

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
العلمي والبحث العالي وزارة التعليم
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

جامعة 20 اوت 1955- سكيكدة

UNIVERSITE 20 AOUT 1955- SKIKDA



Faculté des Sciences

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire Présenté en Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Filière : Sciences de la Nature et de la Vie

Spécialité: Microbiologie appliquée

Intitulé :

**Evaluation de l'activité antibactérienne d'extraits de
Allium sativum et *Origanum majorana* vis-à-vis des
souches cliniques.**

Présenté Par :

Bekkouche Chaima – Boussalem Aya – Safi Chams el houda

Membre de Jury:

M ^{me}	SLIMANI Souheila	Pr	Présidente	Univ. du 20 Août 1955 – Skikda
M ^{me}	GUEDDAH Doria	MCB	Promotrice	Univ. du 20 Août 1955 – Skikda
M ^{me}	BECHEKER Imene	MCA	Examinatrice	Univ. du 20 Août 1955 – Skikda

Année universitaire 2023/2024

Remerciement :

*Nos sincères remerciements vont en premier lieu à **Dieu**, le tout puissant, le tout miséricordieux, pour nous avoir guidé vers la connaissance et le savoir, par sa grâce nous avons réussi à accomplir ce modeste travail.*

Nos vifs remerciements vont aux membres du jury de ce mémoire

***Docteur Slimani Souheila**, pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant de présider le jury de soutenance.*

***Docteur Becheke Imene**, d'abord pour son aide et aussi pour avoir exprimé son entière disponibilité pour être membre du jury en acceptant d'examiner notre travail.*

*Nous adressons nos plus sincères remerciements et notre gratitude la plus profonde à notre promotrice **Docteur Gueddah Doria** qui nous a fait l'honneur d'avoir accepté de diriger notre travail, pour sa patience, sa confiance, son suivi et sa disponibilité, ainsi que pour sa contribution scientifique et technique, qui ont aidés à l'accomplissement de ce travail, son assistance et ses conseils. Nous ne vous remercierons jamais assez docteur.*

Nos remerciements vont également à tous nos professeurs, nos enseignants et aux doctorants du département des Sciences de la Nature et de la Vie de l'université du 20 Aout 1955-Skikda, pour leurs encadrements et leurs efforts durant notre études universitaires.

Ainsi à tous les techniciennes des laboratoires du département de Technologie pour leurs gentillesse et pour toute l'aide qu'elles nous ont apportés lors de la réalisation de ce travail.

De spéciaux remerciements vont à nos proches pour leurs encouragements et leur soutien, ainsi qu'à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce travail de près ou de loin.

Merci

Dédicace :

En ce moment particulier dans ma vie, je tiens à dédier ce modeste travail :

A celui qui a été le symbole des principes, de l'honnêteté, de la sagesse et du sacrifice Papa.

*A celle qui a incarné l'affection, le courage, l'ambition, la persévérance et la bonté du cœur
Maman.*

A mes chers soeur et mon frère.

A mes grands parents, mes tantes et oncles.

*A mes chers amis Chaima et Aya, je vous remercie pour le soutien et l'amour que vous me portez,
j'espère que votre bénédiction m'accompagnera toujours.*

*Sans oublier mon trinôme Chaima et Chams avec qui j'ai réalisé ce travail et j'ai partagé les
meilleurs moments.*

Aya

J'exprime mes profonds remerciements et dédicaces

***A ma très chère mère :** quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurais point te remercier comme il se
doit .ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes cotés à toujours été ma
source de force pour affronter les différents obstacles*

***A mon très cher père :** tu as toujours été à mes cotés pour me soutenir et m'encourager que ce
travail traduit ma gratitude et mon affection*

A mon frère Abde raouf

A mes sœurs Samira, Khaoula

Ma chère sœur Amel et son mari

Pour leur soutien moral et leurs conseils précieux tout au long de mon mémoire

A mes chères amies, Kawtar, Rahma, Aya, Asma

Pour leurs aides et supports dans les moments difficiles

*Je remercie **mon trinôme Aya et Chams** pour la bonne entente et la grande sympathie*

Chayma

Quand il y a la soif d'apprendre, tout vient à point à qui sait attendre, malgré les obstacles qui s'opposent en dépit des difficultés qui s'interposent, les études sont avant tout, notre unique et seul atout, ils représentent la lumière de notre existence, l'étoile brillante de notre réjouissance Souhaitant que le fruit de nos efforts fournis, jour et nuit, nous mène vers le bonheur fleuri

Je dédie ce modeste travail :

À ma très chère mère Laila :

Affable, honorable, aimable: Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence , la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi.

Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte. Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur

À mon très cher père Rachid

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect toujours en pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être

À mon très cher frère Abde el Madjid :

qui est présent dans tous mes moments d'examens par son soutien moral , c'est mon ange gardien et mon fidèle compagnant dans les moments les plus délicats de cette vie.

Je te souhaite un avenir plein de joie, de bonheur, de réussite et de sérénité.

À ma chère sœur, ma jumelle Amani merci pour d'être toujours là pour moi .

À Mon petit frère Ilyas .

À ma copine, ma moitié, Rahma je vous aime beaucoup.

À ma fidèle amie Dounia je te souhaite le bonheur à ta vie.

À mes chers amies : Ahlem , Rayene , Rym , Inès , Hadil , Lina , Meriem, Nour , Meriem , Laila , Bouchra

À ma famille Safi et ma famille bouaine

À mes deux binômes

À tous les collègues du Master 2 microbiologie appliqué

Je vous aime énormément.

Chams

Résumé

L'utilisation à large échelle des antibiotiques a conduit à l'émergence des bactéries pathogènes multi-résistantes, provoquant de graves problèmes médicaux. Les plantes médicinales nous apportent des molécules actives qui luttent contre ce phénomène de résistance. Dans le cadre de ce travail, nous avons réalisé une étude rétrospective sur les différents germes, comprenant 4 prélèvements de pus et d'urine au sein de l'hôpital privé NISOMED et de l'hôpital Les Frères Saad Guermache de Skikda. Et nous avons testé l'effet antibactérien d'extrait huileux, aqueux et brut de deux plantes médicinales (*Origanum majorana* et *Allium sativum*) vis-à-vis de ces souches cliniques. Après analyse des prélèvements, nous avons isolé plusieurs espèces bactériennes à savoir : des souches bactériennes à Gram positif (*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus*) et à Gram négatif (*Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*). Par la méthode d'aromatogramme, l'activité antibactérienne des différents extraits d'*Origanum majorana* a été évaluée et ce vis-à-vis de toutes les souches cliniques testées, où les diamètres des zones d'inhibition varient entre 1 et 25 mm et les CMI entre 7,81 et 15,62 µg/ml en ce qui concerne l'extrait huileux. Avec l'extrait aqueux les diamètres des zones d'inhibition varient entre 1 et 28 mm et les CMI faibles, entre 62,5 et 125µg/ml. *Allium sativum* a également montré un résultat antibactérien avec des diamètres de zones d'inhibition de 5mm et des CMI varient entre 31,25 et 62,5 µg/ml en ce qui concerne l'extrait aqueux et pour l'extrait brut, les diamètres des zones d'inhibition variant entre 5 et 30 mm et les CMI entre 7,81 et 15,62 µg/ml. Les deux plantes ont montré un effet bactéricide vis-à-vis des isolats cliniques testés.

Mots clés : Activité antibactérienne, *Allium sativum*, Extrait aqueux, Extrait brut, Extrait huileux, *Origanum majorana*, Résistance aux antibiotiques.

Abstract

The widespread use of antibiotics has led to the emergence of multi-resistant pathogenic bacteria, causing serious medical problems. Medicinal plants provide us with active molecules that fight against this phenomenon of resistance. As part of this work, we carried out a retrospective study on the different germs, including 4 pus and urine samples from the private hospital NISOMED and the Les frères Saad Guermache hospital of Skikda. And we tested the antibacterial effect of oily, aqueous and raw extracts of two medicinal plants (*Origanum majorana* and *Allium sativum*) against these clinical strains. After analysis of the samples, we isolated several bacterial species namely: Gram-positive (*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus*) and Gram-negative (*Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*) bacterial strains. By the aromatogram method, the antibacterial activity of the different extracts of *Origanum majorana* was evaluated with respect to all the clinical strains tested, where the diameters of the inhibition zones varying between 1 and 25 mm and the MICs varying between 7,81 and 15,62 µg/ml for oily exfoliation. With the aqueous extract the diameters of the inhibition zones varying between 1 and 28 mm and the low MIC, varying between 62.5 and 125 µg/ml. *Allium sativum* also showed an antibacterial result with inhibition zone diameters of 5mm and MICs ranging from 31.25 to 62.5 µg/ml for aqueous extract and for crude extract, the diameters of the inhibition zones varying between 5 and 30 mm and the MICs between 7.81 and 15.62 µg/ml. Both plants showed a bactericidal effect against the clinical isolates tested.

Key words : Antibacterial activity, *Allium sativum*, Aqueous extract, Crude extract, Oily extract, *Origanum majorana*, Resistance to antibiotics.

ملخص

جزء من هذا العمل، أجرينا دراسة بأثر رجعي على الجراثيم المختلفة، بما في ذلك 4 عينات من القيح والبول في المستشفى الخاص وقد اختبرنا التأثير المضاد للبكتيريا للمستخلص الزيتي المائي في Skikda. Les Frères Saad Guermache و NISOMED ضد هذه السلالات السريرية (*Allium sativum* و *Origanum majorana* L) والخام لنباتين طبيين

بعد تحليل العينات، قمنا بعزل العديد من الأنواع البكتيرية وهي: سلالات بكتيرية إيجابية الغرام (المكورات العنقودية الذهبية، (المكورات العقدية) وسلبية الغرام (الإشريكية القولونية، كليبسيلا الرئوية

فيما يتعلق بجميع *Origanum majorana* بواسطة طريقة الرسم العطري، تم تقييم النشاط المضاد للبكتيريا لمختلف مستخلصات μ بين 781 و 1562 MICs السلالات السريرية التي تم اختبارها، حيث تتراوح أقطار تثبيط بين 1 و 25 مم وتتراوح ، وتتراوح بين MIC غ/مل للتقشير الزيتي. مع المستخلص المائي تتفاوت أقطار تثبيط بين 1 و 28 مم والرقم المنخفض غ/مل μ 62.5 و 125

غ/مل μ تتراوح من 31.25 إلى 62.5 MICs أظهر الساتف الأليوم أيضًا نتيجة مضادة للبكتيريا مع أقطار منطقة تثبيط 5 مم و غ/مل. μ بين 7.81 و 15.62 MICs للمستخلص المائي والمستخلص الخام، وأقطار مناطق التثبيط تتراوح بين 5 و 30 مم و أظهر كلا النباتين تأثيرًا جرثوميًا ضد العزلات السريرية التي تم اختبارها

الكلمات المفتاحية: نشاط مضاد للبكتيريا، أليوم ساتيفوم، مستخلص مائي، مستخلص خام، مستخلص زيتي، أوريجانوم ماجورانا، مقاومة المضادات الحيوية

Sommaire

Résumé

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction.....1

I. Recherche bibliographique

1.1. Staphylococcus aureus.....3

1.1.1. Habitat.....3

1.1.2. Pouvoir pathogène.....3

1.2. Les streptocoques.....3

1.2.1. Habitat.....3

1.2.2. Pouvoir pathogène.....4

1.3. Escherichia coli.....4

1.3.1. Habitat.....4

1.3.2. Pouvoir pathogène.....4

1.4. Klebsiella pneumoniae.....5

1.4.1. Habitat.....5

1.4.2. Pouvoir pathogène.....5

2. La résistance aux antibiotiques.....6

2.1. Origine de la résistance bactérienne aux antibiotiques.....6

2.2. Modes d'action des antibiotiques.....6

2.3. Les différents types de la résistance bactérienne aux antibiotiques.....7

2.3.1. La résistance naturelle aux antibiotiques.....7

2.3.2. La résistance acquise aux antibiotiques.....7

3. Présentation des plantes étudiées.....7

3.1. *Origanum majorana*.....7

3.1.1. La classification botanique.....7

3.1.2. La description botanique.....8

3.1.3. Localisation géographique.....9

3.1.4. Composition chimique.....10

3.1.5. Intérêt thérapeutique.....10

3.2. *Allium sativum*.....11

3.2.1. La classification botanique.....11

3.2.2. La description botanique.....	12
3.2.3. Localisation géographique.....	13
3.2.4. Composition chimique.....	13
3.2.5. Intérêt thérapeutique.....	14

II. Matériel et méthodes

1. Matériel.....	15
1.1. Matériel végétal.....	15
1.1.1. Critères de choix des plantes.....	15
1.1.2. Séchage et conservation.....	15
1.2. Les souches bactériennes.....	16
2. Méthodes.....	16
2.1. Réalisation des prélèvements.....	16
2.2. Préparation des extraits d'ail.....	16
2.2.1. Préparation de la poudre d'ail.....	16
2.2.2. Préparation de l'extrait brut.....	17
2.2.3. Préparation de l'extrait aqueux.....	17
2.3. Préparation des extraits d'origan.....	18
2.3.1. Préparation de l'extrait aqueux.....	18
2.3.2. Préparation de l'extrait huileux.....	19
2.4. Etude de l'activité antibactérienne.....	21
2.4.1. Activité antibactérienne de l'ail.....	21
2.4.1. Détermination des diamètres des zones d'inhibition.....	21
2.4.2. Activité antibactérienne d'origan.....	22
2.4.2.1. Détermination des diamètres des zones d'inhibition.....	22
2.4.2.2. Détermination de la concentration Minimale Inhibitrice (CMI).....	23
2.4.2.3. Détermination de la concentration Minimale Bactéricide (CMB).....	23

III. Résultat et discussion

1. Résultats.....	25
1.1. Les caractéristiques organoleptiques des différents extraits des plantes testées.....	25
1.1.1. Macérat huileux des feuilles d' <i>Origanum majorana</i>	25
1.1.2. Extrait aqueux d' <i>Origanum majorana</i>	26
1.1.3. Extrait aqueux d' <i>Allium sativum</i>	26
1.1.4. Extrait brut d' <i>Allium sativum</i>	27

1.2. Evaluation de l'activité antibactérienne des deux extraits des feuilles d' <i>Origanum majorana</i>	28
1.2.1. Détermination des zones d'inhibition de l'extrait huileux des feuilles d' <i>Origanum majorana</i>	28
1.2.2. Détermination des zones d'inhibition de l'extrait aqueux des feuilles d' <i>Origanum majorana</i>	32
1.3. Evaluation de l'activité antibactériennes des deux extraits de poudre des bulbes d' <i>Allium sativum</i>	37
1.3.1. Détermination des zones d'inhibition d'extrait aqueux du bulbes d' <i>Allium sativum</i>	37
1.3.2. Détermination des zones d'inhibition d'extrait brut du bulbes d' <i>Allium sativum</i>	40
1.4. Détermination des valeurs de CMI des extraits d' <i>Origanum majorana</i>	43
1.4.1. Extrait huileux.....	43
1.4.2. Extrait aqueux.....	45
1.5. Détermination des valeurs de CMI des extraits d' <i>Allium sativum</i>	47
1.5.1. Extrait aqueux.....	47
1.5.2. Extrait brut.....	49
1.6. Détermination de la CMB des deux extraits des feuilles d' <i>Origanum majorana</i>	51
1.7. Détermination de la CMB des deux extraits du bulbes d' <i>Allium sativum</i>	52
Discussion	55
IV. Conclusion	58
Référence bibliographique	59

Liste des abréviations

cm : centimètre.

CMB : Concentration minimale bactéricide.

CMI : Concentration minimale inhibitrice.

DO : Densité Optique.

E.coli : *Escherichia coli*.

h : heure.

g : gramme.

GN : Gélose nutritive.

K.pneumoniae : *Klebsiella pneumoniae*.

MH : Mueller Hinton.

ml : millilitre.

mm : millimètre.

S. Aureus : *Staphylococcus aureus*.

°C : Degré celsuse.

µg : microgramme.

µl : microlitre.

Z.I : Zone d'Inhibition.

