

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

جامعة 20 أوت 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 dudiplôme de Master

Filière : Science biologique

Spécialité: Microbiologie appliquée

Intitulé :

**Evaluation de l'activité antimicrobienne et l'activité
antioxydante des extraits éthanolique et méthanolique de
*Matricaria chamomilla L.***

Présenté Par :

BOUGUEDAH Maysoune, LAMRED Chaima, REHAHLA Lina, SAAD DJABALLAH Roumaissa

Membre de Jury :

<i>Dr BOULKNAFET F.</i>	<i>Président</i>	<i>Maître de conférences A</i>	<i>Univ. 20 Août 1955 Skikd</i>
<i>Dr GUEDDAH D.</i>	<i>Examinatrice</i>	<i>Maître de conférences A</i>	<i>Univ. 20 Août 1955 Skikd</i>
<i>Dr BOUHAYENE S.</i>	<i>Promoteur</i>	<i>Maître de conférences A</i>	<i>Univ. 20 Août 1955 Skikd</i>

Année universitaire 2023/2024

Dédicace

Tout d'abords, je remercie le dieu, notre créateur de m'avoir donné la force, la volonté et le courage afin d'accomplir ce travail modeste.

Je dédie ce travail

À ma mère la source de tendresse et la lumière qui guide mes routes et qui m'emmène aux chemins de la réussite, pour tous ses sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie.

À mon père que je le remercie énormément pour ses efforts, ses conseils et sa surveillance.

À mes chères sœurs : Abir et Manel et mon frère : Haytem

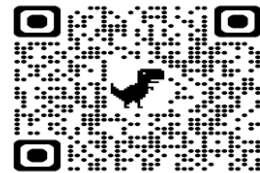
À mes meilleurs amis sans exception.

À tout ce que je connais sans exceptions.

À tous mes enseignants sans exception

Enfin, j'offre mes bénédictions à tous ceux qui m'ont soutenu dans l'accomplissement de ce travail.

Roumaissa



اهداء

بسم الله و الحمد لله حمدا مباركا فيه والصلاة والسلام على أشرف الخلق محمد صلى الله عليه وسلم من
تعلم من من علم بالقلم واوصانا باقرا

ها أنا اليوم اطوي فصلا آخر من فصول حياتي واختمه بفرحة معكم

اليوم وانا بينكم اعيش لحظة سعيدة وعسى السعادة دائمة لي ولكم

ها انا بعد تعب مضني من ليال وايام أضع بين ايديكم ليس فقط رسالة تخرجي بل اضع امامكم ايامي
ولحظات من حياتي التي اتوجها اليوم بهذا التفوق

الى عائلتي العزيزة كل فرد باسمه♥

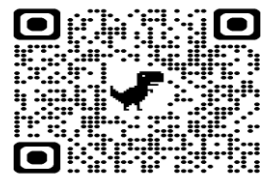
امي الغالية ليلي سأرفع تاج النجاح من على رأسي لأضعه على رأسك فابتسامتك نجاحي الأكبر وما
وصلت لفوزي هذا إلا بعد أن تبعت قدماي خطواتك في مسير حياتي، والدي العزيز السعيد لك مني
هاته الفرحة الغامرة التي أريد أن أنقلها مني إليك في هذا اليوم السعيد يا من كنت سببا في إنجاح
مشروع امرأة ناجحة مغمورة بالحياة

فخري من فخركم واعتزازكم أسمى نجاحاتي وذروة طموحي

إلى زميلاتي ورفيقات دربي فوحشة الطريق وتعب السنين لا ينسيها سوى رفيق صادق شكرا لكن
في اتمام هذا العمل شكرا جزيلا إلى اساتذتي الأعزاء وكل من كانت له بصمة من قريب او بعيد
وليجعلها الله بداية مرحلة جديدة وفصلا آخر من فصول حياتي

تمنياتي لكم بدوام الصحة والعافية ولكم مني اسمي عبارات الشكر والتقدير♥

لينة



Dédicace

Louange à dieu de nous avoir permis de réaliser et de faire ces études .Je dédie avec une très grande joie et de gaité gracieusement ce mémoire de fin d'études à tous:

Aux êtres les plus chères de mon cœur, à mes parents et surtout ma mère, qui a beaucoup sacrifié pour me bien éduqué, merci pour ton amour, ton soutien, tes encouragements et tes douaa qui m'accompagnent tout mon parcours, et pour tous que tu m'as appris dans ma vie, et d'être ma source d'inspiration. Qui m'apporté son appui durant toutes mes années d'étude pour leur tendresse et sacrifices consentis pour mon éducation et ma formation et qu'ils trouvent ici le témoignage de mon profond de reconnaissance. A mon cher père, merci pour tes sacrifices, et tous que tu as fait pour que je deviens cette fille que je suis.

A ma sloumate yousra et mes sœur moufida , nihed, Karima, nada et bicha

A mes deuxièmes parents (ma tante maternelle et son époux), et leurs enfants qui sont mes sœurs (malouka et sara) et mon petite frère Adem et aussi mes oncle (Moustafa et hamza) qui me fait sentir à quel point je suis chanceuse car ils sont toujours à mes côtés, merci d'être présents dans ma vie et pour vos encouragements.

A toute ma famille paternelle surtout ma tante monya et son époux pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire,

Je dédie ce travail à toute la famille Bouguedah

A tous mes collègues et mes amis de la promotion deuxième Année Master microbiologie Appliquée.

A tous mes enseignants particulièrement : Mme machia leila et Mme gueddah doria et Mme boucceta sabrin et Mme boughssa asma ♥

À lina, maissa , chaima Pour tous les moments de joie et de peine qu'on a passé ensemble, et à sa famille. Avec toute mon affection et ma gratitude. ♥



MAYSOUNE

Dédicace

*Du profond de mon cœur, je dédie ce modeste travail accompagné d'un
Profond amour:*

À Maman chérie

*À toi qui m'as tout donné, sans rien demander À toi qui as tout laissé
pour moi*

*Merci maman pour ton amour, ta patience, ta compréhension et pour
supporter mon butin tout le temps.*

N'oublie jamais que je t'aime tellement.

À mon cher papa

*Quoi que je fasse ou je dise, je ne saurais point te remercier comme il se
doit, ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour
affronter les différents obstacles, je t'aime très fort.*

À mon grand frère

À mes collègues Maïssa , Lina et Mayssoune

Une spéciale dédicace à toute la famille Lamred et Kabouya

*À celui qui m'a indiqué la bonne voie en me rappelant que les self-made-
mans et les déterminés finiront toujours par réussir leur vie, à moi
même.*

*À mes amis, mes enseignants et pour ceux qui m'ont donné de L'aide un
jour, que Dieu vous paye pour tous vos bienfaits. Pour Finir, à tous
ceux que j'aime et qui m'aiment,*

Je dédie ce mémoire.

Chaima



Remerciements

Nos remerciements vont avant tout, à DIEU le tout puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il nous a donné durant toutes ces longues années d'études afin que nous puissions arriver à ce stade. Et inshallah aller encore plus loin dans un accomplissement personnel et professionnel.

Nos vifs remerciements vont d'abord aux membres du jury, pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail en acceptant de l'examiner et d'enrichir le débat par leurs propositions.

Nous tenons aussi à présenter nos sincères remerciements à notre encadrant **Dr BOUHAYENE SALAH** pour la qualité de son encadrement exceptionnel, sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire. Nous sommes extrêmement fiers d'avoir travaillé avec lui.

Nous tenons aussi à remercier **Dr BOULKNAFET FOUZI** pour avoir accepté de présider le jury de notre mémoire. Nous remercierons vivement **Dr GUEDDAH Doria** de bien vouloir accepter de juger notre travail.

Nous remercierons aussi la doctorante **Mme BOULAHSA Asma et AZOUAL Badis** pour les nombreuses discussions scientifiques et les conseils qu'il nous a prodigués. Avoir travaillé avec eux nous a amenée à leurs exprimer notre profonde gratitude, tant pour leurs compétences scientifiques que pour leurs qualités humaines.

Nous remercions également toute l'équipe du laboratoire pour leur aide, leur disponibilité, leur compréhension et leur patience tout au long de notre stage.

Par la même occasion on remercie nos enseignants de la filière de Microbiologie appliquée.

Finalement, nous remercions tous ceux qui nous ont contribués de près ou de loin à l'accomplissement de ce mémoire.

Résumé

Notre étude a pour objectif de mettre en évidence l'activité antimicrobienne et l'activité antioxydant des deux extraits de la poudre des fleurs sèche de *Matricaria chamomilla* extraite par rotavapeur. Cela est réalisé par la méthode de diffusion sur milieu gélosé Mueller Hinton en mesurant les diamètres des zones d'inhibition. Qui été évalué par le test vis-à-vis de quelques souches bactériennes à Gram positif (*Streptococcus pneumoniae*(BMR), *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*) et à Gram négatif (*Escherichia coli*, *Klebsiellapneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* (BMR), *Escherichia coli* (BMR)), ainsi que souche de référence *Pseudomonas aerugionosa* (ATCC25853), et de deux souches fongiques (*Candida albicans*, *Trichophyton rubrum*)et par la méthode de dilution en milieu liquide en déterminant les CMI et les CMB, ainsi l'activité antioxydant par le test de piégeage des radicaux libres DPPH et ABTS.

Des résultats très intéressants ont été obtenus, démontrant que le rendement de l'extrait méthanolique est de 37,5 %, tandis que celui de l'extrait éthanolique est de 16,9 %. L'évaluation de l'activité antibactérienne des deux extraits révèle que l'extrait méthanolique présente un effet inhibiteur significativement plus fort que l'extrait éthanolique, avec des diamètres d'inhibition variant entre 16mm et 24mm.

Les deux extraits de la *Matricaria chamomilla* ont montré une activité bactéricide contre *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* (BMR), *Candida Albicans* et bactériostatique contre *Streptococcus pneumoniae* (BMR), *Escherichia coli* (BMR).

