. Flore deFrance. Biotope, Mèze, xx + 1196 p. Walker D.J., Lutts S., Sanchez Garcia M. & Correal E., 2014 Atriplex halimus L. : Its biology and uses. J. Arid Envir. 100 101 : 111 121. |
- Ulve, Ph. (Coordonnateur) & contributeurs, 2018 ff. Chorodep. Listes départementales des plantes de France. Version 2018.04 du 24 avril 2018. Programme chorologie départementale de Tela Botanic |

- Unasho A. (2005). Investigation of Antimicrobial Activities of Albizia gummifera and Ferula communis on Streptococcus pneumoniae and Streptococcus pyogenes Causing Upperrespiratory Tract Infections in children. Thése de Master. Départment of Biology, University Addis Ababa. 94p

- Walker D.J., Lutts, S., Sánchez-García, M. et Correal E. (2014). Atriplex halimus L: Its biology and uses. Journal of Arid Environments. 2014, pp. 100-121. | Mendeley. (s. d.). Consulté 8 juin 2024, àl'adresse Yemmen, M., Landolsi, A., Hamida, J. B., Mégraud, F., & Ayadi, M. T. (2017). Antioxidant activities, anticancer activity and polyphenolics profile, of leaf, fruit and stem extracts of Pistacia lentiscus from Tunisia. Cellular and molecular biology, 63(9), 87-95. |

- ZaimenI, S., Abour, Y., & Larichelariche, N. E. (2020). Les activités biologiques des constituants bioactifs de la plante médicinale «Atriplex halimus» (Doctoral dissertation, Université de jijel). | Zeghouini, A. (2019). Evaluation in vitrode l'effet antimitotique de l'extrait méthanolique des feuilles de Peganum harmala L. de la région de Laghouat (Algérie) (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri). | Zohra, M. F. (2018). Intérêt et valorisation du pistachier de l'Atlas (Pistacia atlantica Desf.) dans la Zone Rechaiga «Wilaya de Tiaret» (Doctoral dissertation, Université Ibn Khaldoun-Tiaret-). |