Liste des tableaux

Tableau :	Titre :	Page :
01	La classification d' <i>Origanum majorana</i> d'après Deysson 1967	08
02	Répartition géographique des 3 espèces d'origan en Algérie	10
03	La classification d' <i>Allium sativum</i>	12
04	Caractéristiques organoleptiques de l'extrait huileux d' <i>Origanum majorana</i>	26
05	Caractéristiques organoleptiques de l'extrait aqueux d' <i>Origanum majorana</i>	27
06	Caractéristiques organoleptiques de l'extrait aqueux d' <i>Allium sativum</i>	28
07	Caractéristiques organoleptiques de l'extrait brut de bulbes d' <i>Allium sativum</i>	29
08	Les diamètres des zones d'inhibition des souches cliniques <i>S. aureus</i> et <i>Streptococcus</i> vis-à-vis de l'extrait huileux des feuilles d' <i>Origanum majorana</i>	30
09	Les diamètres des zones d'inhibition des souches cliniques <i>E. coli</i> et <i>K. pneumoniae</i> vis-à-vis de l'extrait huileux des feuilles d' <i>Origanum majorana</i>	32
10	Les diamètres des zones d'inhibition des souches cliniques à Gram positif vis-à-vis de l'extrait aqueux des feuilles d' <i>Origanum majorana</i>	34
11	Les diamètres des zones d'inhibition des souches cliniques à Gram négatif vis-à-vis de l'extrait aqueux des feuilles d' <i>Origanum majorana</i>	36
12	Les diamètres des zones d'inhibition des souches cliniques à Gram positif vis-à-vis de l'extrait aqueux des bulbes d' <i>Allium sativum</i>	38
13	Les diamètres des zones d'inhibition des souches cliniques à Gram négatif vis-à-vis de l'extrait aqueux des bulbes d' <i>Allium sativum</i>	40

14	Les diamètres des zones d'inhibition des souches cliniques à Gram positif vis-à-vis de l'extrait brut des bulbes d' <i>Allium sativum</i>	41
15	Les diamètres des zones d'inhibition des souches cliniques à Gram négatif vis-à-vis de l'extrait brut des bulbes d' <i>Allium sativum</i>	43
16	Les valeurs des CMI des souches cliniques vis-à-vis de l'extrait huileux des feuilles d' <i>Origanum majorana</i>	44
17	Les valeurs des CMI des souches cliniques vis-à-vis de l'extrait aqueux des feuilles d' <i>Origanum majorana</i>	45
18	Les valeurs des CMI des souches cliniques vis-à-vis de l'extrait aqueux des bulbes d' <i>Allium sativum</i>	47
19	Les valeurs des CMI des souches cliniques vis-à-vis de l'extrait brut des bulbes d' <i>Allium sativum</i>	48

Listes des figures

Figure :	Titre :	Page :
01	Mécanismes d'action des antibiotiques	07
02	Photographie de <i>Origanum majorana</i>	08
03	La tige d' <i>Origanum majorana</i>	09
04	Photographie du bulbe <i>Allium sativum</i>	11
05	La tige et les feuilles d' <i>Allium sativum</i>	12
06	Schéma du composé principal de l' <i>Allium sativum</i>	14
07	<i>Origanum majorana</i> séchée	14
08	<i>Allium sativum</i> séchée	15
09	La préparation de la poudre d' <i>Allium sativum</i>	16
10	Préparation de l'extrait brut	16
11	Préparation de l'extrait aqueux	17
12	Préparation des dilutions de l'extrait brut d'ail	17
13	Préparation des dilutions de l'extrait aqueux d'ail	18
14	La poudre de feuilles d' <i>Origanum majorana</i>	18
15	Préparation de l'extrait aqueux	19
16	Préparation de l'extrait huileux par macération	20
17	Préparation des dilutions de l'extrait aqueux de l'origan	20
18	Préparation des dilutions de l'extrait huileux de l'origan	20
19	Détermination des diamètres des zones d'inhibition	21
20	Détermination de la CMI et la CMB	23
21	L'extrait huileux des feuilles d' <i>Origanum majorana</i>	24
22	L'extrait aqueux des feuilles d' <i>Origanum majorana</i>	25

23	Extrait aqueux des bulbes d' <i>Allium sativum</i>	26
24	Extrait brut des bulbes d' <i>Allium sativum</i>	28
25	Les diamètres des zones d'inhibition de la souche <i>S. aureus</i> vis-à-vis de l'extrait huileux d' <i>Origanum majorana</i>	30
26	Les diamètres des zones d'inhibition de la souche <i>Streptococcus</i> vis-à-vis de l'extrait huileux d' <i>Origanum majorana</i>	30
27	Les diamètres des zones d'inhibition de la souche <i>E. coli</i> vis-à-vis de l'extrait huileux d' <i>Origanum majorana</i>	32
28	Les diamètres des zones d'inhibition de la souche <i>K. pneumoniae</i> vis-à-vis de l'extrait huileux d' <i>Origanum majorana</i>	32
29	Les diamètres des zones d'inhibition de la souche <i>Streptococcus</i> vis-à-vis de l'extrait aqueux d' <i>Origanum majorana</i>	34
30	Les diamètres des zones d'inhibition de la souche <i>S. aureus</i> vis-à-vis de l'extrait aqueux d' <i>Origanum majorana</i>	34
31	Les diamètres des zones d'inhibition de la souche <i>E. coli</i> vis-à-vis de l'extrait aqueux d' <i>Origanum majorana</i>	36
32	Les diamètres des zones d'inhibition de la souche <i>K. pneumoniae</i> vis-à-vis de l'extrait aqueux d' <i>Origanum majorana</i>	36
33	Les diamètres des zones d'inhibition de la souche <i>S. aureus</i> vis-à-vis de l'extrait aqueux du bulbes d' <i>Allium sativum</i>	38
34	Les diamètres des zones d'inhibition de la souche <i>Streptococcus</i> vis-à-vis de l'extrait aqueux du bulbes d' <i>Allium sativum</i>	38
35	Les diamètres des zones d'inhibition de la souche <i>E. coli</i> vis-à-vis de l'extrait aqueux du bulbes d' <i>Allium sativum</i>	39
36	Les diamètres des zones d'inhibition de la souche <i>K. pneumoniae</i> vis-à-vis de l'extrait aqueux du bulbes d' <i>Allium sativum</i>	39
37	Les diamètres des zones d'inhibition de la souche <i>S. aureus</i> vis-à-vis de l'extrait brut du bulbes d' <i>Allium sativum</i>	41

38	Les diamètres des zones d'inhibition de la souche <i>Streptococcus</i> vis-à-vis de l'extrait brut du bulbes d' <i>Allium sativum</i>	41
39	Les diamètres des zones d'inhibition de la souche <i>E. coli</i> vis-à-vis de l'extrait brut du bulbes d' <i>Allium sativum</i>	42
40	Les diamètres des zones d'inhibition de la souche <i>K. pneumoniae</i> vis-à-vis de l'extrait brut du bulbes d' <i>Allium sativum</i>	42
41	Tube CMI de la souche <i>S. aureus</i> vis-à-vis de l'extrait huileux d' <i>Origanum majorana</i>	43
42	Tube CMI de la souche <i>Streptococcus</i> vis-à-vis de l'extrait huileux d' <i>Origanum majorana</i>	44
43	Tube CMI de la souche <i>E. coli</i> vis-à-vis de l'extrait huileux d' <i>Origanum majorana</i>	44
44	Tube CMI de la souche <i>K. pneumoniae</i> vis-à-vis de l'extrait huileux d' <i>Origanum majorana</i>	44
45	Tube CMI de la souche <i>S. aureus</i> vis-à-vis de l'extrait aqueux d' <i>Origanum majorana</i>	45
46	Tube CMI de la souche <i>Streptococcus</i> vis-à-vis de l'extrait aqueux d' <i>Origanum majorana</i>	46
47	Tube CMI de la souche <i>E. coli</i> vis-à-vis de l'extrait aqueux d' <i>Origanum majorana</i>	46
48	Tube CMI de la souche <i>K. pneumoniae</i> vis-à-vis de l'extrait aqueux d' <i>Origanum majorana</i>	46
49	Tube CMI de la souche <i>S. aureus</i> vis-à-vis de l'extrait aqueux d' <i>Allium sativum</i>	47
50	Tube CMI de la souche <i>Streptococcus</i> vis-à-vis de l'extrait aqueux d' <i>Allium sativum</i>	48
51	Tube CMI de la souche <i>E. coli</i> vis-à-vis de l'extrait aqueux d' <i>Allium sativum</i>	48

52	Tube CMI de la souche <i>K. pneumoniae</i> vis-à-vis de l'extrait aqueux d' <i>Allium sativum</i>	48
53	Tube CMI de la souche <i>S. aureus</i> vis-à-vis de l'extrait brut d' <i>Allium sativum</i>	49
54	Tube CMI de la souche <i>Streptococcus</i> vis-à-vis de l'extrait brut d' <i>Allium sativum</i>	50
55	Tube CMI de la souche <i>E. coli</i> vis-à-vis de l'extrait brut d' <i>Allium sativum</i>	50
56	Tube CMI de la souche <i>K. pneumoniae</i> vis-à-vis de l'extrait brut d' <i>Allium sativum</i>	50
57	L'activité bactéricide des souches vis-à-vis de l'extrait huileux d' <i>Origanum majorana</i>	51
58	L'activité bactéricide des souches vis-à-vis de l'extrait aqueux d' <i>Origanum majorana</i>	52
59	L'activité bactéricide des souches vis-à-vis de l'extrait aqueux d' <i>Allium sativum</i>	52
60	L'activité bactéricide des souches vis-à-vis de l'extrait brut d' <i>Allium sativum</i>	53

Introduction

De nombreuses bactéries vivent sur et dans le corps de l'homme et les animaux sans causer de préjudices. La plupart des bactéries du corps humain dite flore résidente sont en fait utile à l'homme en aidant à la digestion des aliments ou en empêchant la croissance d'autres bactéries. Dans certaines conditions la flore bactérienne résidente peut agir comme un agent pathogène et provoquer ainsi une maladie. Ils existent d'autres catégories de bactéries dites pathogènes responsables des infections et des maladies en fabriquant des substances nocives en envahissant les tissus, certaines bactéries peuvent déclencher une inflammation peuvent affecter divers organes.

Pour le traitement des infections d'origine bactérienne un réel problème est d'actualité et c'est l'antibiorésistance des bactéries qui est de plus en plus importante. Certaines bactéries sont naturellement résistantes à certains antibiotiques, d'autres bactéries développent une résistance aux médicaments parce qu'elles acquièrent des gènes d'autres bactéries ou parce que leurs gènes mutent (**Larry et al., 2022**). Selon (**Schwaber, 2007**), ces dernières années l'antibiorésistance est devenue une préoccupation croissante dans le monde. Par conséquent, les ressources de pharmacopées traditionnelles participent actuellement à la prise en charge communautaire de certaines maladies infectieuses (**Dieye et Sarr, 2020**) ce qui conduit à la mise en évidence de plusieurs médecines alternatives complémentaires et thérapeutiques aux antibiotiques en cherchant des biomolécules avec un large spectre d'activité et avec moins d'effets secondaires (**RQASF, 2004 ; Ducrot et al., 2018 ; Sadoun et al., 2019**) et c'est donc sur la phytothérapie que les scientifiques se sont penchés.

La phytothérapie repose sur le principe de soin par les plantes en utilisant les principes actifs de ces dernières de manière préventive et curative, elle représente un complément efficace aux traitements allopathiques ou en prévention de certaines maladies (**Delphine, 2018**).

Il existe plusieurs approches en phytothérapie ; certaines phytothérapeutes préconisent une approche holistique, ils s'intéressent aux effets de la plante dans sa globalité sur tout l'individu, d'autres se basent davantage sur les connaissances biochimiques (**Delphine, 2018**) et se préoccupent plutôt des symptômes des maladies et de l'action des principes actifs des plantes.

L'utilisation d'extraits de plantes et des composées d'origine végétale sont des sources précieuses pour la médecine traditionnelle dans le traitement et la prévention d'un large éventail de maladies notamment les maladies infectieuses (**Al Bayati, 2007**) d'où l'intérêt que nous avons porté à cet axe de recherche en évaluant l'effet antibactérien des feuilles de *Origanum majorana* et du bulbe de *Allium sativum* sur différentes souches cliniques.

Le document s'articule autour d'une première partie bibliographique suivie de la partie matériels et méthodes qui détaille les différents protocoles et le matériel utilisé, la troisième partie est réservée aux résultats obtenus, leur interprétation et leur discussion et enfin une conclusion et des perspectives.

1. Les bactéries étudiées :

1.1. *Staphylococcus aureus* :

1.1.1. Habitat :

Les staphylocoques sont des bactéries ubiquitaires de gram+ présentes sur la peau, les muqueuses et la sphère rhino-pharyngée chez les animaux à sang chaud (mammifères, volailles) et en particulier chez l'homme (**Denis et al., 2002-2003**). Elles ont également été isolées de l'environnement naturel (sol, eau douce et eau de mer, poussière, air), de l'environnement hospitalier et des ateliers de préparation alimentaires et à partir de denrées alimentaires.

1.1.2. Pouvoir pathogène :

Staphylococcus aureus est responsable d'infections suppuratives superficielles et profondes ainsi que de syndromes liés à l'action de toxines. Le *Staphylococcus aureus* peut également causer des infections profondes : endocardite, péritonite, bactériémie, des articulations et des organes (**Gorden et al., 2008**). Ces infections se compliquent parfois par extension loco-régionale, ou par diffusion hématogène de la bactérie. *S. aureus* peut alors être responsable de :

- Septicémies: avec risque de survenue de choc toxique et la localisation de métastases septiques.
- Les infections cutané-muqueuses : Speiss, ostéomyélites, méningites.
- Les infections pilo-sébacées : Furoncle, folliculite, anthrax.
- Les infections pleuro-pulmonaires : pneumopathie, abcès, pneumonies nécrosantes.
- Les infections ostéoarticulaires : arthrites, abcès osseux, post-chirurgical.

1.2. Les streptocoques :

1.2.1. Habitat :

Les streptocoques sont des Cocci à gram+, appartiennent à la famille *Sreptococcaceae*. Ces bactéries ont une forme sphérique et sont organisées en chainettes. Les diverses espèces du genre *Streptocoques* sont rassemblées dans la famille des *Sreptococcaceae* dans laquelle il y a les genres suivants : *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Aerococcus*, *Lactococcus* et *Pediococcus*. Certains streptocoques peuvent survivre longtemps dans le milieu extérieur. D'autre sont fragiles et vivent à l'état commensal au niveau des muqueuses de l'homme ou des animaux (**Anne et al., 2007**).

1.2.2. Pouvoir pathogène :

Le principal streptocoque pathogène est *S. pyogenes*, qui est bêta-hémolytique et classé dans le groupe A. Il peut être responsable de :

- Infections des cutanées : érysipèle, surinfections des plaies et des brulés, impétigo.
- Infections graves : endocardite, pneumonie, l'empyème, le syndrome du choc toxique et fasciite nécrosante.
- Infections invasives : bactériémie, péritonite, endométrite, arthrite septique et ostéomyélite.
- Infections focales : conjonctivite, angine érythémateuse.
- La scarlatine se manifeste par une éruption cutanée sur le tronc, le cou et les membres.

Les autres espèces streptococciques favorisent des maladies moins fréquentes, qui se traduisent habituellement par une infection des tissus (**Carapetis et al., 2005**).

1.3. *Escherichia coli* :

1.3.1. Habitat :

L'*E. coli* est un bacille à gram négatif, se trouve depuis longtemps comme pathogène pour l'appareil urinaire et habituellement dans le tube digestif de l'Homme. Cette bactérie est également présente au niveau du revêtement cutanéomuqueux, à proximité des orifices naturels (**Ari et al., 2008 ; Prodhomme, 2008**). La dénomination commune "coli bacille" est une contraction de "bacille du côlon", évoquant ainsi son essence.

1.3.2. Pouvoir Pathogène :

Escherichia coli peut provoquer plusieurs infections (**Breche et al., 1988 ; Muylaert et al., 2012**).

- Les infections urinaires:

La bactérie *E. coli* est la cause la plus fréquente des infections urinaires communautaires, que ce soit des infections basses (cystite) ou des infections hautes (pyélonéphrite). L'infection des voies urinaires se propage généralement par voie ascendante. On la rencontre le plus souvent chez les femmes en raison de la courte durée de l'urètre. Les infections urinaires nosocomiales sont fréquemment causées par *E. coli*.

- Les infections intestinales:

Plusieurs pathovars sont responsables d'infections intestinales : Certaines souches d'*E. Coli* ont acquis des facteurs de virulence qui les rend pathogènes au niveau intestinal et responsables de

gastro-entérites avec diarrhées d'allure banal ou diarrhée sanglante ou diarrhée cholériforme (CHU-PS Pitié-Salpêtrière, 2003).