L'étude de l'activité antioxydant des deux extraits de plante à l'aide de technique inhibition des radicaux libres DPPPH et ABTS. D'après les résultats des analyses quantitatifs, nous avons constate la présence des composés phénoliques, de flavonoïdes en grande quantité dans l'extrait méthanolique que l'extrait éthanolique, et l'évaluation de l'activité antioxydante a montré que l'extrait méthanolique possède une activité antioxydante plus puissante que l'extrait éthanolique.

Les résultats ont montré un bon effet antimicrobien d'extrait méthanolique du *Matricaria chamomilla* tandis que l'extrait éthanolique démontré un faible effet antimicrobien contre les champignons et les bactéries testés. D'après les résultats de l'activité antioxydante de l'extrait méthanolique du *Matricaria chamomilla* a présenté un pouvoir antioxydant très important par rapport à l'extrait l'éthanolique.

Mots clés : *Matricaria chamomilla* L., Méthanolique, Ethanolique, ABTS, DPPH.

Abstract

Our study aims to highlight the antimicrobial and antioxidant activities of two extracts of dry flowers powder from *Matricaria chamomilla*, extracted using a rotary evaporator. This was achieved using the Mueller Hinton agar diffusion method to measure inhibition zone diameters. The evaluation included Gram-positive bacterial strains (*Streptococcus pneumoniae* (MRB), *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*) and Gram-negative strains (*Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* (MRB), *Escherichia coli* (MRB)), as well as the reference strain *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 25853), and two fungal strains (*Candida albicans*, *Trichophyton rubrum*). Additionally, the liquid dilution method determined MIC and MBC values, and antioxidant activity was assessed using the DPPH and ABTS radical scavenging assays.

Very interesting results were obtained, demonstrating that the yield of the methanolic extract is 37.5%, whereas that of the ethanolic extract is 16.9%. Evaluation of the antibacterial activity of both extracts reveals that the methanolic extract exhibits significantly stronger inhibitory effects than the ethanolic extract, with inhibition zone diameters ranging from 16 mm to 24 mm.

Both extracts of *Matricaria chamomilla* showed bactericidal activity against *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* (MRB), *Candida albicans*, and bacteriostatic activity against *Streptococcus pneumoniae* (MRB), *Escherichia coli* (MRB).

The study of antioxidant activity of the two plant extracts using DPPH and ABTS radical inhibition techniques revealed the presence of phenolic compounds and flavonoids in higher quantities in the methanolic extract compared to the ethanolic extract. The evaluation of antioxidant activity showed that the methanolic extract possesses a more potent antioxidant activity than the ethanolic extract.

The results indicated a potent antimicrobial effect of the methanolic extract of *Matricaria chamomilla*, whereas the ethanolic extract demonstrated weaker antimicrobial effects against the tested fungi and bacteria. According to the results of the methanolic extract showed significant antioxidant capacity compared with the ethanolic extract.

Keywords: *Matricaria chamomilla* L., Methanolic, Ethanolic, ABTS, DPPH.

الملخص

تهدف دراستنا إلى إبراز النشاط المضاد للميكروبات والنشاط المضاد للأكسدة لمستخلصين من مسحوق زهور البابونج الجافة *Matricaria chamomilla* المستخلصة بواسطة جهاز التبخير الدوار. يتم ذلك باستخدام طريقة انتشار القوة على وسط Mueller Hinton agar بقياس أقطار مناطق التثبيط. تم تقييم ذلك عن طريق الاختبار ضد بعض سلالات البكتيريا الموجبة الجرام (*Streptococcus pneumoniae* (BMR), *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*) (الجرام السالبة *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* (BMR), *Pseudomonas aeruginosa* (BMR), *Escherichia coli* (BMR)) بالإضافة إلى سلالة كمرجع (*Pseudomonas aeruginosa* (ATCC25853) ، وسلالتين فطريتين (*Candida albicans*, *Trichophyton rubrum*) ، وبواسطة طريقة التخفيف في الوسط السائل لتحديد التركيز المثبط الأدنى (CMI) و التركيز القاتل الأدنى (CMB) ، وكذلك النشاط المضاد للأكسدة باستخدام اختبار امتصاص الجذور الحرة DPPH و ABTS .

حصلت الدراسة على نتائج مثيرة للاهتمام تظهر أن كفاءة استخلاص الميثانول تبلغ 37.5%، بينما كفاءة استخلاص الإيثانول تبلغ 16.9%. أظهر تقييم النشاط المضاد للبكتيريا للمستخلصين أن المستخلص الميثانولي يظهر تأثيراً مثبطاً أقوى بشكل ملحوظ من المستخلص الإيثانولي، مع أقطار تثبيط تتراوح بين 16 ملم و 24 ملم.

أظهر كلا المستخلصين من *Matricaria chamomilla* نشاطاً بكتيريدياً ضد : *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* (BMR), *Candida Albicans* ونشاطاً بكتيريوستاتيكيًا ضد: *Streptococcus pneumoniae* (BMR), *Escherichia coli* (BMR).

أظهرت دراسة نشاط الأكسدة للمستخلصين النباتيين باستخدام تقنيات تثبيط الجذور الحرة DPPH و ABTS وجود مركبات الفينول والفلافونويدات بكميات كبيرة في المستخلص الميثانولي مقارنة بالمستخلص الإيثانولي، وأظهر تقييم النشاط الأكسدة أن المستخلص الميثانولي يمتلك نشاطاً أكسدة أقوى من المستخلص الإيثانولي.

أظهرت النتائج تأثيراً مضاداً فعالاً للمستخلص الميثانولي من *Matricaria chamomilla* بينما أظهر المستخلص الإيثانولي تأثيراً ضعيفاً على الفطريات والبكتيريا المختبرة. انطلاقاً من النتائج المتحصل عليها عرض المستخلص الميثانولي من *Matricaria chamomilla* قدرة مضادة للأكسدة هائلة مقارنة بالمستخلص الإيثانولي.

الكلمات المفتاحية: *Matricaria chamomilla* L, ميثانول، إيثانول، ABTS، DPPH

Sommaire

Résumé

Abstract

المخلص

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste abréviations

Introduction	1
---------------------------	---

Chapitre I : Synthèse bibliographique

1. Généralité sur <i>Matricaria chamomilla</i> L.	3
1.1. Historique	3
1.2. Description morphologique	4
1.3. Classification taxonomique	5
1.4. Nom vernaculaires	5
1.5. Répartition géographique	5
1.6. Différent utilisations	6
1.7. Composition chimique	6
1.8. Pouvoirs biologiques des composés phénoliques.....	8
1.9. Métabolites secondaires	9
1.9.1. Composants polyphénolique	9
1.9.2. Terpénoides	9
1.9.3. Alcaloïdes	10
2. Souches microbiennes isolés	10
2.1. Souches bactériennes isolés	10
2.1.1. <i>Staphylococcus aureus</i>	10
2.1.2. <i>Staphylococcus epidermidis</i>	10
2.1.3. <i>Klebsiella pneumoniae</i>	11
2.1.4. <i>Escherichia coli</i>	11
2.1.5. <i>Streptococcus pneumoniae</i>	12

2.1.6. <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	13
2.2.Souches fongiques isolés	13
2.2.1. <i>Candida albicans</i>	13
2.2.2. <i>Trichophyton rubrum</i>	14

Chapitre II : Matériel et Méthodes

1. Matériel végétal	15
1.2. Préparation de l'échantillon	15
2. Méthodes d'étude	16
2.2. Méthodes d'extraction	16
2.2.1. Préparation de l'extrait méthanolique et l'extrait éthanolique	16
2.2.2. Calcul du rendement	18
2.3. Récupération des souches	19
2.4. Conservation des souches	19
3. Evaluation des activités antimicrobiennes	19
3.2. Préparation des dilutions	19
3.3. Préculture	20
3.4.Préparation d'inoculum	21
3.5.Technique de diffusion en disque sur milieu solide	22
3.5.1. Méthode des disques (Fontanay, 2015)	22
3.6. Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI) et la concentration minimale bactéricide (CMB)	24
4. Evaluation de l'activité antioxydant	26
4.1. Le 2,2 Diphenyl 1 picryl hydrazyl (DPPH)	26
4.1.1. Mode opératoire	26
4.2.Le 2,2-azinobis 3-ethyl-benzothiazoline 6-sulphonate (ABTS)	27

Chapitre III : Résultats et discussion

1. Rendement de l'extraction	28
2. Evaluation de l'activité antimicrobienne des deux extraits des feuilles de <i>M. chamomilla L.</i>	29

2.1. Concentration minimale inhibitrice (CMI) et concentration minimale bactéricide (CMB) de l'extrait éthanolique et l'extrait méthanolique de <i>Matricaria chamomilla L.</i>	35
3. Évaluation de l'activité antioxydant de la <i>Matricaria chamomilla L.</i>	38
3.1. Test de piégeage DPPH	38
3.2. Test de piégeage ABTS	41
Conclusion	43
Références bibliographiques	45

Liste des abréviations

ABTS : L'acide 2,2'-azino-bis(3-éthylbenzothiazoline-6-sulphonique)