- Les septicémies méningites néo-natales :

La majorité du temps, les nourrissons se contaminent lors de l'accouchement par voie génitale ou à la suite d'une infection ascendante du liquide amniotique par rupture prématurée des membranes. Lorsque la colonisation des nouveaux nés se reproduit fréquemment à partir de la flore vaginale, on constate que seulement 1 % des enfants contaminés avec des souches potentiellement virulentes vont présenter une infection disséminée (Banacorsi, 2007 ; Nauciel *et al.*, 2007). Cette bactérie est responsable de septicémie et de plusieurs infections génitales (Kosek *et al.*, 2003 ; Russo et Johnson., 2003).

1.4. *Klebsiella pneumoniae* :

1.4.1. Habitat :

L'espèce *K. Pneumoniae* se rencontre partout et est souvent isolée dans l'environnement à partir d'échantillons de sol, d'eaux de surface, d'eaux usées, de végétaux et de muqueuses de mammifères, notamment de la flore fécale. Cette espèce est endémique de la peau, des muqueuses et des voies respiratoires supérieures chez l'homme et est isolée des selles chez 30 % des individus. *Klebsiella pneumoniae* est un pathogène opportuniste fréquemment impliqué dans des infections sévères notamment des infections urinaires (IU), des pneumonies et des bactériémies (Berrazeg *et al.*, 2013). En ce qui concerne les infections nosocomiales, les deux principales sources sont le tube digestif des patients hospitalisés et les mains du personnel.

1.4.2. Pouvoir pathogène :

Klebsiella pneumoniae est un responsable fréquent et important des infections nosocomiales en général et des infections néonatales spécifiques elle est responsable de plus de 10% des infections nosocomiales (Hennequin *et al.*, 2007). C'est une des espèces bactériennes des plus importantes qui contribuent aux infections urinaires (IU).

Les infections causées par l'espèce *Klebsiella pneumoniae* se produisent dans les unités de soins intensifs. Ces infections peuvent aussi provoquer des bactériémies, des abcès cérébraux et des affections chroniques telle que la méningite.

2. La résistance aux antibiotiques :

La résistance aux antibiotiques est la capacité d'une bactérie à résister à un antibiotique auquel elle était autre fois sensible. Il est également possible de dire qu'une souche est résistante lorsqu'elle peut résister à une concentration d'antibiotiques beaucoup plus élevée que celle qui empêche la majorité des autres souches de la même espèce de se développer (Luise, 2002). Cela est dû à la capacité de certaines bactéries à résister à l'attaque de médicaments antimicrobiens tels que les antibiotiques, ce qui rend les traitements conventionnels inefficaces et provoque des infections persistantes et augmente le risque de propagation.

2.1. Origine de la résistance bactérienne aux antibiotiques :

La résistance aux antibiotiques d'une bactérie peut résulter soit de mutations soit de l'acquisition de gènes de résistance conférant la résistance à un ou plusieurs antibiotiques. Les bactéries ont en effet la capacité à s'échanger des gènes. Ces échanges sont particulièrement problématiques dans le cas de gènes rendant la bactérie qui l'héberge résistante aux antibiotiques.

La résistance aux antibiotiques n'est pas spécifique aux bactéries responsables de maladie. Elle touche également les bactéries bénéfiques et non pathogènes qui nous colonisent et constituent nos microbiome qui sont essentiels à notre bonne santé. Ces bactéries résistantes représentent alors un réservoir de gènes de résistance qui pourront être transmis à des bactéries pathogènes. Or il existe deux types d'antibiotiques, les antibiotiques à large spectre qui peuvent tuer une très grande diversité d'espèces bactériennes et les antibiotiques ciblés à spectre d'hôte restreint. Lorsque l'espèce bactérienne responsable d'une infection est connue, il est préférable d'utiliser un antibiotique ciblé contre la bactérie pathogène qui aura moins d'effet sur le microbiome et le développement de la résistance aux antibiotiques (Usui *et al.*, 2014).

2.2. Modes d'action des antibiotiques :

Un antibiotique est une molécule naturelle d'origine biologique produite par des bactéries ou des champignons ou par synthèse chimique ou semi-synthèse qui détruit ou inhibe spécifiquement la croissance des microorganismes (Gogny *et al.*, 2001). Les antibiotiques sont des agents antibactériens bactériostatiques qui inhibe la multiplication bactérienne, et bactéricides qui provoque la mort de la bactérie. Ils agissent à un niveau précis dans les structures bactériennes et chaque famille possède son site d'action propre (Fig. 01).

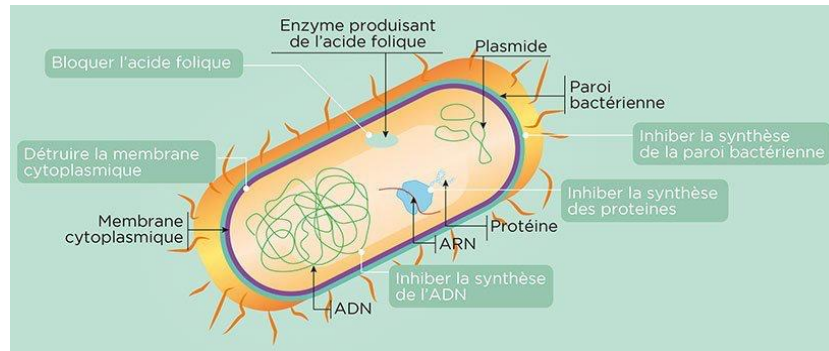


Figure 01: Mécanismes d'action des antibiotiques (Web1).

2.3. Les différents types de la résistance bactérienne aux antibiotiques :

2.3.1. La résistance naturelle aux antibiotiques :

La résistance naturelle aux antibiotiques affecte toutes les souches d'une même espèce bactérienne qui définit le phénotype sauvage. Cette résistance est chromosomique, constante et a un caractère permanent transmissible aux cellules filles lors de la réplication bactérienne.

2.3.2. La résistance acquise aux antibiotiques :

Affecte une fraction des souches au sein d'une espèce bactérienne qui définit le phénotype résistant, résulte soit d'une mutation de gènes endogènes, soit de l'acquisition d'une information génétique provenant d'une bactérie déjà résistante.

3. Présentation des plantes étudiées :

3.1. *Origanum majorana* :

La Marjolaine officinale ou *Origanum majorana* (Fig.02) appartient à la famille des Lamiacées (Lamiaceae), le nom «Marjolaine » apparu au XV siècle est incertaine, située dans le sud-ouest de l'Asie est présente dans tout le bassin méditerranéen. C'est une plante aromatique, très parfumée et vivace, et elle est connue pour ses propriétés anaphrodisiaques, et pour sa propriété antiseptique (Clément, 2020).



Figure 02 : Photographie de *Origanum majorana* (prise personnelle).

3.1.1. La classification botanique :

Ci-dessous le tableau 01 de la classification d'*Origanum majorana*:

Tableau 01 : La classification d'*Origanum majorana* d'après **Deysson 1967 (in Figuerdo, 2007)**.

Règne	Plantae
Embranchement	Spermaphytes
classe	Dicotylédones
Sous-classe	Gamopétales
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiaceae
Genre	<i>Origanum</i>
Espèce	<i>Majorana L</i>

3.1.2. Description botanique :

La Marjolaine est une plante herbacée annuelle de 30 à 60 cm de hauteur, qui dégage une forte odeur aromatique quand on la froisse.

- Racine :ligneuse, pubescente, pivotante tortueuse plus ou moins ramifiée.

- La tige : à section quadrangulaire, dressée ou ascendante, rameuse, grisâtre et tomenteuse (Fig.03).



Figure 03 : La tige d'*Origanum majorana* (prise personnelle).

- Feuilles :Sont simples, opposées et pétiolées. Leurs forme générale est ovale ou arrondie de couleur vert grisâtre, mesurant environ 2cm de longueur et 1cm de largeur.
- Les fleurs :Sont groupées en glomérules en forme de petits cônes mesurant environ 4mm Elles sont à corolle bilabée, blanche à lilas pâle qui comportent deux bractées arrondies et nichent dans l'aisselle de ses feuilles supérieures.
- Fruit :Est un tétrakène contenant chacun une graine.

3.1.3. Localisation géographique :

Le genre *Origanum* est largement répandue dans les régions sibériennes et irano-turques (**Bekhechi et al., 2008**). Ces plantes se distribuent exclusivement dans l'Est Méditerranéen, essentiellement en Turquie, en Grèce et au Moyen Orient (**Taylor et Francis., 2002**), et se développent sur des sols calcaires et rocheux.

L'origan est une plante largement répandue en Algérie (**Chikhoune, 2007**), elle est représentée par trois espèces : *Origanum floribundum*, *Origanum vulgare ssp glandulosum* et *Origanum majorana*. Cette dernière est d'ailleurs une espèce endémique algérienne (**Quezel et Santa, 1963**). Le tableau 02 indique la localisation de ces 3 espèces.

Tableau 02: Répartition géographique des 3 espèces d'origan en Algérie (Quezel et Santa, 1963).

Espèces	Localisation et caractéristiques
<i>Origanum floribundum</i>	Espèce rare dans lesous-secteur du littoral et le secteur de Kabylie. Endémique d'Algérie.
<i>Origanum Vulgare L</i> et <i>Origanum Majorana L</i>	Commune dans tout le Tell. Endémique Algéro-tunisienne. Pousse dans les garrigues et broussailles.

3.1.4. Composition chimique :

Cette plante contient des coumarines, flavonoïdes, sucre, glycosides, tannins, de terpénoïdes dans l'extrait d'éthanol des feuilles, stéroïdes et des huiles essentielles (Sanju *et al.*, 2016), tandis que la sponine et la carbohydérium sont présents dans l'extrait aqueux. L'éthanol et l'extrait aqueux de la racine et de la tige ne contenaient pas d'alcaloïdes, de glycosides et de protéines.

L'analyse de la composition en huile de l'*Origanum majorana* a révélé que les principaux composants étaient le terpinène-4-ol, le cis sabinene hydrate, le p-cymene, le sabinene, le trans-sabinene hydrate et le terpineol.

3.1.5. Intérêt thérapeutique :

Origanum Majorana est une plante condimentaire avec des bienfaits thérapeutiques, elle a des propriétés antibactériennes, désinfectantes, antifatigue et anti-mycosique. Ainsi elle est indiquée contre les troubles nerveux(tension, anxiété et dépression).

Elle est utilisée également pour soulage les flatulences et les problèmes respiratoires (Paul, 2001) et les troubles digestifs et de spasmes intestinaux. Elle est connue aussi pour ses propriétés anaphrodisiaques, antiseptique, antitoxique, (Kahouli, 2010). Elle est utilisé comme médicament antiasthmatique et antiparalytique, il a également été utilisé pour traiter le cancer (Chishti, 2013).

L'*Origanum majorana* utilisée aussi contre les crampes, le rhume, la rhinite et maux de tête (Fathy *et al.*, 2009).

3.2. *Allium sativum* :

L'étymologie du mot «*Allium*» est incertaine. On le rapproche du latin *olere*, «sentir», ou du grec *hallesthai*, qui veut dire «surgir», en raison de sa croissance rapide. *Sativum* signifie «cultivé».

Malgré son odeur très forte, l'ail est utilisé dans beaucoup de pays comme un élément fondamental de l'alimentation.

L'ail, *Allium sativum* (Fig. 04) s'appartient à la famille des liliacées, c'est une plante aromatique connue depuis l'antiquité. Bien que de nos jours elle soit principalement utilisée pour ses vertus culinaires, en prêtant sa saveur piquante à divers mets, on lui a attribué diverses fonctions au cours du temps. Elle a des propriétés pharmacologiques et thérapeutiques

L'ail originaire des steppes de l'Asie centrale, c'est une plante cultivée depuis très longtemps et déjà utilisée par les médecins de l'Inde ancienne. L'ail a migré vers l'Égypte en passant par l'Asie Mineure. Les Égyptiens se mirent à cultiver cette plante de façon systématique, ce qui atténua leur saveur forte et piquante pour en faire des aliments courants. La consommation d'ail était seulement interdite aux prêtres, car l'ail était considéré comme sacré, divin et aussi comme aphrodisiaque. En progressant vers l'ouest et le nord, la gousse calorifique fut utilisée par les Grecs, les Romains, les Gaulois et les Germains en tant qu'aliment, épice et remède. Décrite par Hippocrate et Dioscoride, elle est aussi présente dans les livres de simples du Moyen Âge. Dans la mythologie nordique, l'ail est cité comme remède pour chasser les démons. Autrefois, on se servait de l'ail pour d'autres indications qu'aujourd'hui.



Figure 04 : Photographie du bulbe *Allium sativum* (prise personnelle).

3.2.1. Classification botanique :

Ci-dessous le tableau 03 de la classification d'*Allium sativum* :

Tableau 03 : La classification d'*Allium sativum* (Lambinon et al., 2004).

Règne	Plantae
Embranchement	Spermatophytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Liliopsides
Sous-classe	Liliidae
Ordre	Liliales
famille	Alliaceae
genre	<i>Allium</i>
espèce	<i>Allium sativum</i>

3.2.2. Description botanique :

L'ail (*Allium sativum*) est une plante herbacée vivace, donnant des caïeux (gousses d'ail). La partie souterraine se compose d'un bulbe pourvu de nombreuses racines fibreuses.

- Les feuilles (Fig.05) : linéaires, plates, lisses, longues et étroites mesurant 1 à 2,5 cm de large et 30 à 60cm de long .
- La tête d'ail : est un bulbe formé de caïeux (les gousses) insérées sur un plateau d'où partent les racines. L'ensemble des caïeux est enveloppé dans une fine pellicule blanche ou rose, le nombre de caïeux par bulbe varie de 5 à 16 caïeux.
- La tige : sortant du bulbe et se terminant en ombelle globuleuse, elle peut atteindre 1,2 m de haut.



Figure 05 : La tige et les feuilles d'*Allium sativum*.

- Les fleurs : variables en nombre et parfois absentes ,elles sont installées au bout de pédicelles minces et se composent d'un périanthe de 6 pièces d'environ 4-6 mm de long , sont blanches ou rougeâtres entourées, avant la floraison, d'une longue spathe membraneuse caduque, terminée en pointe, en cloche de 6 étamines et d'un ovaire supère triloculaire .elles s'épanouissent en été.
- L'odeur : faible, se développe forte et soufrée dès que les tissus sont lésés . parmi les « *Alliums* l'ail possède la plus puissante et pénétrable odeur , les Grecs l'appelaient rose puante.
- Le fruit : Le fruit est une petite capsule à déhiscence loculicide à 3 loges Les graines sont rarement voire jamais produites, et la hampe florale donne plus souvent naissance à des bulbilles florales sauf pour les cultivars originaires d'Asie centrale et du Caucase qui sont proches du type sauvage.

Des bulbes sont formés à la base de la tige, ils sont composés de 3 à 20 bulbilles arquées appelés caïeux. Ces derniers ont un diamètre de 5 à10 mm et sont composées d'une enveloppe externe, d'un épiderme renfermant un mésophylle non chlorophyllien ; de parenchyme et d'une assise de cellules épidermiques inférieures (WHO, 1999).

3.2.3. Localisation géographique :

La famille des *Alliaceae* est distribuée dans la plupart des régions sauf sous les tropiques. On les trouve principalement en Amérique du Sud, dans l'hémisphère nord et en Afrique du Sud. Le genre *Allium* est le genre le plus important avec environ 450 espèces largement réparties dans l'hémisphère nord. On trouve environ 200 espèces différentes du genre *Allium* dans les régions montagneuses de l'Asie centrale et du sud-ouest.

3.2.4. Composition chimique :

La composition chimique varie selon le cultivar, le lieu de culture, le moment de la récolte et les conditions de stockage des bulbes (Bruneton., 2009). Il contient également des vitamines liposolubles (E, K, A), des minéraux (Na, Mg, Fe, Ca, Zn) et des vitamines hydrosolubles (complexe C, B). (Zugaro *et al.*, 2023). Les protéines représentent 6% de la composition totale de l'*Allium sativum* (riches en acides aminés soufrés : cystéine, méthionine), 64%-65% d'eau, 3% fibres (pectines, mucilages, celluloses, hémicelluloses), énergie : 1,35 kcalories/g, 10 à 27,5% de glucides (fructosanes, fructose, glucose et saccharose) et divers prostaglandines, acides-phénols, phytostéroïdes, polyphénols et flavonoïdes.

L'un des composés les plus biologiquement actifs, l'allicine (diallyl disulphideoxyde) qui représente 70 à 80% des thiosulfinate présent dans *Allium sativum* (Fig. 06). Il est produit, en cas de rupture des cellules par dégradation, il se dégrade spontanément en diallyl disulfide formant l'odeur de l'ail avec le temps. Ces composés soufrés servent pour la plante à se protéger contre les agressions des herbivores, ils expliquent aussi pour quoi certaines personnes tolèrent mal l'ail.

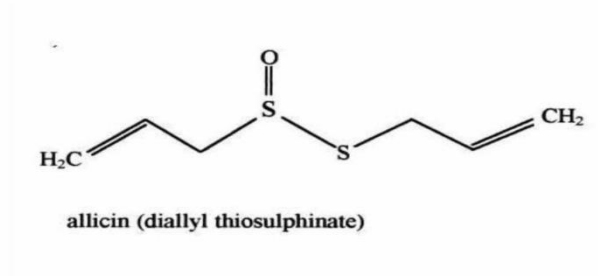


Figure 06 : Schéma du composé principal de l'*Allium sativum* (Web2).

3.2.5. Intérêt thérapeutique :

Allium sativum aurait un intérêt thérapeutique en relation avec les propriétés vasculaires et métaboliques:

- hypertension artérielle.
- artériosclérose, artérite oblitérant de membres inférieurs.
- prévention des thromboses.
- syndrome métabolique, diabète non insulino-dépendant.
- hypercholestérolémie (taux de cholestérol élevé).

Et d'autres propriétés :

- Prévention primaire anticancéreuse ; l'ail pourrait freiner le développement des cancers de l'estomac et du côlon.
- neuroprotection en cas de déclin cognitif, notamment dans un contexte.
- d'insulinorésistance et chez les personnes de plus de 60 ans.
- hyperthyroïdie modérée ou débutante, hyper réactivité thyroïdienne, surexposition à l'iode.
- traitement adjuvant du rhume et des infections respiratoires.

Matériels et Méthodes

Notre travail s'est étalé sur une durée allant de 21 mars au 16 mai 2024, dans cette période nous avons séchées broyées nos plantes afin de tester leur activité antibactérienne au laboratoire.

1. Matériel :

1.1. Matériel végétal :

Deux plantes à des vertus médicinales ont été utilisé au cours de notre travail, il s'agit de l'*Origanum majorana* et l'*Allium sativum*.

Origanum majorana utilisée dans cette étude, a été acheté au marché et elle provenait de la région de Stora-Skikda, elle a été conservée à l'ombre dans un endroit sec et aéré.

Allium sativum étudiée a été acheté sous forme de bulbes fraîches et il provenait de la région d'Elharrouche de Skikda.

1.1.1. Critères de choix des plantes :

La sélection de ces deux plantes, s'est appuyée sur des enquêtes ethno-pharmacologiques, menées auprès des populations humaines concernant leur utilisation en médecine traditionnelle, et présente donc un intérêt thérapeutique. Ils sont utilisés principalement par les femmes algériennes sous forme de solution pour traiter divers problèmes de santé et notamment certaines infections.

1.1.2. Séchage et conservation :

Les feuilles d'*Origanum majorana* et les bulbes d'*Allium sativum* (Fig. 07 et Fig. 08), sont écrasées et laissées sécher à l'ombre dans un endroit sec et aéré. Après quelques jours, devenues sèches, elles sont récupérées dans des boites pour servir ultérieurement à l'extraction.



Figure 07 : *Origanum majorana* séchée (Prise personnelle).



Figure 08 : *Allium sativum* séchée (Prise personnelle).

1.2. Les souches bactériennes :

Quartres souches ont été utilisés pour la réalisation de nos objectifs : *Staphlococcus aureus* *Streptococcus*, *Escherchia coli* et *klebsiella pnemoniae* Elles ont été fournies par le laboratoire de microbiologie, au niveau de l'hôpital privé Nisomed et de les Frères Saad Guermache de Skikda, où elles y ont été isolées, purifiées et identifiées. Nous avons confirmé son identification par la coloration de gram.

2. Méthodes :

2.1. Réalisation des prélèvements :

le prélèvement de *Escherchia coli* et *klebsiella pnemoniae* est fait à partir des urines des patients alors que *Staphlococcus aureus* a été isolé du pus et *Streptococcus* a été isolé à partir de réanimation hémoculture et cela est suivi d'un étiquetage portant le nom et prénom du patient, la date et les renseignements cliniques. Ces prélèvements sont examinés macroscopiquement pour juger de leur aspect.

2.2. Préparation des extraits d'ail :

Les extraits d'ail utilisés au cours de notre étude sont préparés selon deux méthodes d'extraction ; macération aqueuse et extrait brut.

2.2.1. Préparation de la poudre d'ail :

A partir des bulbes d'ail un broyage a été fait, le résidu obtenu est séché à l'air libre, et à une température ambiante pour permettre un séchage optimal (Fig. 09).



Figure 09 : La préparation de la poudre d'*Allium sativum* (**Prise personnelle**).

2.2.2. Préparation de l'extrait brut :

a .principe :

Le principe de cette extraction consiste à broyer l'échantillon testé et filtrer sur coton hydrophile afin d'extraire son eau métabolique.

b. technique :

- Les bulbes d'ail sont découpés en petit morceau.
- Broyées au mixeur.
- Le mélange obtenu est filtré afin d'extraire le jus ou l'eau métabolique de l'ail.



Figure 10 : Préparation de l'extrait brut (**Prise personnelle**).

2.2.3. Préparation de l'extrait aqueux :

a. Principe :

- Le liquide de macération peut être l'eau, l'alcool ou du vinaigre.
- Dans le cas de la macération à l'eau les échantillons doivent être versées dans le liquide froid ou tiède pendant quelques heures (10 ou 12 heures) (**Pierre et lis, 2007**).

Matériels et méthodes

- Les macérations à l'eau ne doivent pas dépasser une douzaine d'heurs par risque d'oxydation et de fermentation du liquide (Pierre et lis, 2007).

b. technique :

- 400ml d'eau physiologique ont été ajouté à 20g de poudre d'ail.
- Le mélange a été agité à une température ambiante pendant 24h puis décanté.
- Le surnageant était filtré sur un coton hydrophile et papier whatman.
- Le filtrat à été stérilisé à l'aide de membranes millipores.



Figure 11 : Préparation de l'extrait aqueux (Prise personnelle).

A partir des extraits obtenus plusieurs concentrations ont été préparées utilisant l'acétone comme solvant et sont par la suite et testé :1000ug/ml ,500ug/ml ,250ug/ml, 125ug/ml 62,5ug/ml ,31,25ug/ml, 15.62ug/ ml et 7,81ug/ml (Fig.12 et Fig.13).

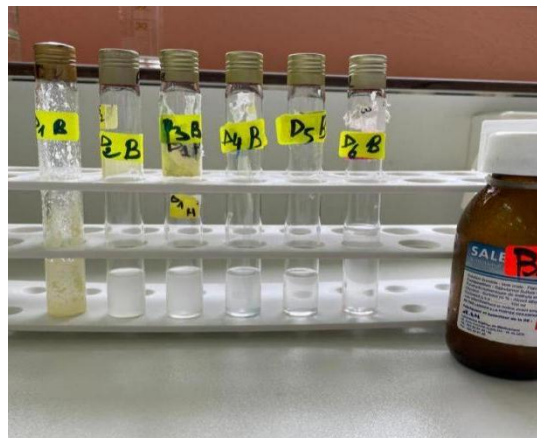


Figure 12 : Préparation des dilutions de l'extrait brut (Prise personnelle).

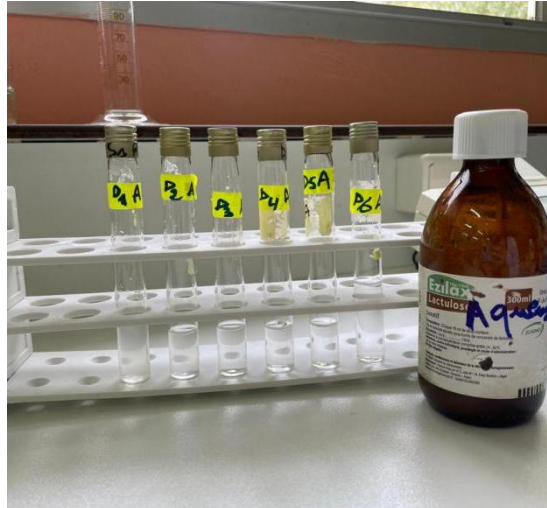


Figure 13 : Préparation des dilutions de l'extrait aqueux de l'ail (**Prise personnelle**).

2.3. Préparation des extraits d'origan :

Les extraits d'origan utilisés au cours de notre étude sont préparés selon deux modes d'extraction : macération aqueuse et macération dans l'huile d'olive. Nous avons utilisé la poudre des feuilles séchées (Fig.14) afin de préparer les deux macérats.



Figure 14 : La poudre des feuilles d'*Origanum majorana* (**Prise personnelle**).

2.3.1. Préparation de l'extrait aqueux (macérât aqueux) :

a. Principe de la macération aqueuse :

Dans le cas de la macération à l'eau, la poudre des feuilles doit être versée dans le liquide tiède pendant quelques heures (10 ou 12 h) (**Pierre et Lis, 2007**). Les macérations à l'eau ne

doivent pas dépasser une douzaine heures par risque d'oxydation et de fermentation du liquide (Pierre et Lis, 2007)

b. Technique :

La préparation de l'extrait aqueux par macération se fait en mettant 10 g de la poudre des feuilles dans 100 ml d'eaux tiède pendant 20 minutes. Le macérât est filtré sur des compresses stériles pour obtenir un liquide limpide et homogène (Fig.15).



Figure 15 : Préparation de l'extrait aqueux (Prise personnelle).

2.3.2. Préparation de l'extrait huileux (macérât huileux) :

a. Principe de la macération huileuse :

Il s'agit de mettre une partie de la plante dans l'huile d'olive pendant plusieurs jours, pour permettre aux constituants actifs de bien diffuser et extraire ainsi les principes actifs liposolubles (Kraft et Hobbs, 2004 ; Baba-Aissa, 2000).

b. Technique :

La préparation de l'extrait huileux a été effectuée par la méthode suivante (Fig.16):

- 5g de la poudre de feuilles sont mis dans 50 ml d'huile d'olive.
- Le flacon est enveloppé avec du papier aluminium et conservé à température ambiante pendant 20 jours.
- Après 20 jours, l'extrait est récupéré par filtration sur un coton hydrophile et papier wattman dans un flacon sombre hermétique et conservé à 4°C.



Figure 16 : Préparation de l'extrait huileux par macération (Prise personnelle).

A partir des extraits obtenus plusieurs concentrations ont été préparées utilisant l'acétone comme un solvant et sont ensuite testés (Fig. 17 et Fig.18).

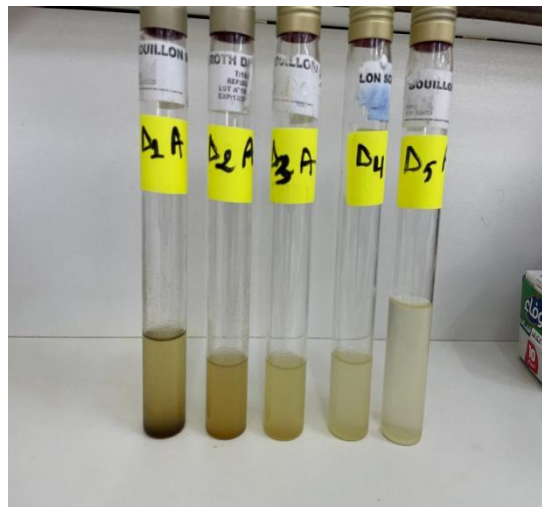


Figure 17 : Préparation des dilutions de l'extrait aqueux de l'origan (Prise personnelle).

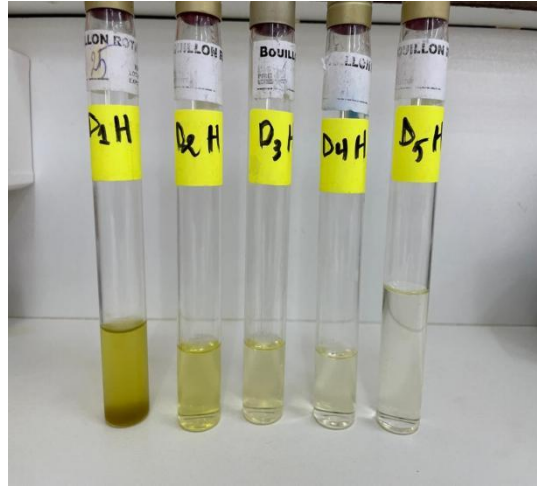


Figure 18 : Préparation des dilutions de l'extrait huileux de l'origan (**Prise personnelle**).

2.4. Etude de l'activité antibactérienne :

2.4.1. Activité antibactérienne de l'ail :

Evaluer l'activité antibactérienne des extraits d'ail in vitro vis-à-vis de différentes souches bactériennes par méthode de diffusion ou de disque (aromatogramme).

principe de cette méthode :

- Elle permet de tester l'effet d'un produit antibactérien sur une souche grâce à la mesure des zones d'inhibitions autour des disques imprégnées des différents produits à tester.
- L'inhibition quand elle présente se manifeste par des zones de stérilité autour des disques imprégnées de principes actifs.
- Leur diamètre permet d'évaluer le degré d'action des composés traités sur la croissance des bactéries.

Détermination des diamètres des zones d'inhibition :

Le protocole expérimental est tel que :

Préparation de l'inoculum :

- A partir d'une culture ayant maximum 24 h, prélever des colonies à l'aide d'une anse de platine et les submerger dans l'eau physiologique stérile à 0,9.
- Bien homogénéiser le mélange afin d'avoir une opacité équivalente à 0,5 Mac Farland.
- L'ensemencement doit également se faire dans les 15 min qui suivent la préparation de l'inoculum.

L'ensemencement :

- Le milieu Mueller Hinton est fondu et ramené en surfusion.
- Couler 20ml sur chaque boîte de pétri.
- Après solidification la surface de la gélose est ensemencée par écouvillonnage avec l'inoculum.

Préparation des disques :

- Les disques sont fabriqués à partir de papier whatman avec de diamètre de 5,5mm.
- Ils sont mis dans un tube à essai et stérilisée dans l'autoclave à température 120°C pendant 15min.

Applications des disques :

- A l'aide d'une pince stérile prélever 4 disques imprégnés de chaque dilution de l'échantillon à tester et les déposer à la surface de la gélose.
- Un disque imprégné d'eau physiologique stérile est déposé comme témoin.
- Les boîtes sont fermées et laissées à une température ambiante pendant 2 heures pour permettre la diffusion de l'extrait.

Incubation :

Les boîtes sont mises dans l'étuve à température 37°C pendant 24h.

Lecture :

Se fait en mesurant avec précision les diamètres en mm des zones d'inhibition (Rahal, 2005).

2.4.2. Activité antibactérienne de l'*Origanum majorana* :

a. Détermination des diamètres des zones d'inhibition :

Protocole expérimental :

Préparation de l'inoculum : Se réalise à partir d'une culture pure sur le milieu d'isolement, bien homogénéiser la suspension bactérienne.

L'ensemencement : Doit se faire dans les 15 mn qui suivent la préparation de l'inoculum, il se fait sur des boîtes de pétri remplies par la gélose Mueller Hinton (MH) par écouvillonnage.

Application des disques : Une fois les géloses sont ensemencées, déposer dans chaque boîte cinq disques de papier buvard stérile.

Application des différentes dilutions des extraits : Déposés 30 µl de l'extrait sur chaque disque à l'aide d'une micropipette munie d'embout stérile, et laisser les boîtes à température ambiante pendant 2 h.

Incubation : à 37° pendant 18 h.

Lecture : Se fait en mesurant avec précision les diamètres, en mm, des zones d'inhibition (**Rahal, 2005**).