Abs : absorbance

ATCC : American Type Culture Collection

BMR : Bactérie multi résistante

CMB : Concentration Minimale Bactéricide

CMI : Concentration Minimale Inhibitrice

DPPH : Le 2,2-diphényl 1-picrylhydrazyle

HE : Huile essentielle

MH : Mueller Hinton

OMS : Organisation mondiale de la santé

PA : Pouvoir antimicrobienne

Rdm : Rendement

SM : Solution mère

ZI : Zone inhibition

µl : Microlitre

IC50 : Concentration provoquant 50% d'inhibition

Liste des Figures

Intitulé	Page
Figure 01 : Image de la plante <i>Matricaria chamomilla</i> L.	3
Figure 02 : Morphologie de <i>Matricaria chamomilla</i> L.	4
Figure 03 : Métabolites secondaires de <i>M. chamomilla</i> L.	8
Figure 04 : <i>Staphylococcus aureus</i>	10
Figure 05 : <i>Staphylococcus epidermidis</i>	10
Figure 06 : <i>Klebsiella pneumoniae</i>	11
Figure 07 : <i>Escherichia coli</i>	11
Figure 08 : <i>Streptococcus pneumoniae</i>	12
Figure 09 : <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	13
Figure 10 : <i>Candida albicans</i>	13
Figure 11 : <i>Trichophyton rubrum</i>	14
Figure 12 : Fleurs (capitule) sèche de <i>Matricaria chamomilla</i> L.	15
Figure 13 : Préparation de l'échantillon	16
Figure 14 : étape d'extraction méthanolique	17
Figure 15 : Schéma des étapes d'extraction méthanolique	18
Figure 16 : Préparation des dilutions	20
Figure 17 : technique de préculture des souches pathogènes sur gélose par la méthode de strie	20
Figure 18 : Technique de préparation d'inoculum	21
Figure 19 : Technique déposer les disques	22
Figure 20 : Etapes d'activité antimicrobienne	23
Figure 21 : Protocole Concentrations Minimales Inhibitrices (CMI) et Concentrations Minimales Bactéricides (CMB).	25
Figure 22 : Mécanisme réactionnel intervenant lors du test DPPH• entre l'espèce radicalaire DPPH• et un antioxydant (AH).	26
Figure 23 : Structure de l'ABTS (acide 2,2'-azinobis (3-éthylbenzthiazoline) -6-sulfonique)	27
Figure 24 : Rendement d'extraction éthanolique et méthanolique de <i>Matricaria chamomilla</i> L.	28
Figure 25 : Les diamètres des zones d'inhibition des souches vis-à-vis de les extrait éthanolique et méthanolique de <i>Matricaria chamomilla</i> L.	28
Figure 26 : Les diamètres des zones d'inhibition de quelques souches pathogènes	29
Figure 27 : Les concentrations des deux extraits par rapport aux quelques souches pathogènes	29
Figure 28 : Les deux microplaques de la détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI)	35
Figure 29 : Pourcentage d'inhibition de DPPH des deux extraits de <i>Matricaria chamomilla</i>	37
Figure 30 : valeurs des IC50 en pourcentage des deux extraits de <i>Matricaria chamomilla</i>	38

Liste des Tableaux

Intitulé	Page
Tableau 01 : Position taxonomique de <i>Matricaria chamomilla</i> L.	5
Tableau 02 : Constituants chimiques principaux des capitules de <i>M. chamomilla</i> L.	7
Tableau 03 : Activités biologiques des composés polyphénolique	9
Tableau 04 : Provenance des souches étudiées	19
Tableau 05 : Préparation d'une série de dilution d'extrait	27
Tableau 06 : Rendement d'extraction éthanolique et méthanolique de <i>Matricaria chamomilla</i> L.	28
Tableau 07 : Les diamètres des zones d'inhibition de <i>Matricaria chamomilla</i> L. vis-à-vis aux souches bactériennes et fongiques.	29
Tableau 08 : Concentration minimale inhibitrice (CMI) et concentration minimale bactéricide (CMB) de l'extrait éthanolique et l'extrait méthanolique de <i>Matricaria chamomilla</i> L.	36
Tableau 9 : valeurs du teste dpsh des IC50 en µg/ml des deux extrait	39
Tableau 10 : résultats de l'activité antioxydante évalué par les teste ABTS	42



Introduction

Introduction

Plusieurs années Depuis l'homme s'est habitué à utiliser les plantes pour leurs propriétés médicinales et nutritives. Les produits naturels présentent un grand intérêt comme matière première destinée aux différents secteurs d'activité **(Belkhodja, 2016)**.

Le continent africain est l'un des continents dotés d'une biodiversité la plus riche dans le monde, L'Algérie, de par sa position géographique, jouit de plusieurs facteurs de pédogenèse et de grandes variations climatiques auxquels s'ajoutent les ressources hydriques, tous favorables au développement des cultures intensives des plantes aromatiques et médicinales **(Belouad, 2001)**

Ce potentiel présentant divers intérêts et constituant un axe de recherche scientifique plus particulièrement dans le domaine des substances naturelles bioactives **(Aberkane, 2006)**.

Selon l'OMS plus de 80% de la population mondiale retournent vers la médecine traditionnelle et surtout vers les plantes médicinales pour répondre à leurs besoins de santé **(Farnsworth *et al.*, 1986)**.

Les antibiotiques ne sont pas totalement inoffensifs pour l'organisme et peuvent provoquer, en plus de leur action antimicrobienne, un certain nombre d'effets indésirables **(Berche *et al.*, 1989)**.

Ces antibiotiques, qui ont sauvé des vies et soulagé des souffrances de millions de personnes durant des années et jusqu'à ce jour, sont menacés aussi par l'apparition et la propagation des germes multirésistants **(OMS, 2002)**.

L'émergence de souches résistantes aux antimicrobiens actuels associée à la modification du spectre clinique de pathogènes et la surutilisation des médicaments conventionnels ont encouragé la recherche de produits naturels alternatifs tels que les extraits et les HE de plantes médicinales **(Sabo et Knezevic, 2019)**.

Face à ce problème, l'utilisation de la phytothérapie est de plus en plus d'actualité **(Atefbeibu, 2002)**. Les recherches menées ces dernières années ont montré que les plantes contiennent des composés biologiquement actifs, principalement des polyphénols. Ils sont liés à la prévention des processus inflammatoires, des maladies neurodégénératives, des cancers et des troubles cardiovasculaires ainsi qu'aux propriétés antimicrobiennes, antioxydantes et antiparasitaires **(Pinto *et al.*, 2021)**.

Jouent un rôle économique considérable dans le secteur des industries agroalimentaire, de la pharmacie, la parfumerie, des cosmétiques...etc. en effet, les plantes représentent une source inépuisable de remèdes traditionnels et efficaces grâce au principe actifs qu'elles contiennent: alcaloïdes, les composés phénoliques, saponosides, vitamines et huiles essentiels,etc (Ouis ,2015).

De nos jours, le *Matricaria chamomilla* L. est largement répandue dans le monde entier (Singh *et al.*, 2011). Elle a été utilisée traditionnellement dans plusieurs pays pour soigner un certain nombre de maladies, notamment les troubles gastrointestinaux (Menale *et al.*, 2021), le rhume (Güzel *et al.*, 2015), les troubles hépatiques, neuropsychiatriques et respiratoires (Neves *et al.*, 2009). Aussi, cette plante est largement utilisée contre la douleur digestif, les infections urinaires (Mikou *et al.*, 2016), et pour soigner les maladies de la peau, des yeux et de la bouche (Petrakou *et al.*, 2020).

L'objectif de ce travail est de tester deux extraits méthanolique et éthanolique de l'espèce *Matricaria chamomilla* L. à l'activité antibactérienne, antifongique et l'activité antioxydante dans le but de valoriser cette espèce végétale dans l'utilisation médicinale.

Notre manuscrit est scindé en trois chapitres :

Le premier est consacré à une synthèse bibliographique dans laquelle sont exposés les généralités sur la plante étudiées et leurs principes actifs ;

Le deuxième chapitre illustre respectivement les matériels et les méthodes adoptées pour la réalisation de cette étude ;

Le troisième chapitre expose les résultats obtenus et des discussions et des interprétation avec les auteurs et études scientifiques antérieures.

Et enfin, en terminant avec une conclusion résumant l'essentiel de notre travail ainsi les perspectives suite à cette recherche.



Chapitre I
Synthèse
bibliographique

CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Généralité sur *Matricaria chamomilla* L.

1.1. Historique

Depuis l'antiquité, la *Matricaria chamomilla* L. (Fig.01) était largement utilisée dans les sociétés anciennes, y compris par les Égyptiens, les Grecs et les Romains, pour ses propriétés médicinales (**Hippius Heinz, 1981**).

Au fil du temps, elle est devenue une plante populaire dans la médecine traditionnelle européenne et est également largement utilisée dans la médecine moderne. Des études scientifiques modernes ont confirmé plusieurs propriétés médicinales traditionnelles y compris ses effets anti-inflammatoires, antioxydants et relaxants ...etc. (**Sharifi-Rad et al., 2017**).

Elle remonte à la classification botanique de Carl Linnaeus au 18^{ème} siècle, qui est largement considéré comme le point de départ de la nomenclature botanique moderne (**Carl Linnaeus, 1753**). Cette espèce répandue en Afrique du nord et dans toute l'Europe (**Paris et Moyes, 1971**).



Figure 01 : Image de la plante *Matricaria chamomilla* L.

1.2. Description morphologique

La *Matricaria chamomilla* L. est une plante herbacée annuelle, aromatique (Fourasté, 2007). Elle dégage une odeur douce et agréable et à une saveur légèrement amère et herbacée. Elle mesure généralement de 10 à 60 centimètres de hauteur (Heywood *et al.*, 2007). Ces feuilles, alternés, épaisses, sont très divisés (bi ou tri pennées), en lanières (Bellakhdar, 2006). Ces fleurs sont regroupées en capitules solitaires à l'extrémité des tiges ressemblent à de petites marguerites avec un centre jaune entouré de pétales blancs, dont leurs racines sont fibreuses et peu profonde (Fig. 02) (Heywood *et al.*, 2007).