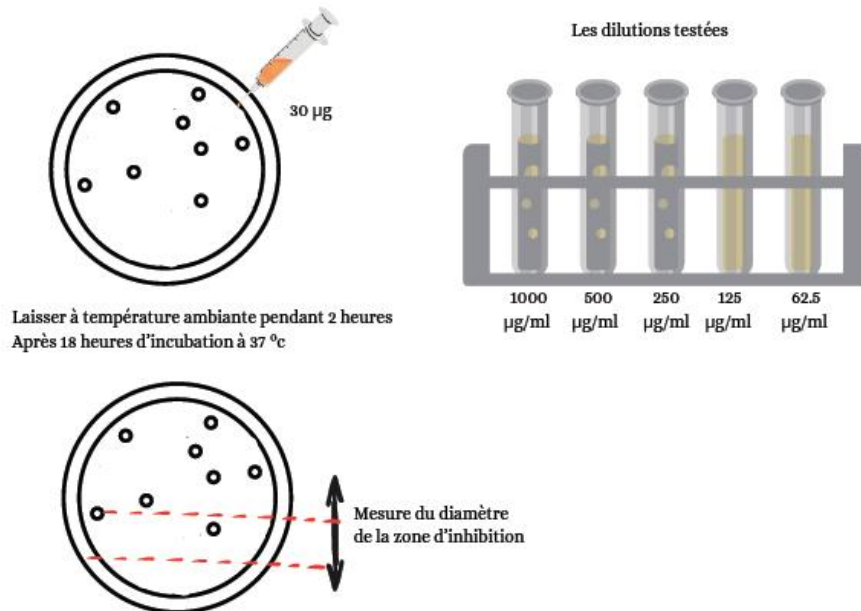


Figure 19 : Détermination des diamètres des zones d'inhibition.

b. Détermination de la concentration Minimale Inhibitrice (CMI) :

Protocole expérimental (Fig. 20):

- **Ensemencement** : La suspension bactérienne a été inoculée dans chaque tube à essai contenant 1 ml de bouillon MH, puis 100 µl de chaque concentration d'extrait ont été ajoutés.
- Préparer des tubes à essai contenant l'inoculum mais non traités avec l'extrait, et considérer comme un témoin.
- **Incubation** : Se fait à 37° pendant 18 h.
- **Lecture** : Se fait par comparaison avec le tube témoin ; la dilution qui donne le premier tube clair c'est-à-dire pas de croissance bactérienne, détermine la CMI (**Rahal, 2005**).

c. Détermination de la concentration Minimale Bactéricide (CMB) :

Protocole expérimental (Fig. 20) :

- **Ensemencement** : à partir du tube de la CMI le plus clair et qu'il ne montre pas de turbidité, prend un volume de 100 µl est déposé sous forme des puits sur une boîte contenant la gélose nutritive.

- **Incubation** : Se fait à 37° pendant 18 h.

- **Lecture**: La CMB correspond à la plus petite concentration d'extrait pour laquelle aucune croissance n'est observée et qui correspond à un dénombrement bactérien inférieur à 10 UFC/ml (Ganiere *et al.*, 2004).

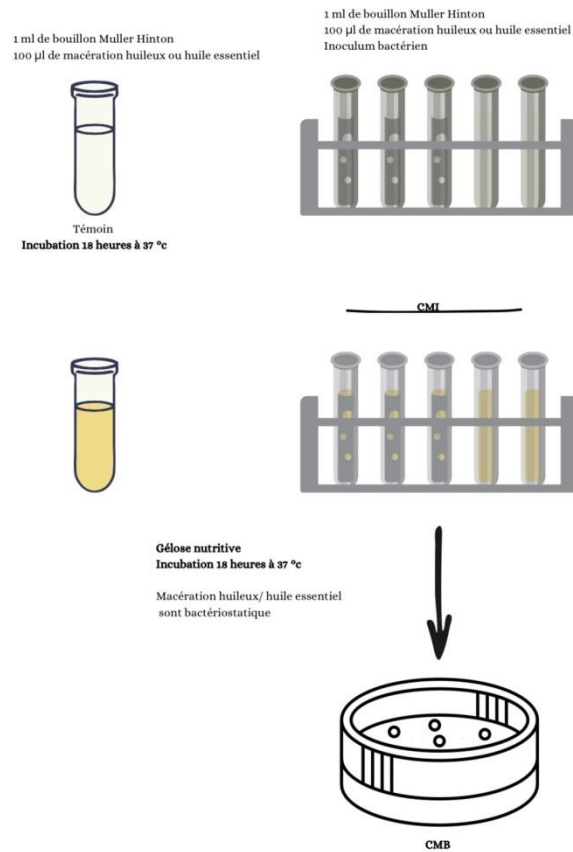


Figure 20 : Détermination de la CMI et la CMB .

Résultats et discussion

1. Résultats :

1.1 Les caractéristiques organoleptiques des différents extraits des plantes testées :

1.1.1. Macérâtes huileux des feuilles de *Origanum majorana* :

L'extrait huileux (Fig. 21) a été préparé par macération dans l'huile d'olive selon le protocole décrit à partir de la poudre des feuilles séchées de *Origanum majorana*. Les caractéristiques organoleptiques du macérât sont présentées dans le (Tab. 4).



Figure 21 : L'extrait huileux des feuilles d'*Origanum majorana*.

Tableau 4 : Caractéristiques organoleptiques de l'extrait huileux d'*Origanum majorana*

Extrait huileux	caractéristiques
Aspect	liquide
Couleur	verdâtre
Odeur	Caractéristiques de la plante

1.1.2 Extrait aqueux d'*Origanum majorana* :

L'extrait aqueux (Fig. 22) a été préparé par macération dans l'eau physiologique stérile selon le protocole décrit à partir de la poudre des feuilles séchées d'*Origanum majorana*. Les caractéristiques organoleptiques du macérât sont présentées dans le (Tab. 5).

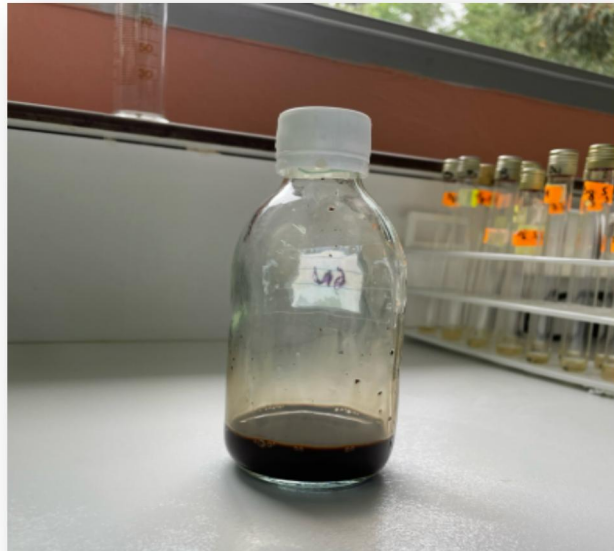


Figure 22 : L'extrait aqueux des feuilles d'*Origanum majorana*.

Tableau 5: Caractéristiques organoleptiques de l'extrait aqueux d'*Origanum majorana*

Extrait aqueux	Caractéristiques
Aspect	Liquide
Couleur	verdâtre
Odeur	Caractéristiques de la plante

1.1.3 Extrait aqueux d'*Allium sativum* :

L'extrait aqueux (Fig. 23) a été préparé par macération dans l'eau physiologique stérile selon le protocole décrit à partir de la poudre des bulbes séchées d'*Allium sativum*. Les caractéristiques organoleptiques du macérât sont représentées dans le (Tab. 6).



Figure 23 : L'extrait aqueux des bulbes d'ail *Allium sativum*.

Tableau 6 : Caractéristiques organoleptiques de l'extrait aqueux d'*Allium sativum*

Extrait aqueux	Caractéristiques
Aspect	Liquide
Couleur	brunâtre
odeur	Caractéristiques de la plante

1.1.5 Extrait brut d'*Allium sativum* :

L'extrait brut (Fig. 24) a été préparé selon le protocole décrit à partir des bulbes d'*Allium sativum*. Les caractéristiques organoleptiques de l'extrait sont mentionnées dans le tableau 7.

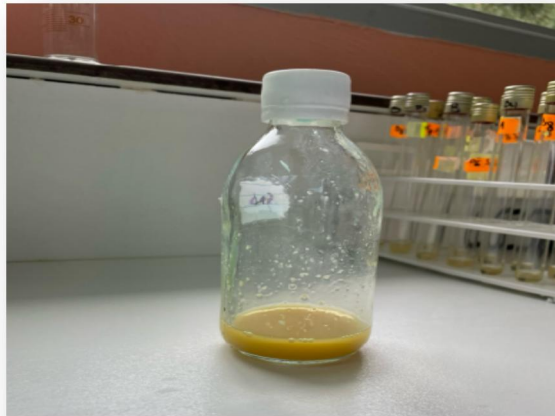


Figure 24: Extrait brut des bulbes d'*Allium sativum*.

Tableau 7 : L'extrait brut des bulbes d'*Allium sativum*

Extrait brut	Caractéristiques
Aspect	Liquide
Couleur	Jaunâtre
odeur	Caractéristiques de la plante

1.2 Evaluation de l'activité antibactérienne des deux extraits des feuilles d'*Origanum majorana*:

1.2.1 Détermination des zones d'inhibition de l'extrait huileux des feuilles d'*Origanum majorana* :

Selon les résultats obtenus, les souches bactériennes testées sont résistantes à sensibles vis-à-vis de l'extrait huileux des feuilles d'*Origanum majorana*.

- **Les souches cliniques à Gram positif :**

Les résultats de l'évaluation de l'efficacité antibactérienne de l'extrait huileux des feuilles séchées d'*Origanum majorana*, vis-à-vis les souches cliniques à Gram positif (*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus*) sont présentés dans le (Tab 8).

Les diamètres des zones d'inhibition de *S. aureus* varient entre 5 mm et 11 mm (Fig. 25). En ce qui concerne les souches de *Streptococcus*, les diamètres des zones d'inhibition varient entre 6mm et 13 mm. (Fig. 26). Les deux souches ont montré une résistance au même extrait. Cela peut

être expliqué par l'activité antibactérienne qui est due à la nature des bactéries a Gram- ou Gram+ qui est liée à la différenciation dans la structure membranaire de ces bactéries.

Tableau 8 : Les diamètres des zones d'inhibition des souches cliniques *Staphylococcus aureus* et *Streptococcus* vis-à-vis de l'extrait huileux des feuilles d'*Origanum majorana* .

Les souches cliniques	Diamètre de Z.I de L'extrait huileux des feuilles d' <i>Origanum majorana</i>
<i>Staphylococcus aureus</i>	
Les dilutions	Z.I (mm)
D1	11 mm
D2	6 mm
D3	7 mm
D4	8 mm
D5	5 mm
<i>Streptococcus</i>	
D1	10 mm
D2	13 mm
D3	6 mm
D4	6 mm
D5	6 mm



a .après 24 h

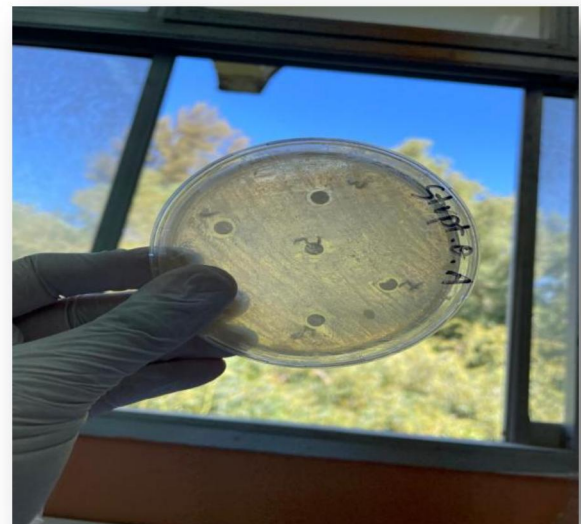


b .après 48h

Figure 25 : Les diamètres des zones d'inhibition de la souche *S. aureus* vis-à-vis de l'extrait huileux d'*Origanum majorana* (Prise personnelle).



a .Après 24h



b .après 48h

Figure 26 : Les diamètres des zones d'inhibition de la souche *Streptococcus* vis-à-vis de l'extrait huileux d'*Origanum majorana* (Prise personnelle).

- **Les souches cliniques à Gram négatif :**

Les résultats de l'évaluation de l'activité antibactérienne de l'extrait huileux des feuilles séchées d'*Origanum majorana* vis-à-vis des souches cliniques à Gram négatif (*E. coli*, *Klebsiella pneumoniae*) sont présentés dans le (Tab 9). Les diamètres des zones d'inhibition d'*Escherichia coli* varient entre 6 mm et 20 mm (Fig. 27) et les diamètres des zones d'inhibition de *Klebsiella*

Résultats et discussion

pneumoniae varient entre 26 mm et 30 mm (Fig. 28) ce qui indique que ces souches sont sensibles. cela peut être expliqué par le fait que l'activité antibactérienne de l'extrait de la plante *Origanum majorana* est due aux différents agents chimiques présents dans cet extrait.

Tableau9 : Les diamètres des zones d'inhibition des souches cliniques *Escherichia coli* et *Klebsiella pneumoniae* vis-à-vis de l'extrait huileux des feuilles d'*Origanum majorana* .

Les souches cliniques	Diamètre de Z.I de L'extrait huileux des feuilles d' <i>Origanum majorana</i>
<i>Escherichia coli</i>	
Les dilutions	Z.I (mm)
D1	20 mm
D2	8 mm
D3	6 mm
D4	10 mm
D5	6 mm
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	
D1	30 mm
D2	26 mm
D3	30 mm
D4	30 mm
D5	30 mm



a .Après 24h



b .après 48h

Figure 27 : Les diamètres des zones d'inhibition de la souche *E. coli* vis-à-vis de l'extrait huileux d'*Origanum majorana* (Prise personnelle).



a. Après 24h



b. Après 48h

Figure 28 : Les diamètres des zones d'inhibition de la souche *Klebsiella pneumoniae* vis-à-vis de l'extrait huileux d'*Origanum majorana* (Prise personnelle).

1.2.2 Détermination des zones d'inhibition de l'extrait aqueux des feuilles d'*Origanum majorana* :

- **Les souches cliniques à Gram positif :**

Les résultats de l'évaluation de l'activité antibactérienne de l'extrait aqueux des feuilles séchées d'*Origanum majorana* vis-à-vis des souches cliniques à Gram positif (*S. aureus*, *Streptococcus*) sont présentés dans le tableau 10. Les diamètres des zones d'inhibition de *Staphylococcus aureus* variant entre 6 mm et 14 mm (Fig. 29) et les diamètres des zones d'inhibition de *Streptococcus* variant entre 7 mm et 13 mm (Fig30) sont présentés dans le tableau 10. Les deux souches avaient présenté une résistance contre l'extrait aqueux

Tableau 10 : Les diamètres des zones d'inhibition des souches cliniques à Gram positif vis-à-vis de l'extrait aqueux des feuilles d'*Origanum majorana* .

Les souches cliniques	Diamètre de L'extrait aqueux des feuilles d' <i>Origanum majorana</i>
<i>Staphylococcus aureus</i>	
Les dilutions	Z.I (mm)
D1	6 mm
D2	10 mm
D3	6 mm
D4	14 mm
D5	6 mm
<i>Streptococcus</i>	
D1	9 mm
D2	10 mm
D3	9 mm
D4	7 mm
D5	13 mm

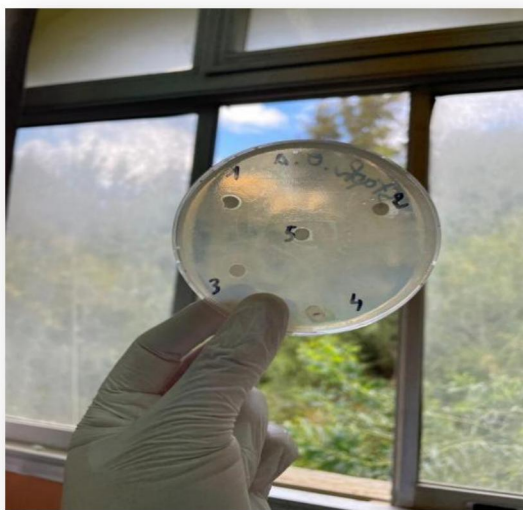


a. Après 24h



b. Après 48h

Figure 29 : Les diamètres des zones d'inhibition de la souche *Streptococcus* vis-à-vis de l'extrait aqueux d'*Origanum majorana* (Prise personnelle).



a. Après 24h



b. Après 48h

Figure 30 : Les diamètres des zones d'inhibition de la souche *S. aureus* vis-à-vis de l'extrait aqueux d'*Origanum majorana* (Prise personnelle).

- **Les souches cliniques à Gram négatif :**

Les résultats de l'évaluation de l'activité antibactérienne de l'extrait aqueux des feuilles séchées d'*Origanum majorana* vis-à-vis des souches cliniques à Gram négatif (*E. coli*, *Klebsiella pneumoniae*) sont présentés dans le tableau 11. Les diamètres des zones d'inhibition d'*Escherichia coli* sont assez important varient entre 7 mm et 23 mm (Fig. 31). Et Les diamètres des zones d'inhibition de *Klebsiella pneumoniae* varient entre 6mm et 33 mm (Fig32). On peut déduire que l'extrait aqueux présente une activité antibactérienne comme celle de l'extrait huileux, particulièrement contre la bactérie *K. pneumoniae*.

Tableau 11 : Les diamètres des zones d'inhibition des souches cliniques négatives vis-à-vis de l'extrait aqueux des feuilles d'*Origanum majorana*.

Les souches cliniques	
<i>Escherichia coli</i>	
Les dilutions	Z.I (mm)
D1	13 mm
D2	7 mm
D3	23 mm
D4	8 mm
D5	8 mm
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	
D1	33 mm
D2	9 mm
D3	18 mm
D4	13 mm
D5	6 mm



a. Après 24h



b. Après 48h

Figure 31 : Les diamètres des zones d'inhibition de la souche *E. coli* vis-à-vis de l'extrait aqueux d'*Origanum majorana* (Prise personnelle).



a. Après 24h



b. Après 48h

Figure 32 : Les diamètres des zones d'inhibition de la souche *Klebsiella pneumoniae* vis-à-vis de l'extrait aqueux d'*Origanum majorana* (Prise personnelle).

1.3 Evaluation de l'activité antibactériennes des deux extraits de poudre des bulbes d'ail " *Allium sativum* ":

1.3.1 Détermination des zones d'inhibition d'extrait aqueux du bulbe d'*Allium sativum* :

• Les souches cliniques à Gram Positif:

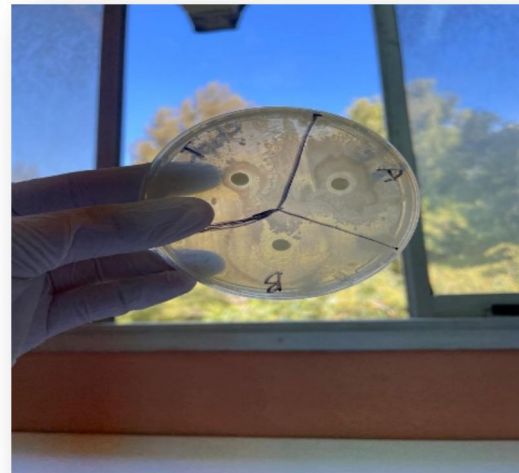
Les résultats de l'évaluation de l'efficacité antibactérienne de l'extrait aqueux ou la macération aqueuse du poudre de bulbes d'*Allium sativum* , contre des isolats cliniques à Gram positif (*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus*) sont présentés dans le tableau 12. on peut déduire que l'extrait aqueux d'*Allium sativum* possède une activité antibactérienne mesurable contre ces souches de bactéries à Gram positif. Les zones d'inhibition indiquent l'efficacité de l'extrait à empêcher la croissance bactérienne autour de l'échantillon testé. Plus le diamètre de la zone d'inhibition est grand, plus l'extrait est efficace contre les bactéries en question. Les figures 33 et 34 fournissent une représentation visuelle des résultats, montrant la différence de sensibilité des deux types de bactéries testées à l'extrait d'*Allium sativum*.

Tableau 12: Les diamètres des zones d'inhibition des souches cliniques à Gram positif vis-à-vis de l'extrait aqueux du bulbes d'*Allium sativum* .

Les souches cliniques	Diamètre de Z.I de l'extrait aqueux des bulbes d' <i>Allium sativum</i> en (mm)
<i>Staphylococcus aureus</i>	10 mm
<i>Streptococcus</i>	10 mm

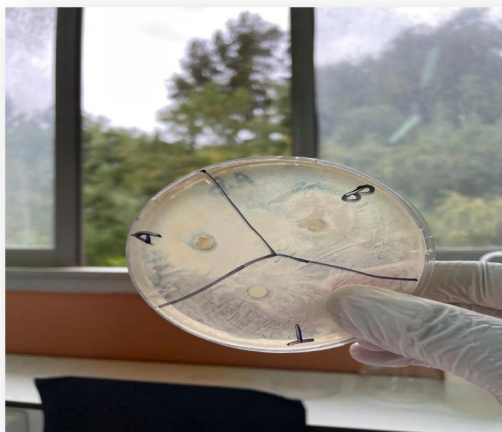


a. Après 24h

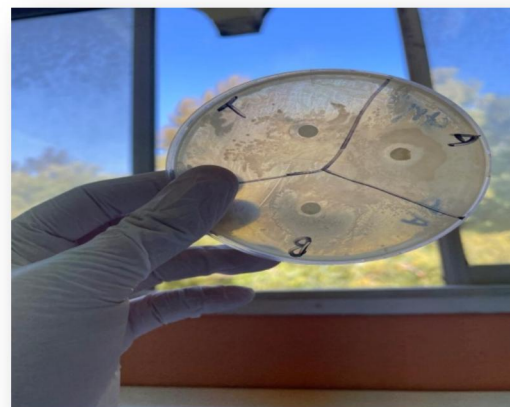


b. Après 48h

Figure 33: Les diamètres des zones d'inhibition de la souche *S. aureus* vis-à-vis de l'extrait aqueux du bulbes d'*Allium sativum* (Prise personnelle).



a. Après 24h



b. Après 48h

Figure 34: Les diamètres des zones d'inhibition de la souche *Streptococcus* vis-à-vis de L'extrait aqueux du bulbes d'*Allium sativum* (Prise personnelle).

- **Les souches cliniques à Gram négatif:**

Des résultats intéressants sont obtenus suite à l'évaluation de l'activité antibactérienne de l'extrait aqueux du bulbes d'*Allium sativum* vis-à-vis des souches cliniques à Gram négatif Les résultats sont présentés dans le (Tab13). Les diamètres des zones d'inhibition dans le figure 35 de *E. coli* et figure 36 pour *K. pneumoniae*. Les diamètres des zones d'inhibition mesurent l'efficacité de

l'extrait à empêcher la croissance bactérienne. Les zones d'inhibition indiquent que l'extrait aqueux d'*Allium sativum* possède une activité antibactérienne notable contre *E.coli* et *K. pneumoniae*.

Tableau 13: Les diamètres des zones d'inhibition et les valeurs des CMI des souches cliniques à Gram négatif vis-à-vis de l'extrait aqueux du bulbes d'*Allium sativum*

Les souches cliniques	Diamètre de Z.I de l'extrait aqueux des bulbes d' <i>Allium sativum</i> en (mm)
<i>Escherichia coli</i>	10 mm
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	10 mm

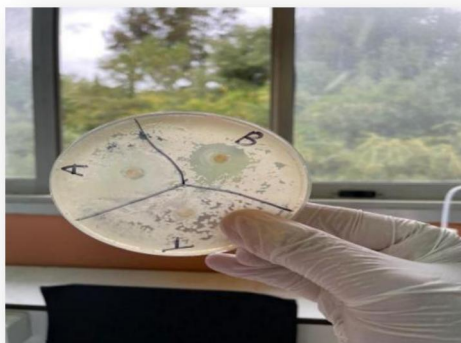


a. Après 24h



b. Après 48h

Figure 35: Les diamètres des zones d'inhibition de la souche *E.coli* vis-à-vis de L'extrait aqueux du bulbes d'*Allium sativum* (Prise personnelle).



a. Après 24h



b. Après 48h

Figure 36 : Les diamètres des zones d'inhibition de la souche *Klebsiella pneumoniae* vis-à-vis de L'extrait aqueux du bulbes d'*Allium sativum* (Prise personnelle).

1.3.2 Détermination des zones d'inhibition d'extrait brut du bulbe d'*Allium sativum* :

Les souches cliniques à Gram Positif:

Les résultats de l'évaluation de l'efficacité antibactérienne de l'extrait brut du poudre de bulbes d'*Allium sativum* , contre des isolats clinique à Gram positif (*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus*) sont présentés dans le tableau 14. Les diamètres des zones d'inhibition de *S. Aureus* sont présentés par la figure 37 et celle de *Streptococcus* par la figure 38. Une large zone d'inhibition autour du disque contenant l'extrait d'ail signifie une forte activité antibactérienne.

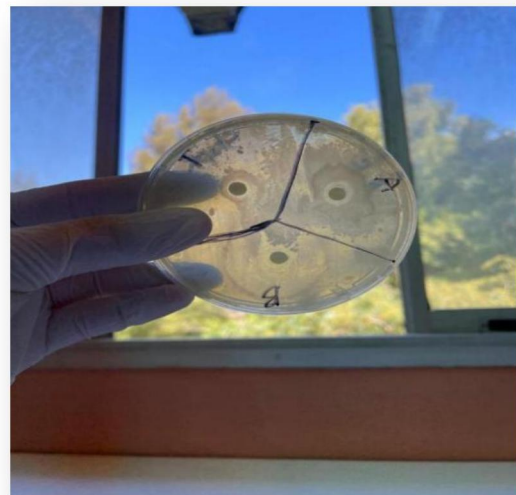
En comparant les diamètres des zones d'inhibition entre *S. aureus* et *Streptococcus*, il est clair que les zones d'inhibition pour *S. aureus* sont significativement plus importantes que celle de *streptococcus* cela prouve que l'extrait brut a un potentiel antibactérien plus important pour *Staphylococcus aureus*.

Tableau 14: Les diamètres des zones d'inhibition et les valeurs des CMI des souches cliniques à Gram positif vis-à-vis de l'extrait brut du bulbes d'*Allium sativum* .

Les souches cliniques	Diamètre de Z.I de l'extrait brut des bulbes d' <i>Allium sativum</i> en (mm)
<i>Staphylococcus aureus</i>	35 mm
<i>Streptococcus</i>	10 mm

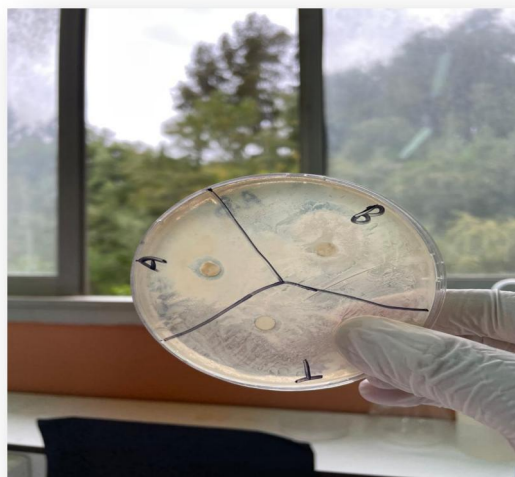


a. Après 24h



b. Après 48h

Figure 37: Les diamètres des zones d'inhibition de la souche *S. aureus* vis-à-vis de L'extrait brut du bulbes d'*Allium sativum* (Prise personnelle).



a. Après 24h



b. Après 48h

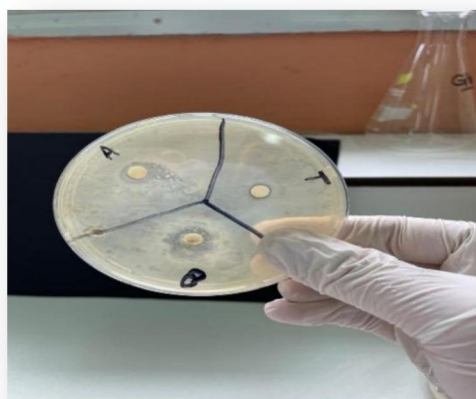
Figure 38: Les diamètres des zones d'inhibition de la souche *Streptococcus* vis-à-vis de L'extrait brut du bulbes d'*Allium sativum* (Prise personnelle).

Les souches cliniques à Gram négatif :

Des résultats intéressants sont obtenus suite à l'évaluation de l'activité antibactérienne de l'extrait brut du bulbes d'*Allium sativum* vis-à-vis des isolats cliniques à Gram négatif. Les résultats sont présentés dans le tableau 15. Les diamètres des zones d'inhibition de *E. coli* sont représentés par la figure 39 et celles de *K. pneumoniae* par la figure 40. La zone d'inhibition suggère que l'extrait brut d'*Allium sativum* présente une activité antibactérienne significative contre *E. coli* et *K. pneumoniae*.

Tableau 15: Les diamètres des zones d'inhibition, des souches cliniques à Gram négatif vis-à-vis de l'extrait brut du bulbes d'*Allium sativum*

Les souches cliniques	Diamètre de Z.I de l'extrait brut des bulbes d' <i>Allium sativum</i> (mm)
<i>Escherichia coli</i>	15 mm
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	25 mm



a. Après 24h



b. Après 48h

Figure 39: Les diamètres des zones d'inhibition de la souche *E.coli* vis-à-vis de L'extrait brut du bulbes d'*Allium sativum* (Prise personnelle).



a. Après 24h



b. Après 48h

Figure 40 : Les diamètres des zones d'inhibition de la souche *Klebsiella pneumoniae* vis-à-vis de L'extrait brut du bulbes d'*Allium sativum* (Prise personnelle).

1.4 Détermination des valeurs de CMI des extraits d'*Origanum majorana* :

1.4.1. Extrait huileux :

Les résultats de la CMI (Fig.41, Fig.42, Fig.43 et Fig. 44) de l'extrait huileux contre les souches cliniques sont marqués par des valeurs faibles des CMI varient entre 15,62ug/ml et 7,81ug/ml (Tab.16). La valeur la plus faible de CMI est observée sur *S. aureus* et *E. coli* qui est de 7,81ug/ml. Ces valeur montrent que les bactéries à Gram+ sont plus sensibles au extrait huileux que les bactéries à Gram- .

Tableau 16 : Les valeurs des CMI des souches cliniques vis-à-vis de l'extrait huileux des feuilles d'*Origanum majorana*.

Les souches cliniques	CMI (ug /ml) de l'extrait huileux
<i>Streptococcus</i>	15,62ug/ml
<i>Staphylococcus aureus</i>	7,81ug/ml
<i>Escherichia coli</i>	7,81ug/ml
<i>Klebsiella pneumonie</i>	15,62ug/ml

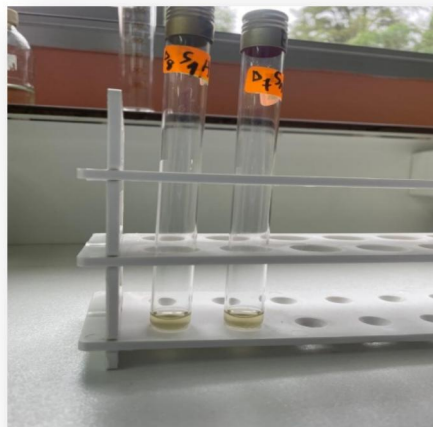


Figure 41 : Tube CMI de la souche *S. aureus* vis-à-vis de l'extrait huileux d'*Origanum majorana* (Prise personnelle).

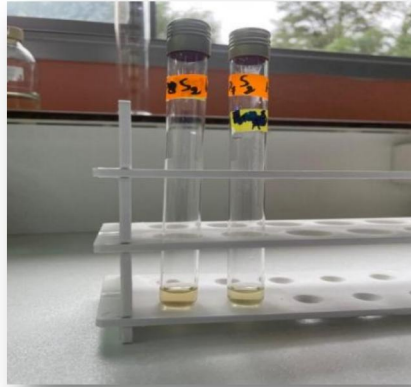


Figure 42 : Tube CMI de la souche *Streptococcus* vis-à-vis de l'extrait huileux d'*Origanum majorana* (prise personnelle).

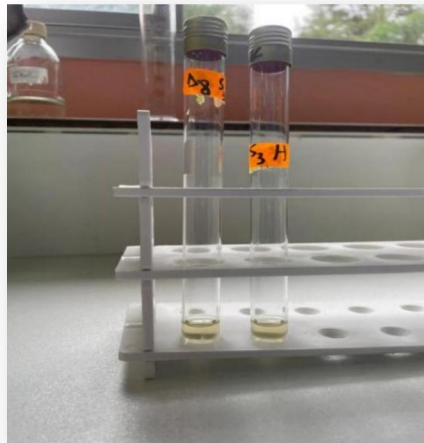


Figure 43 : Tube CMI de la souche *E. coli* vis-à-vis de l'extrait huileux d'*Origanum majorana* (Prise personnelle).