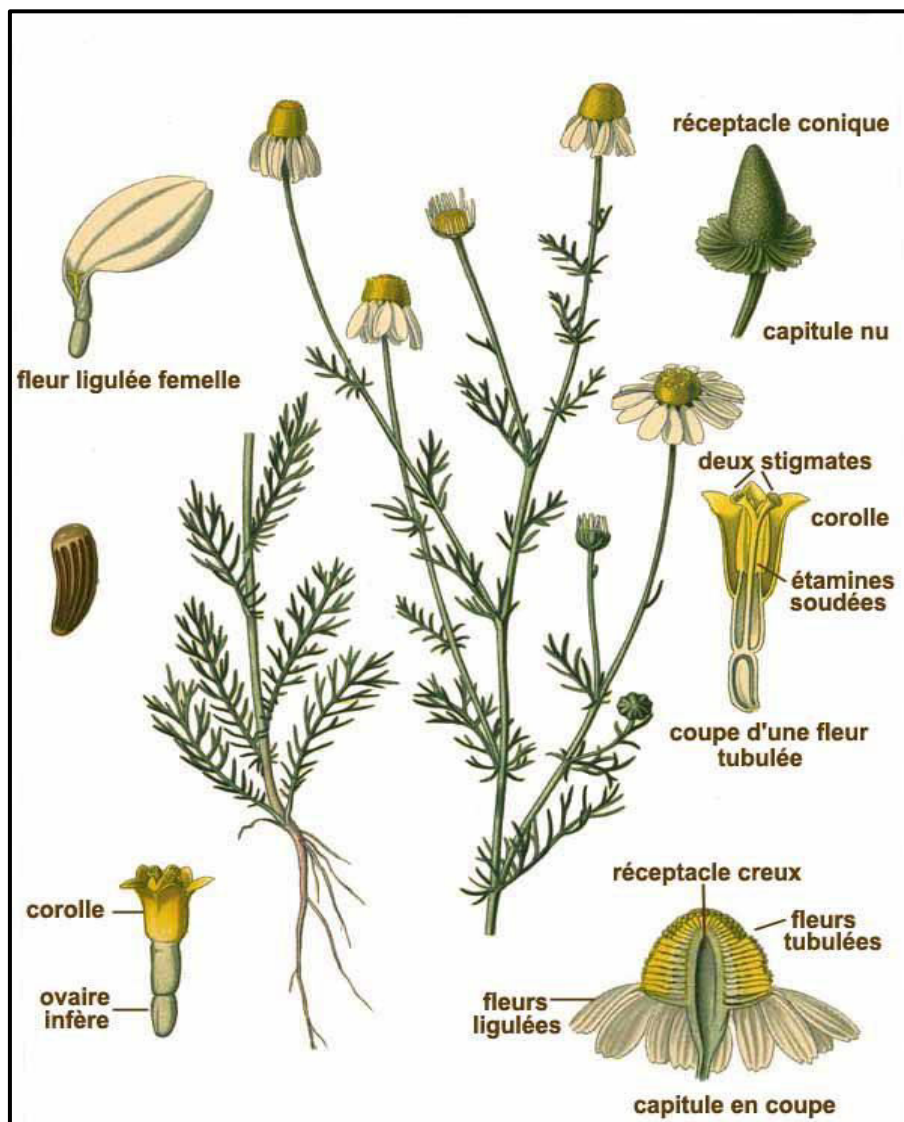


Figure 02 : Morphologie de *Matricaria chamomilla* L.

1.3. Classification Taxonomique

Selon **Quezel et Santa (1963)**, La classification botanique de la petite camomille est présentée comme suit dans le tableau 01

Tableau 01 : Position taxonomique de *Matricaria chamomilla* L.

Taxonomie	Description
Règne	Plantae
Embranchement	Spermatophytes
Sous-embranchement	Dicotyledones
Classe	Dicotyledoneae
Ordre	Asteralae
Famille	Astéraceae
Genre	<i>Matricaria</i>
Espèce	<i>Matricaria chamomilla</i> L.

1.4. Noms vernaculaires

D'après **Pierre et Lys (2007)**, Il existe des différentes nomenclatures de cette espèce en fonction de la région :

- **En France** : petite camomille, camomille sauvage, œil du soleil.
- **En Angleterre** : Chamilla (**Balagizi et al., 2005**)
- **En Italie** : Camomilla commune, Camomilla, Camomirra
- **En Arabe** : Babounej- Amlal (**Rhatts et al., 2016**)
- **En Allemagne** : Camomile, Wild Chamomile
- **Aux USA** : Hungarian Chamomile, German Chamomile (**Ross, 2001**)

1.5. Répartition géographique

Originaire des régions méditerranéennes, elle est ubiquitaire en Europe et Asie centrale, et aussi en Asie tempérée et du sud-ouest, peuvent également être trouvées en Afrique du Nord et en Nouvelle-Zélande (**Singh et al., 2011**). Elle s'adapte de tous les sols, mêmes calcaires, et croit essentiellement dans les jardins ou le long des murs, et dans les décombres humides (**Boutaoui, 2012**).

1.6. Différentes utilisations :

D'abord, son efficacité en tant que conservateur dans les produits commerciaux peut être limitée par plusieurs facteurs, notamment sa stabilité, sa compatibilité avec d'autres ingrédients et sa capacité à prévenir la croissance microbienne à long terme (**Greenfield, 2012**).

Sur le plan médical elle est prescrite contre les inflammations de la bouche, des oreilles, des yeux et contre diverses affections cutanées (**Guignard et al., 1988**). Aussi d'après **Chevallier (1996)**, elle a des propriétés anticancéreuses du traitement des poumons.

Elle est aussi employée dans les préparations capillaires destinées à éclaircir la nuance des cheveux dont elle stimulerait aussi la croissance, et aussi d'après **Parek et Kim (1998)**, c'est la plante la plus utilisée en cosmétologie où elle se montrerait émolliente et protectrice des cheveux.

Elle est souvent consommée en tisane pour ses effets calmants. D'après l'étude d'**Amsterdam et al. (2009)**, a montré que la consommation régulière de camomille pendant huit semaines réduisait considérablement les symptômes d'anxiété chez les participants. Aussi d'après l'étude iranienne de **Rafraf et al., (2015)** à suggérer que la quercétine, un antioxydant, aurait un effet positif sur les enzymes qui jouent un rôle dans le développement du diabète, et l'étude de **Duke (1997)**, a montré que la présence d'acide chlorogénique, d'apigénine, de lutéoline et de quercétine dans la camomille corrige grandement la dyslipidémie et le stress oxydatif en cas de diabète.

Cette plante est connue pour ses propriétés anti-inflammatoires et antispasmodiques, qui peuvent aider à soulager les douleurs abdominales et les spasmes gastro-intestinaux. Une revue de 2017 publiée dans *Molecular Medicine Reports* a souligné l'efficacité de la camomille dans le traitement de diverses affections gastro-intestinales, notamment la colite ulcéreuse et le syndrome du côlon irritable, les troubles digestifs tels que les maux d'estomac, les crampes et les ballonnements (**Srivastava et al., 2017**).

1.7. Composition chimique :

La camomille Contient des terpénoïdes, de la cérazine, de la coumarine et des flavonoïdes (l'apigénine et les spirot, la lutéoline), des huiles volatiles, (comme le chamazulène et le bizabol), des lactones sesquiterpéniques (comme la matricarine), des mucilages, polysaccharides, éthers capriques, amplifierons, acides aminés, acides gras, acides phénoliques, choline, coumarine, 7-glycoside, apigénine et 7-glyoside (**Bahmani et al., 2015; Szoke et al., 2004 ; Amin, 1991**).

Les principaux composants secondaires de *M. chamomilla* L. appartiennent à trois classes chimiques différentes : les sesquiterpènes, les coumarines et les flavonoïdes.

- ✚ Plus de 120 constituants chimiques ont été identifiés dans la fleur de camomille comme métabolites secondaires, dont 28 terpénoïdes, 36 flavonoïdes, et 52 composés supplémentaires ayant une activité pharmacologique potentielle.
- ✚ 11 composés phénoliques bioactifs, tels que la herniarine et l'ombellifère (coumarine), l'acide chlorogénique et l'acide caféique (phénylpropanoïdes), l'apigénine, l'apigénine 7-O-glucoside, la lutéoline et la lutéoline-7-O-glucoside (flavones), la quercétine et la rutine (flavanols) et la naringénine (flavanone) se trouvent dans l'extrait de camomille.

Les coumarines herniarine, umbelliférone et esculétine représentent environ 0,1% du total des constituants. Les principaux flavonoïdes totaux sont l'apigénine (16,8%), la lutéoline (1,9%) et la quercétine (9,9%) (Singh, 2011 ; Kato *et al.*, 2008), dont les constituants chimiques de la plante sont listés dans le Tableau 02 et la Figure 03.

Tableau 02 : Constituants chimiques principaux des capitules de *M. chamomilla* L. (Goetz, 2012)

Famille de constituants	Détail des constituants
Huile essentielle 0,25 à 1,9 % (fleurs séchés) 0,3 à 1,5 % (capitules frais)	Sesquiterpènes ; (-)-alpha-bisabolol (jusqu'à 50 %) chamazulène (jusqu'à 15%) et leurs produits d'oxydation : bisabololoxides A, B et C, le bisabolonoxyle A, b-trans-farnésène, a-trans-farnésène, proazulenes ; Spiroéthers: trans-ène-yne-dicycloéther et cis-ène-yne-dicycloéther
Lactones sesquiterpéniques	Matricine (0,03 à 0,2 %), matricarine, Désacétyl matricarine
Flavonoïdes	Apigénine, apigénine-7-O-glucoside et ses monoacétyl glucoside, diacétyl glucoside 7-O-hétéroside d'apigénine, quercétol, chrysériol, lutéoline, patuleétine, rutine, hypéroside
Coumarines (0,1%)	Ombelliférone, herniarine, esculétol, scopolétol, isoscopolétol, coumarine
Composés phénoliques	Acidescaféique, anisique, vanillique, syringique
Mucilages (3 à 10 %)	
Autres constituants	Fructaneneutredetypeinuline, rhamnogalacturonane, 4- O-méthyl-glucuronoxylane ; Stigmastéroletstigmaste'rol-3-glucoside