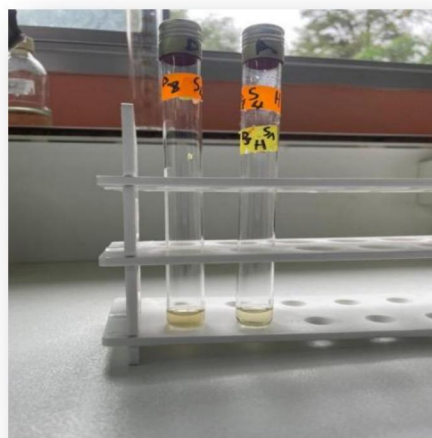


Figure 44 : Tube CMI de la souche *K. pneumoniae* vis-à-vis de l'extrait huileux d'*Origanum majorana* (Prise personnelle).

1.4.2 Extrait aqueux :

Les résultats de la CMI (Fig.45, Fig.46, Fig.47 et Fig. 48) de l'extrait aqueux contre les souches cliniques montre des Valeurs faibles variant entre 62,5 ug/ml et 125ug/ml (Tab.17).

Tableau 17 : Les valeurs des CMI des souches cliniques vis-à-vis de l'extrait aqueux des feuilles d'*Origanum majorana*.

Les souches cliniques	CMI (ug/ml) de l'extrait aqueux
<i>Streptococcus</i>	125ug/ml
<i>Staphylococcus aureus</i>	125ug/ml
<i>Escherichia coli</i>	125ug/ml
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	62,5ug/ml



Figure 45 : Tube CMI de la souche *Staphylococcus* vis-à-vis l'extrait aqueux d'*Origanum majorana* (prise personnelle).



Figure 46 : Tube CMI de la souche *Streptococcus* vis-à-vis l'extrait aqueux d'*Origanum majorana* (prise personnelle).



Figure 47 : Tube CMI de la souche *E. coli* vis-à-vis l'extrait aqueux d'*Origanum majorana* (prise personnelle).



Figure 48 : Tube CMI de la souche *K. pneumoniae* vis-à-vis l'extrait aqueux d'*Origanum majorana* (prise personnelle).

1.5 Détermination des valeurs de CMI des extraits d'*Allium sativum* :

1.5.1 Extrait aqueux :

Les résultats de la CMI (Fig.49, Fig.50, Fig.51 et Fig. 52) de l'extrait aqueux contre les souches cliniques révèlent des valeurs relativement faibles des CMI varient entre 62,5ug/ml et 31,25ug/ml (Tab18). Ces résultats sont généralement déterminés par la turbidité : un milieu trouble signifiera que la culture a poussé et donc la concentration n'est pas assez importante, à l'inverse, un milieu transparent prouve que la culture n'a pas poussé.

Tableau 18 : Les valeurs des CMI des souches cliniques vis-à-vis de l'extrait aqueux des bulbes d'*Allium sativum* .

Les souches cliniques	Les valeurs CMI (ug /ml) de l'extrait aqueux
<i>Streptococcus</i>	31,25ug/ml
<i>Staphylococcus aureus</i>	31,25ug/ml
<i>Escherichia coli</i>	31,25ug/ml
<i>Klebsiella pneumonie</i>	62,5ug/ml

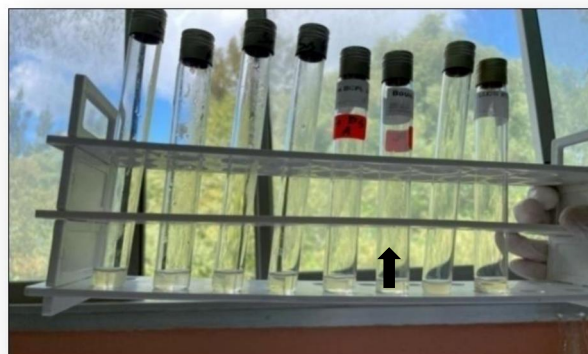


Figure 49 : Tube CMI de la souche *Staphylococcus aureus* vis à vis l'extrait aqueux d'*Allium sativum* (prise personnelle).

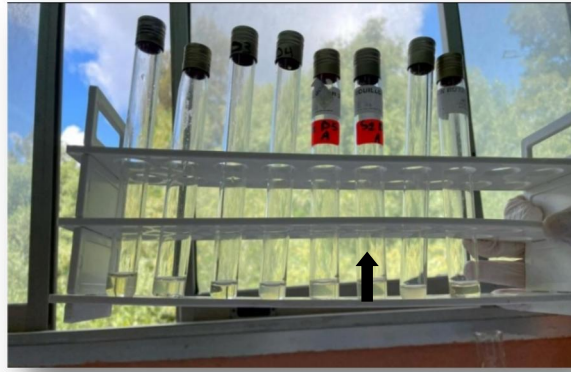


Figure 50 : Tube CMI de la souche *Streptococcus* vis-à-vis l'extrait aqueux d'*Allium sativum* (prise personnelle).

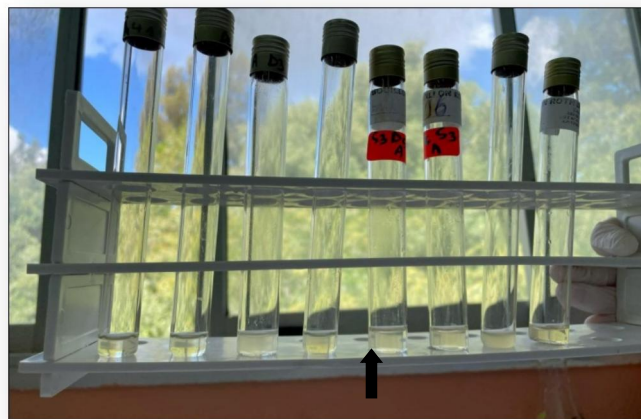


Figure 51 : Tube de CMI de la souche *E. coli* vis-à-vis de l'extrait aqueux d'*Allium sativum* (prise personnelle).



Figure 52: Tube CMI de la souche *K. pneumoniae* vis-à-vis de l'extrait aqueux d'*Allium sativum* (prise personnelle).

1.5.2 Extrait brut :

Les résultats de la CMI (Fig.53, Fig.54, Fig.55 et Fig. 56) de l'extrait aqueux contre les souches cliniques, les Valeurs des CMI sont faibles variant entre 62,5ug/ml et 31,25ug/ml (Tab19).

Tableau 19 : Les valeurs de la CMI des souches cliniques vis-à-vis de l'extrait brut des bulbes d'*Allium sativum*.

Les souches cliniques	valeurs de CMI (ug /ml)de l'extrait brut
<i>Streptococcus</i>	15,62ug/ml
<i>Staphylococcus aureus</i>	7,81ug/ml
<i>Escherichia coli</i>	7,81ug/ml
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	15,62ug/ml

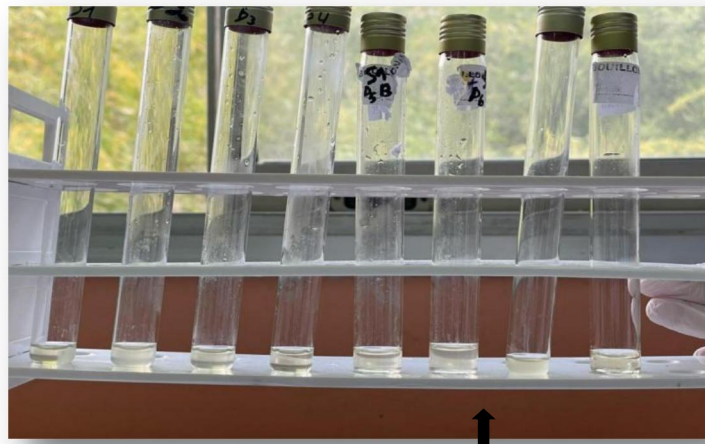


Figure 53 : Tube CMI de la souche *Staphylococcus aureus* vis-à-vis de l'extrait brut d'*Allium sativum* (prise personnelle).

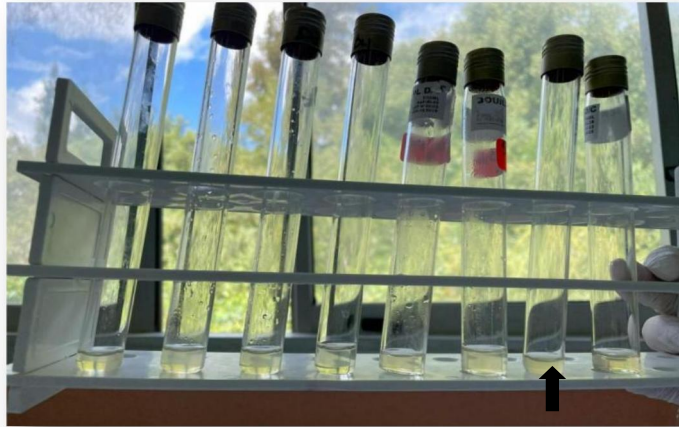


Figure 54 : Tube CMI de la souche *Streptococcus* vis-à-vis de l'extrait brut d' *Allium sativum* (prise personnelle).

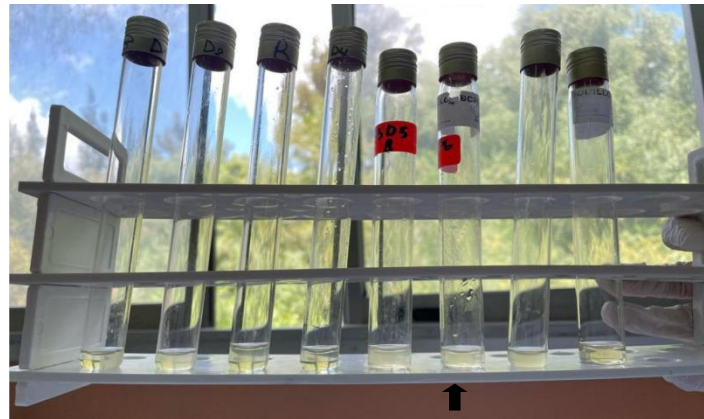


Figure 55 : Tube CMI de la souche *E. coli* vis-à-vis de l'extrait brut d' *Allium sativum* (prise personnelle).

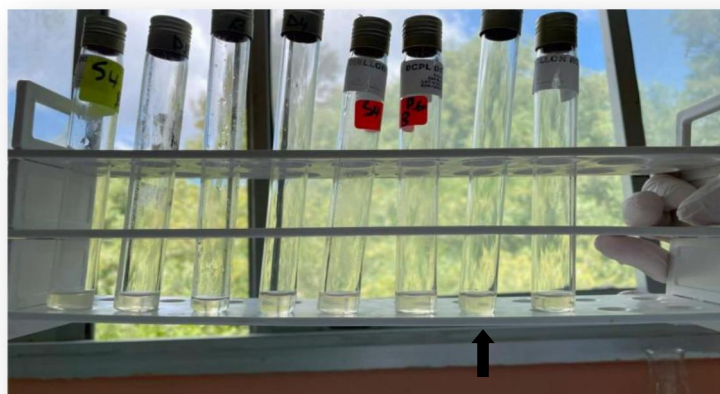


Figure 56 : Tube CMI de la souche *K. pneumoniae* vis-à-vis de l'extrait brut d' *Allium sativum* (prise personnelle).

1.6 Détermination de la CMB des deux extraits des feuilles d'*Origanum majorana* :

Pour les deux extraits testés, aucune croissance bactérienne n'a été observée dans les souches cliniques, cela signifie qu'il y a une activité bactéricide (Fig.57 et Fig.58).

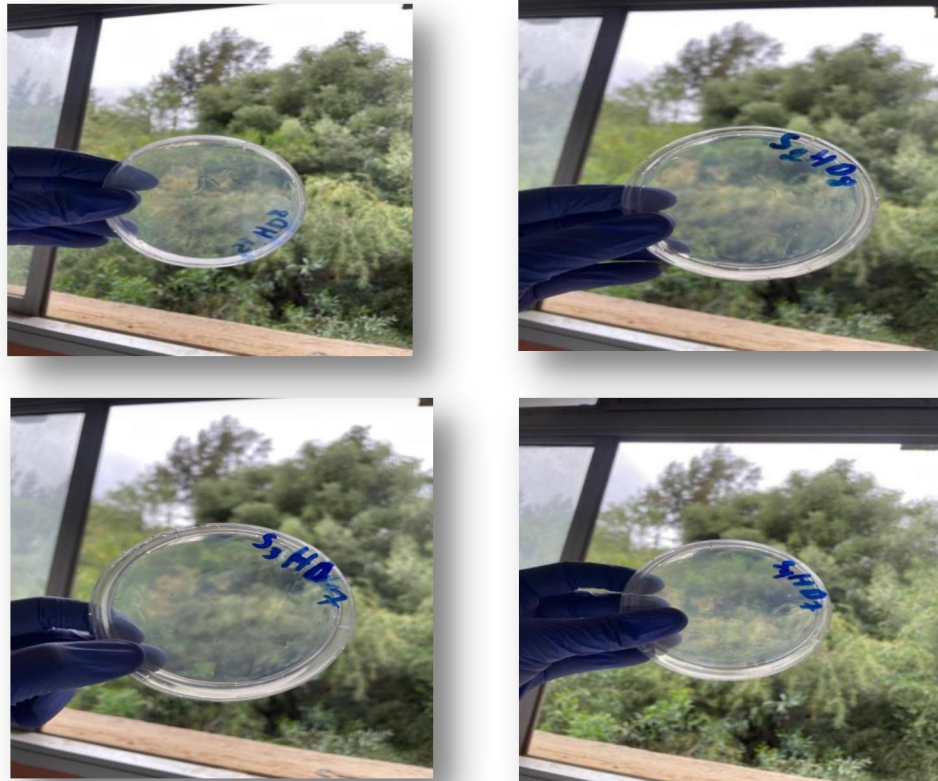


Figure 57 : L'activité bactéricide des souches vis-à-vis de l'extrait huileux d' *Origanum majorana* (prise personnelle).

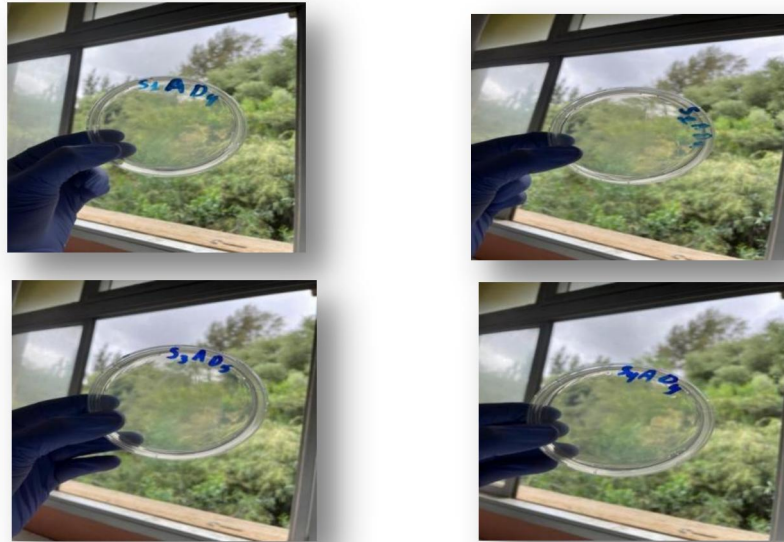


Figure 58 : L'activité bactéricide des souches vis-à-vis de l'extrait aqueux d'*Origanum majorana* (Prise personnelle).

1.7 Détermination de la CMB des deux extraits du bulbes d'*Allium sativum*:

Pour les deux extraits testés, aucune croissance bactérienne n'a été observée dans les souches cliniques (Fig. 59 et Fig. 60).