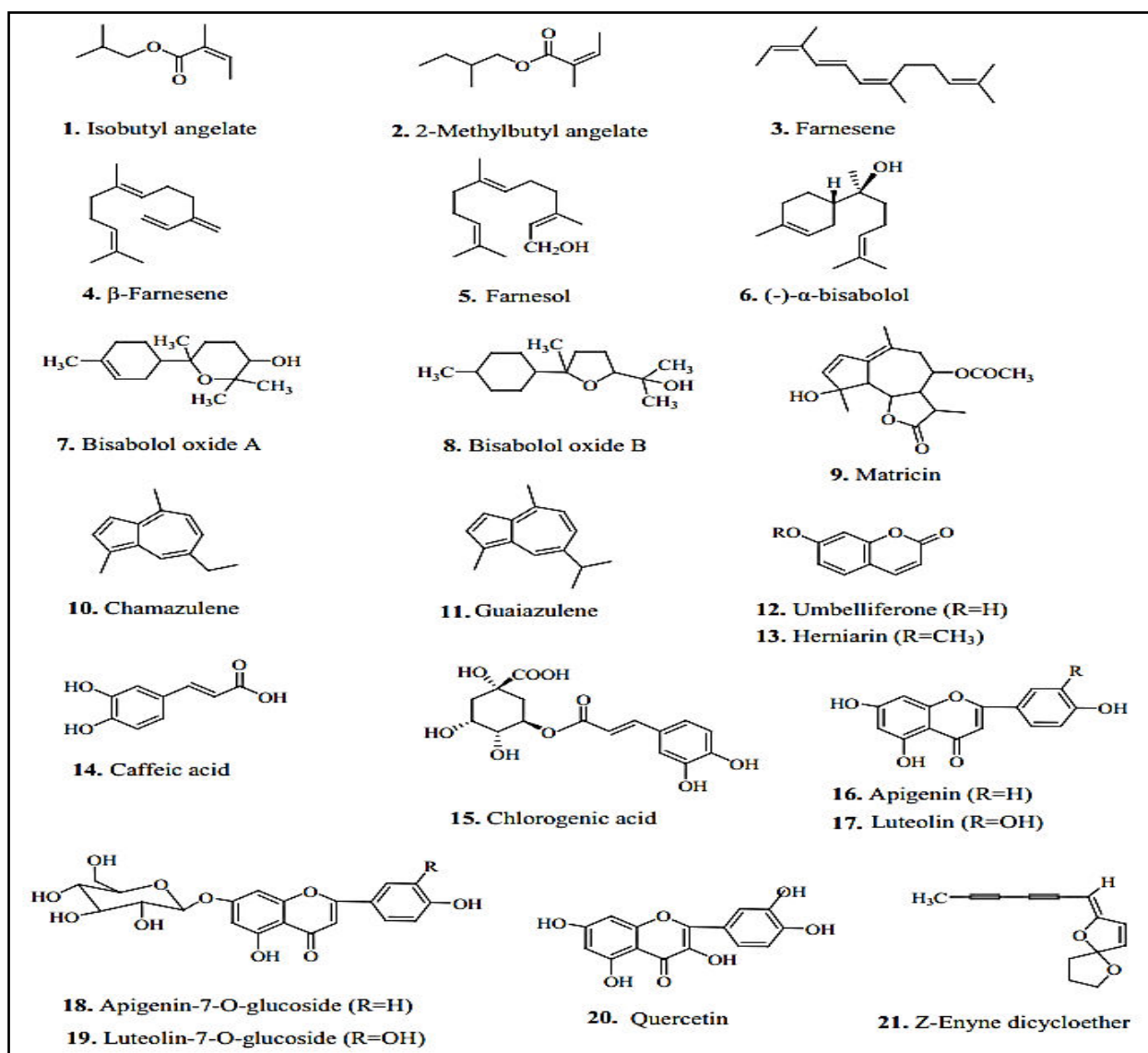


Figure 03 : Métabolites secondaires de *M. chamomilla* L. (Singh *et al.*, 2011)

1.8. Pouvoirs biologiques des composés phénoliques

Les polyphénols ont diverses propriétés physiologiques telles qu'antiallergiques, antibactériennes, anti-inflammatoires, antimicrobiennes et antifongiques (Mahdjar, 2013 ; Boutaoui *et al.*, 2012 ; Mezache, 2010). Les lactones sesquiterpéniques, molécules naturelles également appelées substances amères. Ces substances présentent des propriétés cytotoxique ou antitumorale, antiinflammatoire, antimigraineuse, antioxydante, antifongique, cryoprotectrice gastrique, antileucémique, antimicrobienne, antibactérienne (Boutaoui *et al.*, 2012). Certains alcaloïdes sont utilisés comme moyen de défense contre les infections microbiennes (nicotine, caféine, morphine) (Djoubani *et al.*, 2017).

1.9. Métabolites secondaires :

1.9.1. Composants polyphénolique :

Le tableau 03 représente les différentes activités biologiques des composés polyphénoliques

Tableau 03 : Activités biologiques des composés polyphénolique.

Polyphénols	Activités biologiques
<i>Acide phénolique</i>	Les phénoliques ont de multiples fonctions, tels que l'absorption des nutriments, la synthèse des protéines, l'activité enzymatique, la photosynthèse, les composants structurels et l'allélopathie (Kumara et Nidhi, 2019).
<i>Tannins</i>	Les tanins sont des substances poly phénoliques de structure variée, de saveur astringente ayant en commun la propriété de tanner la peau, cette aptitude est liée à leur propriété de se combiner aux protéines (Djoubani et al., 2017).
<i>Lactones sesquiterpéniques</i>	Elles sont principalement utilisées comme agents antimicrobiens, antifongiques et anti-inflammatoires
<i>Coumarines</i>	Ces composés possèdent hydroxyles phénoliques qui peuvent être méthyles ou être engagés dans des liaisons hétérosides (Djoubani et al., 2017).
<i>Flavonoïdes</i>	Ils ont des rôles variés dans les plantes en tant que métabolites secondaires (Chira, 2008). Et a une variété d'activités biologiques chez les plantes, les animaux et les bactéries. Leurs propriétés antioxydants, anti-inflammatoires et anti-cancérigènes associées à leur capacité à moduler les fonctions clés des enzymes cellulaires (Panche et al., 2016).
<i>Huiles essentielles</i>	Il s'agit de la sécrétion naturelle élaborée par le végétal et contenue dans les cellules de la plante (Anton et Lobstein, 2005).

1.9.2. Terpénoïdes : Les terpénoïdes de plantes sont beaucoup utilisés en raison de leurs qualités aromatiques. Les terpènes ont de nombreuses fonctions dans les plantes et ont également diverses utilisations médicinales (Cox-georgian et al., 2019).

1.9.3. Alcaloïdes : Ce sont des substances organiques azotées d'origine végétale, de caractère alcalin et de structure complexe (noyau hétérocyclique), on les trouve dans plusieurs familles des plantes, la plupart des alcaloïdes sont solubles dans l'eau et l'alcool et ont un goût amer et certains sont fortement toxiques (Djoubani *et al.*, 2017).

2. Souches microbiennes isolés :

2.1. Souches bactériennes isolés :

2.1.1. *Staphylococcus aureus* :

A. Habitat : Bactérie présente au niveau de la peau, les muqueuses, la fosse nasale et le pharynx en majorité. *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) (Park Talaro, 2008). Cocci à Gram positif, coagulase positive, isolés ou groupés en diplocoques en courtes chaînettes ou en amas ayant la forme de grappes de raisin, de 0,8 à 1 µm de diamètre (Schaechter *et al.*, 1999). Ils sont immobiles, asporulés, parfois capsulés (Avril *et al.*, 1992).

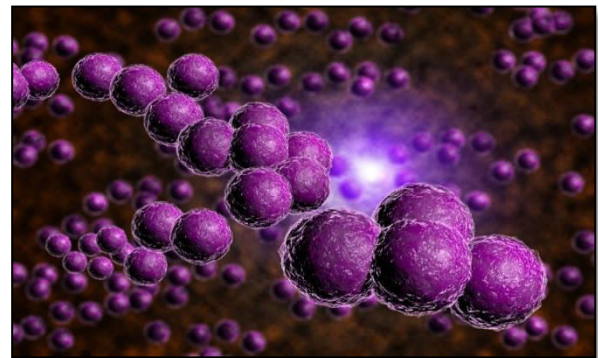


Figure 04 : *Staphylococcus aureus*

B. Pouvoir pathogène : Réservoir naturel est l'homme. *Staphylococcus aureus* est très fréquent à l'état commensal et pathogène. En effet, très rapidement après la naissance, il colonise la peau, le tube digestif et la région périnéale des nouveaux nés (Elazhari *et al.*, 2009).

2.1.2. *Staphylococcus epidermidis* :

A. Habitat : Les staphylocoques sont des cocci Gram positif d'environ 0,6 µm de diamètre, groupés en amas ou « grappes », forme coque arrondies, coagulase positive. Habitat naturel est l'homme et l'animal. Elles font partie de la flore cutanée naturelle et colonisent particulièrement les muqueuses externes. Cependant, ces bactéries sont fréquemment retrouvées dans l'environnement (eaux non traitées, sols, objets souillés) (Boisivon *et al.*, 1976).



Figure 05 : *Staphylococcus epidermidis*

B. Pouvoir pathogène : Des bactéries impliquées dans des pathologies variées et de degrés de gravité divers. Elles sont un des premiers agents responsables d'infections nosocomiales (Infections contractées en milieu hospitalier) mais elles peuvent aussi être contractées en dehors de l'hôpital (infections dites communautaires) (Hunter & Uilenberg, 1996).

2.1.3. *Klebsiella pneumoniae* :

A. Habitat : Les bactéries appartenant à l'espèce *Klebsiella pneumoniae* sont des bacilles à Gram négatif, immobiles, anaérobies facultatifs et appartiennent à la famille des Enterobacteriaceae, présentes dans le tube digestif et dans l'appareil respiratoire des animaux (dont l'Homme) en tant que bactéries commensales. Elles sont fréquentes dans les selles et peuvent être un indicateur d'une contamination fécale (Ait Baziz *et al.*, 2017)

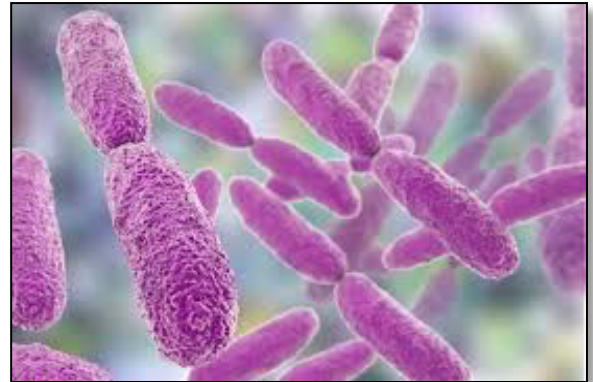


Figure 06 : *Klebsiella pneumoniae*

B. Pouvoir pathogène : *Klebsiella pneumoniae* est un agent pathogène opportuniste important et une cause fréquente d'infections nosocomiales. Les infections à *K. pneumoniae* peuvent survenir sur presque n'importe quel site corporel ; cependant, les infections des voies urinaires et les infections des voies respiratoires prédominent. Les infections sont fréquemment précédées d'une colonisation gastro-intestinale, et le tractus gastro-intestinale est considéré comme le réservoir le plus important de transmission de la bactérie (Runge & Greganti, 2008).

2.1.4. *Escherichia coli* :

A. Habitat : Les entérobactéries à Gram négatif, commensale du tube digestif de l'homme et de l'animal, de forme non sporulée, de type aérobie facultative, généralement mobile grâce aux flagelles, sa longueur varie de 2 à 6 μm , alors que sa largeur est de 1,1 à 1,5 μm (Harrar, 2012). Selon l'OMS elles sont couramment présentes dans le tube digestif humain et animal, avec les bovins étant considérés comme un réservoir essentiel de cet agent pathogène.



Figure 07 : *Escherichia coli*

B. Pouvoir pathogène : *E. coli* représente la bactérie la plus impliquée dans les infections aiguës d'appareil urinaire, elle provoque également les diarrhées d'été, diarrhée infantile et les intoxications alimentaires (Harrar, 2012).

2.1.5. *Streptococcus pneumoniae* :

A. Habitat : Les Streptocoques appartiennent à la famille des Streptococcaceae, des cocci à Gram positif disposés, le plus souvent en chainettes qui ont un métabolisme anaérobies aérotolestants, Parmi les espèces commensales appartiennent à la flore normale des muqueuses de l'homme sont les streptococcus oraux (commensaux de l'oropharynx) et les streptocoques du groupe D (commensaux de l'intestin), streptocoques non groupables et non hémolytiques (commensaux de la muqueuse buccale) Les streptocoques ont une température Optimale de croissance qui varie entre 35C° et 37C°. Leur croissance est favorisée par une atmosphère riche en CO2 et se développe sur des milieux riches type gélose Columbia additionné de sang (Denis *et al.*, 2011).

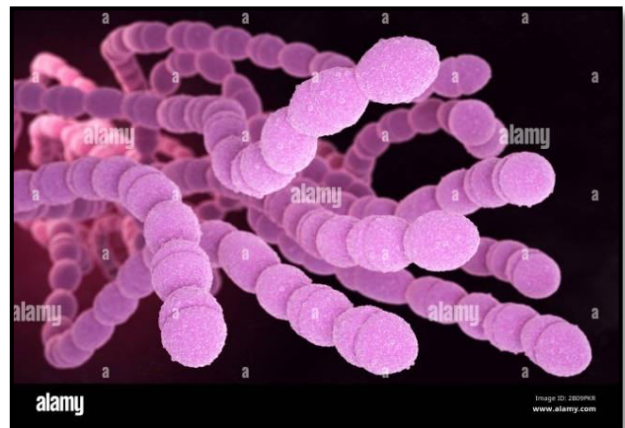


Figure 08 : *Streptococcus pneumoniae*

B. Pouvoir pathogène : Il peut causer diverses infections en cas de déséquilibre ou de contact avec des muqueuses ou des tissus lésés. Peuvent causer des infections aiguës des muqueuses (angines érythémateuses, rhinites, sinusites, otites) et de la peau (érysipèle, impétigo, pyodermite), des complications non suppurées (rhumatisme articulaire glomérulonéphrite aiguë) les streptocoques provoquent des méningites et des pneumonies chez les nouveaux nés. Chez les bovins, ils sont l'agent causale de la mammites (Gottstein *et al.*, (2007).

2.1.6. *Pseudomonas aeruginosa* :

A. Habitat : Cette bactérie peut vivre en commensale dans le tube digestif de l'homme et de divers animaux. Les *Pseudomonas* sont des bactéries ubiquistes se retrouvant dans le sol, l'air, l'eau douce et salée, Considéré comme une bactérie pathogène opportuniste c'est le germe type des infections hospitalières ou nosocomiales (Nauciel et Vildé, 2005).



Figure 09 : *Pseudomonas aeruginosa*

B. Pouvoir pathogène : *Pseudomonas aeruginosa* est un pathogène opportuniste responsable d'infections nosocomiales, telles que des infections des voies urinaires et respiratoires, surtout chez les patients atteints de mucoviscidose, ainsi que des infections de plaies chez des brûlés (Loic, 2014).

2.2. Souches fongiques isolés :

2.2.1. *Candida albicans* :

A. Habitat : Les *Candida* sont des levures ubiquitaires retrouvées dans l'environnement (sol, air), mais aussi dans certains produits alimentaires (fruits, céréales, légumes, produits laitiers...) (Bouchara *et al.*, 2010). A pour habitat naturel le tube digestif et les muqueuses des humains et des animaux *C. albicans* et *C. glabrata* vivent en commensaux, en équilibre avec la flore bactérienne sur les muqueuses digestives et génito-urinaires de l'homme et de la femme (Chabasse, 1999).



Figure 10 : *Candida albicans*

B. Pouvoir pathogène : Les *Candida* peuvent devenir Pathogènes lorsqu'elles prolifèrent de manière excessive, provoquant des infections fongiques, notamment chez les individus immunodéprimés ou présentant des déséquilibres de la flore intestinale. La capacité de *C. albicans* à infecter des niches d'hôtes aussi diverses est soutenue par un large éventail de facteurs de virulence (L'expression d'adhésines et d'invasines (Nicholls *et al.*, 2011 ; Garcia *et al.*, 2011), le thigmotropisme

(Kumamoto, 2008), la formation de biofilms (Fanning et Mitchell, 2012) et la sécrétion d'enzymes hydrolytiques (Wachtler *et al.*, 2012).

2.2.3. *Trichophyton rubrum* :

A. Habitat : Champignon filamenteux microscopique (Sabour, 1911). rattaché aux Ascomycota. Il n'a pas de forme sexuée connue. Il a une affinité marquée pour la kératine (protéine de la couche cornée de l'épiderme, et qui constitue les ongles, poils et cheveux). (Pietro *et al.*, 2014), provoquent des formes de dermatophytose, c'est-à-dire une infection fongique de la peau. Ils sont kératinophiles : ils se nourrissent de la kératine des ongles, des cheveux et des peaux mortes (Crain *et al.*, 2019).



Figure 11 : *Trichophyton rubrum*

B. Pouvoir pathogène : Ont la capacité de coloniser la peau et ses appendices (cheveux, poils et ongles) qui sont des tissus kératinisés. Lorsque l'on prélève du matériel mycologique à partir d'une lésion dermatologique et qu'on lui fournit un milieu de culture pour s'y développer, le champignon se reproduit uniquement par mitose. Les Spores alors produites de manière asexuée nous permettent de reconnaître le dermatophyte incriminé et d'élaborer une classification de ce dernier en trois genres distincts : Microsporum, Epidermophyton et Trichophyton (Mignon *et al.*, 2011).



Chapitre II
Matériels
et
Méthodes

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

L'espèce *Matricaria chamomilla* L. a été procurée chez un herboriste de la région d'Azzaba-Skikda-. Notre choix s'est porté sur cette plante en raison de sa disponibilité sur le marché tout au long de l'année, et pour son importance majeure et son usage en médecine traditionnelle et aussi connus pour leurs activités biologiques diverses.

Nous avons démarré notre travail pratique du 21 février 2024 au 18 avril 2024, le stage a été effectué au niveau du laboratoire microbiologique de l'université de 20 Août 1955 - Skikda. L'objectif de notre étude c'est l'évaluation de l'activité antimicrobienne (antifongique et antibactérienne) et l'activité antioxydante de deux extraits éthanolique et méthanolique de la plante *Matricaria chamomilla* vis-à-vis de quelques souches pathogènes.

1. Matériel végétal

Notre matériel végétal est les fleurs (Capitule) sous forme séchée (Fig. 12) de la plante *Matricaria chamomilla* L.



Figure 12 : Fleurs (capitule) sèche de *Matricaria chamomilla* L.

1.1. Préparation de l'échantillon

La poudre de notre étude a été récupérée par broyage à l'aide d'un broyeur électrique (SOKANY REF 2685 de 220 à 240V) (Fig. 13).



Figure 13 : Préparation de l'échantillon

2. Méthodes d'étude

2.1. Méthodes d'extraction

2.1.1. Préparation de l'extrait méthanolique et l'extrait éthanolique

L'extraction des extraits méthanolique des *Matricaria chamomilla* sont préparés selon la méthode de **Benbott *et al.* (2013)** suivant le protocole comme suit (Fig. 14) (Fig. 15) :

1. Peser 100g de broyat puis ajouter 500ml du méthanol ;
2. Couvrir avec papier aluminium et mettre le mélange sur l'agitateur et pendant 1h et laisser séjourner le mélange pendant 72h à l'ombre et à température ambiante de 15 à 27°C (macération) ;
3. Filtre l'extrait dans un flacon stérile avec appareil de filtration à l'aide d'un papier Whatman ;
4. Le filtrat a été concentré à l'aide d'une évaporation du méthanol à 70°C pendant 2h dans un rotavapeur afin d'obtenir un extrait sec ;
5. L'extrait sec obtenue est séché dans une étuve 40°C d'une période de 3 jours jusqu'à l'obtention d'un extrait visqueux ;
6. Les extraits sont conservés à 4°C jusqu'à leurs utilisations.

✚ Le même protocole a été suivi pour la préparation de l'extrait éthanolique.