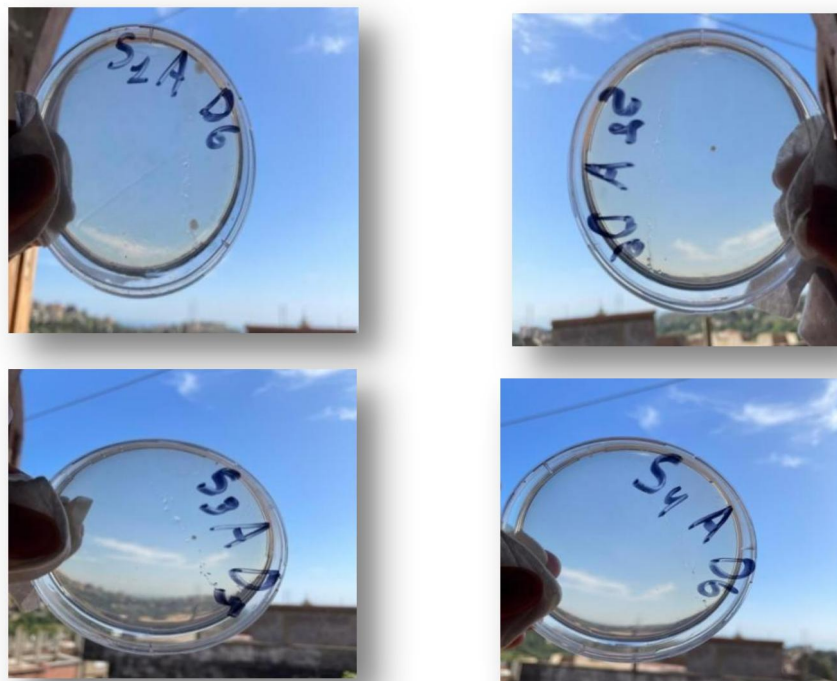


Figure 59 : L'activité bactericide des souches vis-à-vis de l'extrait aqueux d'*Allium sativum* (Prise personnelle) .



Figure 60: L'activité bactericide des souches vis-à-vis de l'extrait brut d'*Allium sativum* (Prise personnelle) .

Discussion :

L'homme a utilisé son environnement et en particulier les plantes médicinales pour traiter différentes maladies. La plupart de ces plantes bien connues et traditionnellement utilisées pour leurs propriétés biologique (antibactérienne, antioxydant, anti-inflammatoire), (**Bakkali et al., 2008**). La sensibilisation à l'utilisation des plantes médicinales est le résultat de nombreuses années de lutter contre les maladies, au cours desquelles les humains ont appris à rechercher des médicaments dans les différentes parties des plantes. On estime que les deux tiers des médicaments actuels sont d'origine naturelle (**Ismaili et al., 2014**).

Les résultats obtenus de l'activité antibactérienne des extraits des deux plantes sont très prometteurs surtout ceux obtenus avec *Origanum majorana*. Les diamètres des zones d'inhibition en ce qui concerne *Origanum majorana* varient entre 5- 30 mm et les CMI varient entre 7,81 et 15.62 $\mu\text{g/ml}$ pour l'extrait huileux. Par contre, avec l'extrait aqueux les diamètres varient entre 6- 33 mm et les CMI varient entre 62,5 et 125 $\mu\text{g/ml}$.

En raison du diamètre plus grand et de CMI plus faible, l'extrait aqueux était plus actif contre les bactéries testées que l'extrait huileux. La plus grande surface d'inhibition est observée dans le cas de *Klebsiella pneumoniae* est égale 33 mm dans l'extrait aqueux et la CMI est de 125 µg/ml.

Plusieurs études ont été réalisées pour évaluer l'activité antibactérienne de plusieurs extraits préparés à partir de différentes parties de la plante *Origanum majorana* (Aiche-Iratni, 2016) ont montré que les résultats obtenus révèlent que les huiles essentielles d'*Origanum majorana* se comportent de la même manière contre la croissance des bactéries Gram + (*S. aureus*, *Streptococcus*) que les bactéries Gram - (*E.coli*, *K. pneumoniae*). Ces résultats sont en désaccord avec plusieurs travaux antérieurs signalant que les agents antibactériens sont généralement plus actifs sur les bactéries Gram + comparativement aux bactéries Gram -. En effet, la résistance des bactéries Gram - est attribuée à la présence de la couche externe mais inexistante chez les Gram+. Cette observation est également rapportée vis-à-vis des huiles essentielles.

Dans cette étude, les diamètres des zones d'inhibition varient d'un échantillon à un autre, ils dépendent essentiellement de la capacité de diffusion des différents composés contenus dans le milieu gélosé où cette variation est attribuée à la variation de la composition chimique et à la polarité des substances diffusibles (Carneiro *et al.*, 2008). A travers les deux études présentées il est clair que nos extraits sont très actifs contre les souches de *Klebsiella pneumoniae*.

D'après les résultats obtenus nous constatons que l'extrait huileux d'*Origanum majorana* a une très bonne activité antibactérienne. Cette étude a permis de réaliser des essais sur les extraits aqueux et brut d'un type de plante d'ail "*Allium sativum*" et d'en évaluer l'activité antibactérienne sur la croissance des souches pathogènes.

Les diamètres des zones d'inhibition en ce qui concerne *Allium sativum* varient entre 10 mm et 35 mm les CMI varient entre 62,5µg/ml et 31,25 µg/ml pour l'extrait aqueux. Par contre, avec l'extrait brut les diamètres varient entre 15-35 mm et les CMI varient entre 62,5µg/ml et 31,25µg/ml.

En se référant au résultat du diamètre plus grand et de CMI plus faible, l'extrait brut était plus actif contre les bactéries testées que l'extrait aqueux. Les résultats ont montré clairement que la bactérie *staphylococcus aureus* s'était avérée extrêmement sensible vis-à-vis de l'extrait brut qui avait donné une auréole d'inhibition de 35mm de diamètre. Il en est de même pour la bactérie *klebsiella pneumoniae* qui avait donné un diamètre assez important de 25mm. Par contre elles sont aussi résistantes à l'extrait aqueux avec un diamètre d'inhibition faible de 10mm.

Les composés soufrés extraits dans l'ail varient selon leur mode de préparation ; avec l'extrait brut, le principe actif est l'allicine quant à l'extrait brut (le jus frais de l'ail) il a démontré un fort

Résultats et discussion

pouvoir antibactérien sur certaines des souches testées. Cela est probablement dû à la formation de l'allicine à partir de l'alliine par l'enzyme alliinase lors de l'écrasement des bulbes d'ail, (**Cavallito et al., 1944**) ont fait les mêmes observations et ont attribué les propriétés antibactériennes de l'homogénats des gousses d'ail à l'allicine.

L'évaluation de l'activité antibactérienne des deux extraits d'ail vis à vis des souches *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus*, *Escherichia coli* et *Klebsiella pneumoniae* par la méthode d'aromatogramme a révélé que la nature de la souche et le mode de préparation des extraits ont une influence sur les résultats de mesure de l'activité antibactérienne.

D'après les résultats obtenus, nous constatons que l'extrait brut d'*Allium sativum* a une très bonne activité antibactérienne.

Conclusion

Au cours des dernières années, la recherche de nouveaux antimicrobiens a été très urgente en raison de l'augmentation inquiétante du nombre d'infections par des microorganismes résistants aux antibiotiques. Cela a été fondé sur la valorisation du potentiel pharmacologique des plantes médicinales qui contiennent de nombreuses biomolécules actives.

Dans ce travail nous avons évalué l'activité antibactérienne de l'extrait brut et aqueux de *Allium sativum* ainsi que l'extrait huileux et aqueux de *Origanum majorana* vis-à-vis de souches bactériennes à gram positif (*Streptococcus* et *Staphylococcus aureus*) et à gram négatif (*Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*) isolées de différentes origines ; les diamètres des zones d'inhibition ont été déterminés par la méthode de diffusion sur Milieu gélose MH et la CMI par la méthode de dilution en milieu liquide ainsi que la CMB.

Les résultats obtenus sont très intéressants avec les extraits d'*Allium sativum* et *Origanum majorana* vis-à-vis de toutes les souches cliniques testées. Selon les résultats obtenus on peut conclure que les extraits d'*Origanum majorana* possède une activité antibactérienne meilleure par rapport à celle d'*Allium sativum* ou les CMI sont bien plus faibles variant entre 15,62ug/ml et 7,81ug/ml, 62,5ug/ml et 31,25ug/ml. Ces résultats in vitro représentent un premier pas prometteur dans la recherche de nouvelles molécules antibactériennes de sources naturelles à proposer comme alternative aux antibiotiques. Ils restent très intéressants vue que la macération reste une méthode traditionnelle facile à mettre en œuvre qui n'est pas couteuse et restreint la libération et la perte des composants chimiques volatiles présents dans l'air qui sont responsables de l'activité inhibitrice.

A la lumière des résultats obtenus, et en tant compte de la problématique du sujet il nous semble judicieux d'approfondir le présent travail par :

- La caractérisation et la comparaison entre les différents composants des extraits des deux plantes testées.
- Le teste de l'activité bactérienne d'autres extraits de ces plantes (autres parties des plantes).
- Le teste des différents extraits sur un large éventail de souches cliniques.
- Le teste d'autres activités biologiques, à savoir : l'activité antifongique, antiparasitaire, anticancéreuse et antivirale.

Références bibliographiques

A

Aiche-Iratni, G. (2016). Activités biologiques, d'intérêt médical, d'extraits de feuilles de *pistacia lentiscus* et d'*Origanum majorana*. Doctoral dissertation. Université Mouloud MAMMERI.

Al-Bayati. A. F., Khudir D. S.(2007). In vitro activité antimicrobienne de *salvadora persica* L. Université de Mossoul. Irak : 57-62.

Anne Bouvet, Laurent Schlegel et Julien Loubinoux. (2007). *Streptococcaceae : streptococcus*, *abiotrophia*, *granulicatella*, *enterococcus* et autres genres apparentes. Précis de bactériologie clinique, N 45, p : 845-884.

Ari, R., Sezonov, G. (2008). Les organismes modèles : biologie et génétique d'*Escherichia coli*. Belin. Paris. P : 11.

Atik-Bekkara, F., Abdelouahid, D. (2008). Composition et activité antibactérienne des huiles essentielles d'*Origanum majorana*.

B

Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils A review. Food Chem Toxicol. N 46. P : 446-475.

Bekhechi, C. (2008). Les huiles essentielles. Office des publications universitaires. P : 55.

Berrazeg, M.S.M., Diene, M., Drissi, M., Kempf, H., Richet, L., Landraud and J.M. Rolain. (2013). Biotyping of multidrug-resistant *Klebsiella pneumoniae* clinical isolats from French and Algeria using MALDI-TOF MS. PLOS. One. 8. P : 61428.

Breche, P., Gaillard, J.L., Simonet, M. (1988). Les bactéries des infections humaines. Paris, médecine-science. P : 105.

C

Carneiro, A.L.B., Teixeira, M.F.S., Oliveira, V.M.A. de., Fernandes, O.C.C., Cauper, G.S. de B., Pohlit, A.M. (2008). Screening of Amazonian plants from the Adolpho Ducke forest reserve, Manus, state of Amazonas, Brazil, for antimicrobial activity. Mem. Inst. Oswaldo Cruz. N 103, P : 31-38.

Cavallito, C.J and Bailey, J.H. (1944). Allicin, the antibiotic principale of *Allium sativum* isolation, physical properties and antibacterial action. J Am Chem Soc, 66. P : 1950-1951.

Chickoune, A. (2007). Huiles essentielles de thym et d'origan étude de composition, de l'activité antioxydant antimicrobienne., Mémoire de Magister. Institut Nationale Agronomique El Harrach-Alger.

CHU-PS Pitié-Salpêtrière. (2003). Bactériologie DCEM1. Université PARIS-VI Pierre et Marie Curie. Faculté de Médecine Pitié-Salpêtrière. Service de Bactériologie.

D

Denis, F et Monteil, H. (2002-2003). Bactériologie DCEM1 Ed: université pierre et Marie Curie p : 04-05/ nmr de pages 91.

Dieye P.L, SARR S.O., (2020). État de la recherche de molécules cibles antimicrobiennes issues de plantes en Afrique. Afrique science, 16(1): 348 - 374

F

Fathy, M., Soliman., Miriam, F., Yousif., Soumaya, S., Zaghoul. (2009). Seasonal variation in the essential oil composition of *Origanum majorana L.* Cultivated in Egypt., naturfoesh, (64). P : 611-614.

Figueredo, G. (2007). Etude chimique et statistique de la composition d'huiles essentielles d'origans (*Lamiaceae*) cultivés issus de graines d'origine méditerranéenne. Thèse Doctorat. Université Blaise Pascal.

G

Ganiere, J.P., Mangion, C., Peridy, M., (2004). Détermination des concentrations Minimales Inhibitrices et Bactéricides de la cefquinome, la marbofloxacin, la tylosine et la spiramycine en solution dans du lait vis-à-vis de bactéries isolées de mammites bovines. Revue médecine vétérinaire.155, 8(9): 411-416.

Gogny, M., Puyt, J.D., Pellerin, J.L., (2001). Classification des principes actifs. L'arsenal thérapeutique vétérinaire. P : 165-168.

Gordon, R.J et Lowy, F.D. (2008). Pathogénèse de l'infection à *Staphylococcus aureus* résistant à la méthicilline. Infections Cliniques Maladies, 46(supplément 5): p. S350-S359.

H

Hennequin, C., Forestier, C. (2007). Influence of capsule and extended-spectrum beta-lactamases encoding plasmids upon *Klebsiella pneumoniae* adhesion. Research in Microbiology.158 .P: 339-374.

I

Ismaili, R., Lamiri, A., Moustaid, K. (2014). Etude de l'activité antifongique des huiles essentielles de trois plantes aromatiques marocaines (Study of the antifungal activity of essential oils of three Moroccan aromatic plants). Int. J. Innov. Sci. Res. ISSN. N 12, P : 2351-8014.

K

Kahouli, J., Justin, K.N. (2010). Effet antioxydant d'extraits de plantes (*Laurus nobilis L*, *Rosmarinus officinalis*, *Origanum majorana L*, *Olea europea L*) dans l'huile de canola chauffée. Mémoire de Magister. Université Laval.

Références bibliographiques

Kosekm., Bern, C., Guerrant, R.L. (2003). The global burden of diarrhoeal disease, as estimated from studies published between 1992 and 2000. Bull World Health Organ, 81. P : 197-204.

Kraft, K., Hobbs, C., (2004). Pocket Guide to Herbal Medicine. Thieme, Stuttgart, New York. P16.

L

Larry, M. Bush., MD., FACP., & Chaeles, E. (2022). Presentation des bactéries. Schimidt college of Medecine, Florida Atlantic University.

Louise, G., PISTES. (2002). La résistance bactérienne aux antibiotiques, Université Laval.

M

Muylaert, A., Mainil, J.G. (2012). Résistances bactériennes aux antibiotiques : les mécanismes et leur contagiosité. (En ligne).

P

Paul, I. (2001). Dorling Kindersley Limited, Londres. 2ème Ed. La rousse encyclopédie des plantes médicinales. Londres.

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

Prodhomme, A. (2008). Sensibilité diminuée d'*Escherichia coli* aux céphalosporines de 3ème génération : étude génétique et corrélation avec l'utilisation des β -lactamines en thérapeutique. Thèse de Doctorat. Université de Nantes faculté de pharmacie. P : 90.

Q

Quezel, P., Santa, S. (1963). Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. CNRS (Ed), Paris. Tome 2.

R

Rahal, F., (2005). Standardisation de l'Antibiogramme à l'échelle nationale selon les recommandations de l'OMS. 3ème édition, Algérie.

Réseau québécois d'action pour la santé des femmes RQASF., (2004). Modes de vie et approches privilégiées: Les médecines alternatives et complémentaires

Russo, T.A and J.R. Johnson. (2003). Medical and economic impact of extraintestinal infections due to *Escherichia coli* : focus on an increasingly important endemic problem. Microbes. Infect, 5. P : 449-456.

S

Sanju, B., Sanju, D., Pinder, P. (2006). Phytochemical analysis, phenolic compounds, condensed tannin content and antioxidant potential in Marwa (*Origanum majorana*) seed extracts., 2(4), P: 168-174.

T

Taylor., Francis. (2002). Origano: The Genera *Origanum* and *Lippia*. Edited by Spiridon, E, Kintzios. Agricultural University of Athens, Greece. P : 245.

U

Usui, M., Yoshii, Y., Thiriet-Rupert, S. et al.(2014). Intermittent antibiotic treatment of bacterial biofilms favors the rapid evolution of resistance. *Communications Biology*.

Les references Web:

Web1: les modes d'action des antibiotiques(22.03.2018).

<https://www.inserm.fr>

Web2 : Aide aux cliniques de pédiatrie: éléments de : bactériologie et virologie. Professeur Oreste Battisti. (20.10.2013)

http://orbi.ulg.ac.be/bitstream/2268/41218/1/battisti_microbiology.pdf