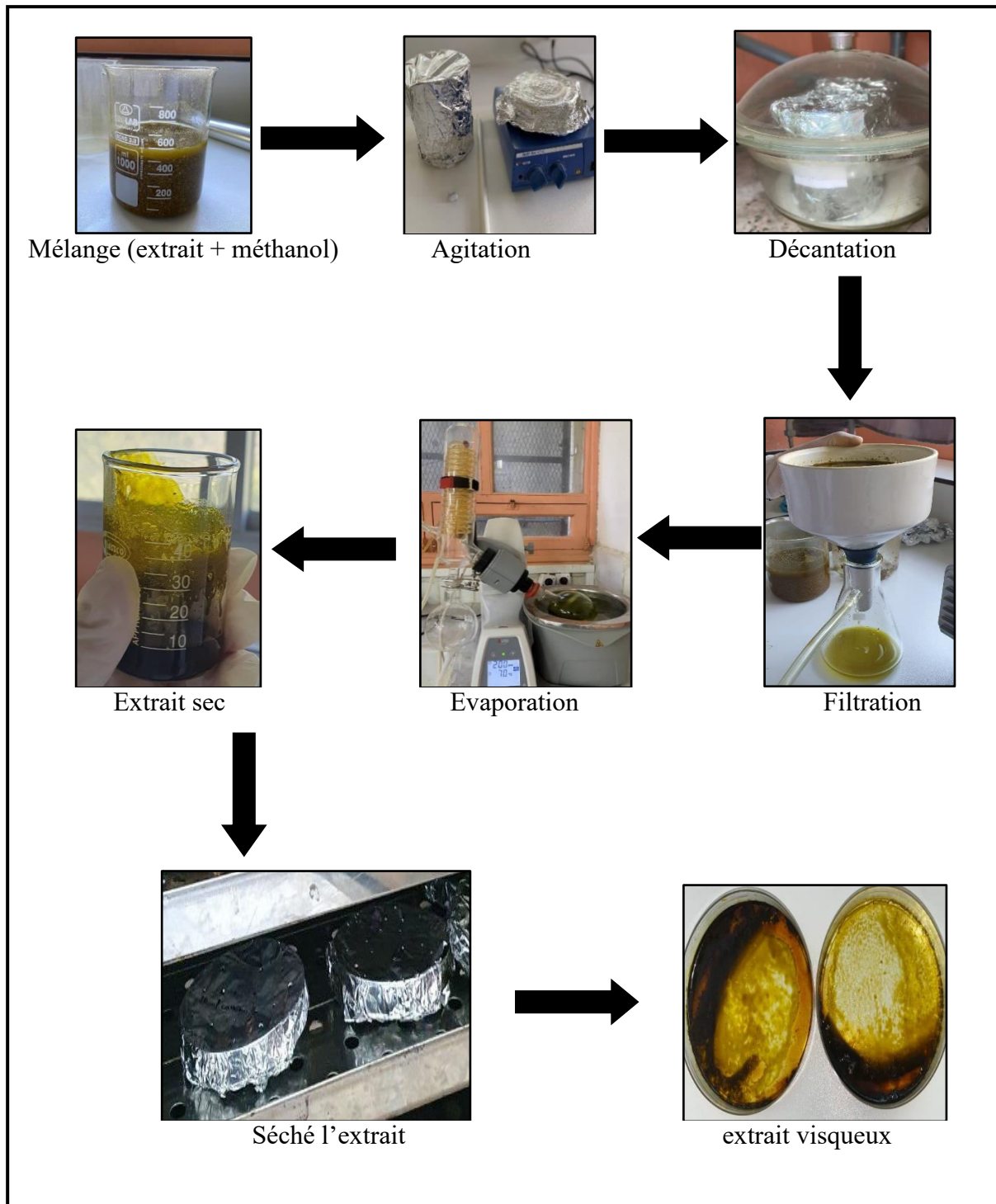


Figure 14 : Etapes d'extraction méthanolique

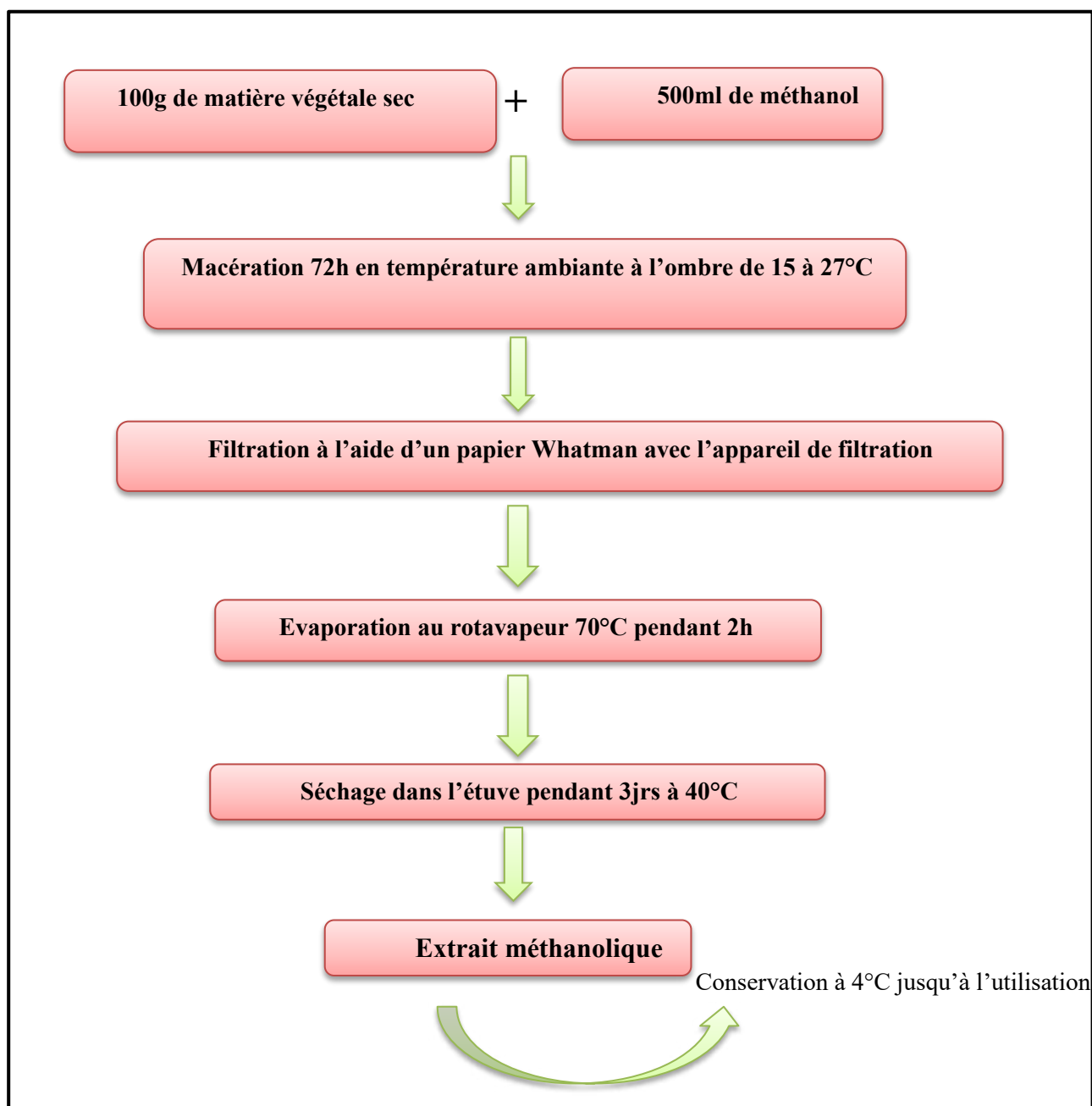


Figure 15 : Schéma des étapes d'extraction méthanolique

2.1.2. Calcul du rendement

Les rendements en extrait sec ont été calculés par la formule suivante :

$$Rdm (\%) = \frac{m}{M} \times 100$$

Avec

Rdm : le rendement

m : poids de l'extrait après évaporation,

M : poids de la matière végétale.

2.2. Récupération des souches

Au cours de cette étude nous avons travaillé sur huit souches bactériennes et deux souches fongiques (Fig. 04), dont l'une d'elles est une souche de référence *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853.

Tableau 04 : Provenance des souches étudiées.

Groupe et germe	Espèce	Origine
Champignons	<i>Trichophyton rubrum</i>	Hôpital Abderrazak Bouhara -Skikda-
Levure	<i>Candida albicans</i>	
Bactéries Gram +	<i>Staphylococcus aureus</i>	Laboratoire privé El Kindi -El Harrouche-
	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	Laboratoire privé Mezghache -Azzaba-
	<i>Streptococcus pneumoniae</i> (BMR)	Laboratoire privé à Skikda
Bactérie Gram -	<i>Escherichia coli</i> (BMR)	
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (BMR)	Institut pasteur Alger
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	
	<i>Escherichia coli</i>	Laboratoire privé Chaib -Azzaba-
	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Laboratoire d'hygiène de la Wilaya de Skikda

2.3. Conservation des souches

Les souches ont été conservées à 4°C dans des tubes stériles contenant 10ml de milieu de culture incliné (gélose nutritive et Sabouraud).

3. Evaluation des activités antimicrobiennes

3.1. Préparation des dilutions

L'extrait de *Matricaria chamomilla* est dissous pour préparer les dilutions successives au demi, on a 5 tubes, on met 9ml d'éthanol dans le premier tube et on ajoute 1g de l'extrait, on ferme le tube et bien mélanger la solution, et ainsi on obtient la solution mère. Après cela on met 9ml d'éthanol dans les tubes restants, puis on prélève 1ml du premier tube (la solution mère) et on le met dans le deuxième tube (10^{-1}), on ferme le tube et on agite bien, on continue de la même manière pour les tubes ($10^{-1}10^{-2}10^{-3}10^{-4}$) (Fig. 16).

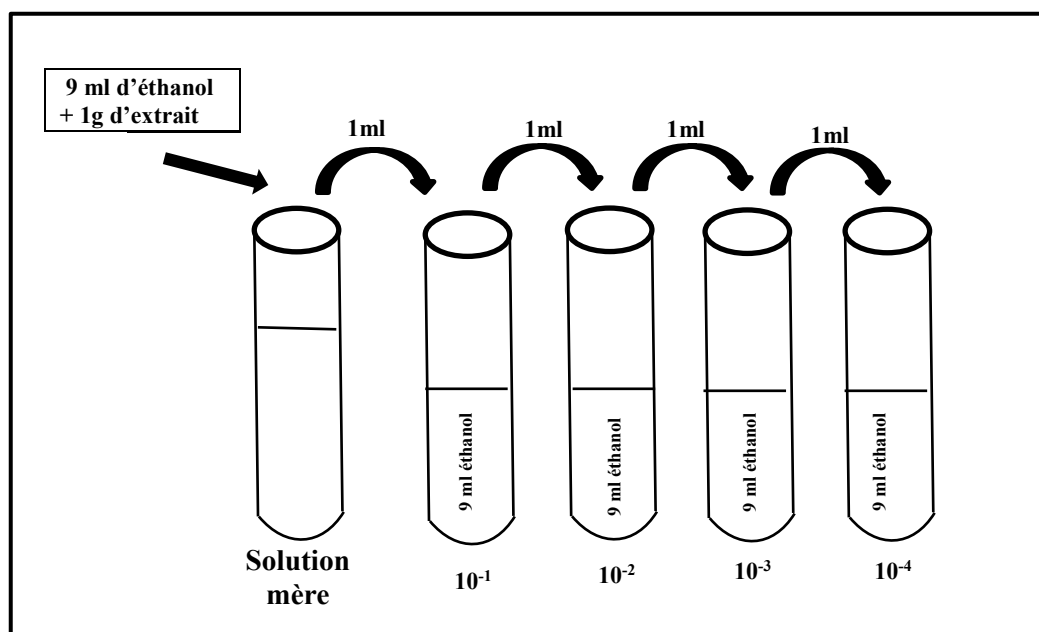


Figure 16 : Préparation des dilutions.

3.2. Préculture des souches

Les souches microbiennes à tester ont été cultivées dans des boîtes à pétri contenant de la gélose nutritive pour les bactéries et Sabouraud pour les champignons, puis incubées pendant 24 h à 37°C afin d'obtenir une culture jeune des bactéries et des colonies isolées qui seront servis pour préparer les inoculums (Moroh et al., 2008) (Fig. 17).

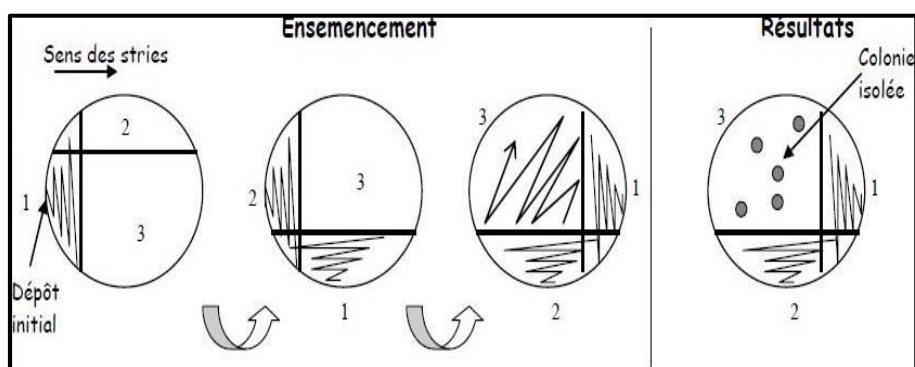


Figure 17 : technique de préculture des souches pathogènes sur gélose par la méthode de strie.

3.3. Préparation d'inoculum

A partir d'une culture pure des bactéries à tester sur milieu d'isolement, racler par une anse de platine, quelques colonies bien isolées et parfaitement identiques. Décharger l'anse dans 5 ml d'eau physiologique stérile à 0.9 % et bien homogénéiser la suspension bactérienne (Fig. 18). Son opacité doit être équivalente à 0.5 Mac Farland c'est-à-dire d'une densité optique de 0.08 à 0.1 lue à 625 nm.

L'ensemencement doit se faire en moins en quelques minutes après la préparation de l'inoculum (Djelloul, 2010).

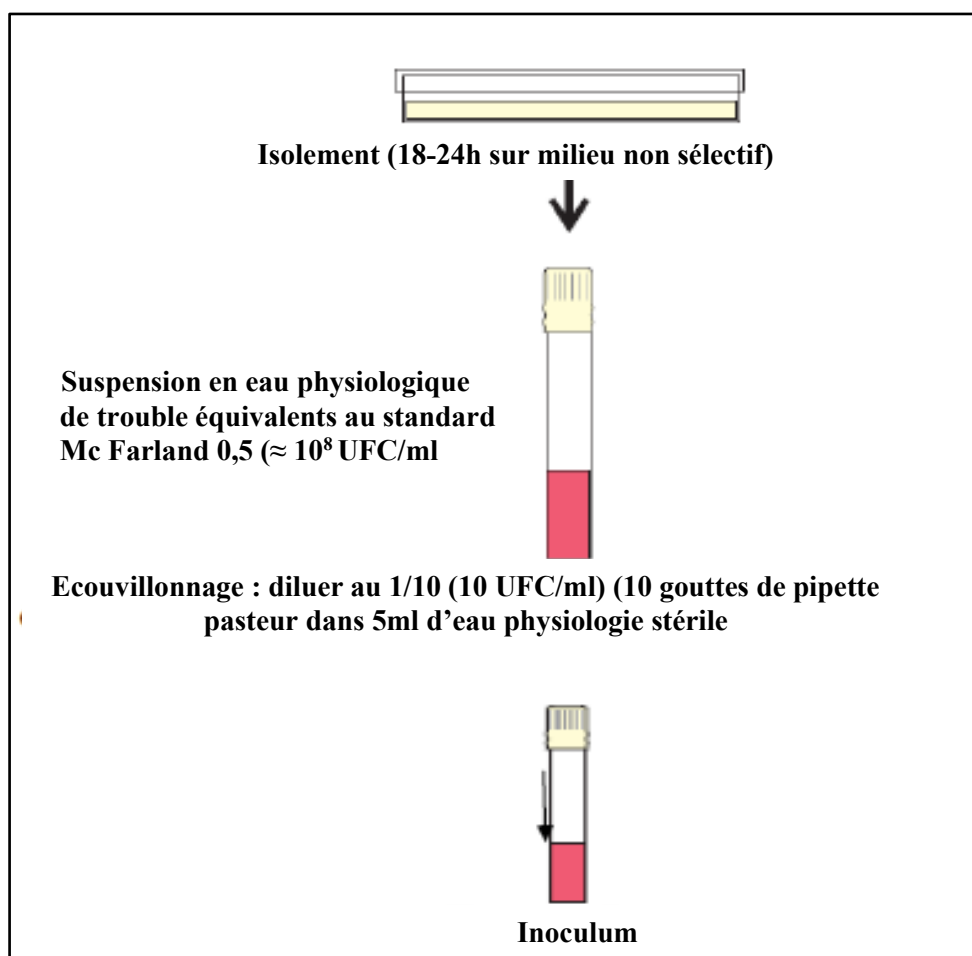


Figure 18 : Technique de préparation d'inoculum.

3.4. Technique de diffusion en disque sur milieu solide

3.4.1. Méthode des disques

Selon **Fontanay (2015)**, la méthode actuelle est la plus connue et la plus utilisées pour évaluer l'activité antimicrobienne. Dont ces principales étapes sont (Fig. 20) :

1. Identification des boîtes de pétri et divisé en quadrant ;
2. Un milieu de culture gélose Mueller Hinton est coulé dans des boîte de pétri (4mm) ;
3. Ensemencement en surface avec une suspension bactérienne ;
4. Des disques de papier Whatman est imprégnés dans une quantité définie d'extrait de *Matricaria chamomilla* à différents dilution (10^{-1} 10^{-2} 10^{-3} 10^{-4}) ; dont chaque disque est placé au milieu d'un quadrant et au centre placé un disque témoin qui imprégné dans le solvant (méthanol ou éthanol) (Fig. 19) ;
5. Laisser les boîtes dans la paillasse pendant 15min puis incubé les boîtes pendant 24h (bactéries 37°C et champignons 28°C).

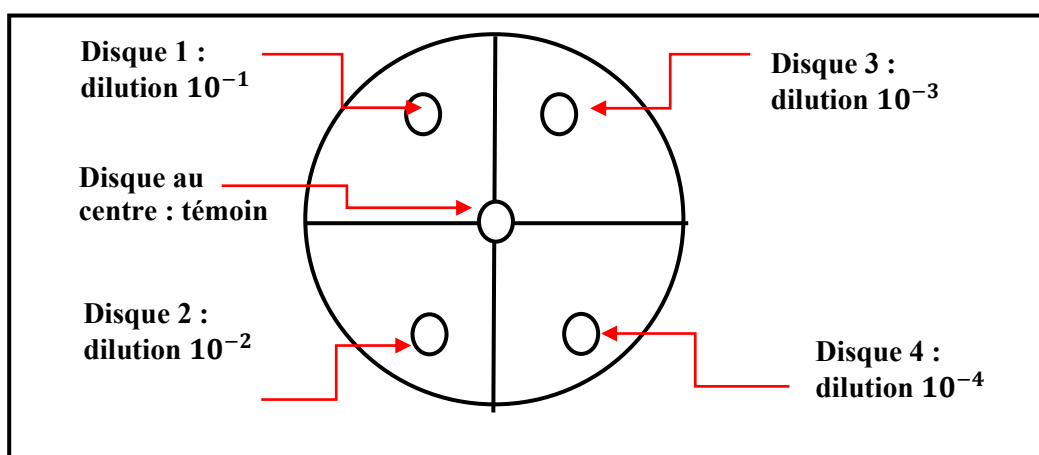


Figure 19 : Technique déposer les disques

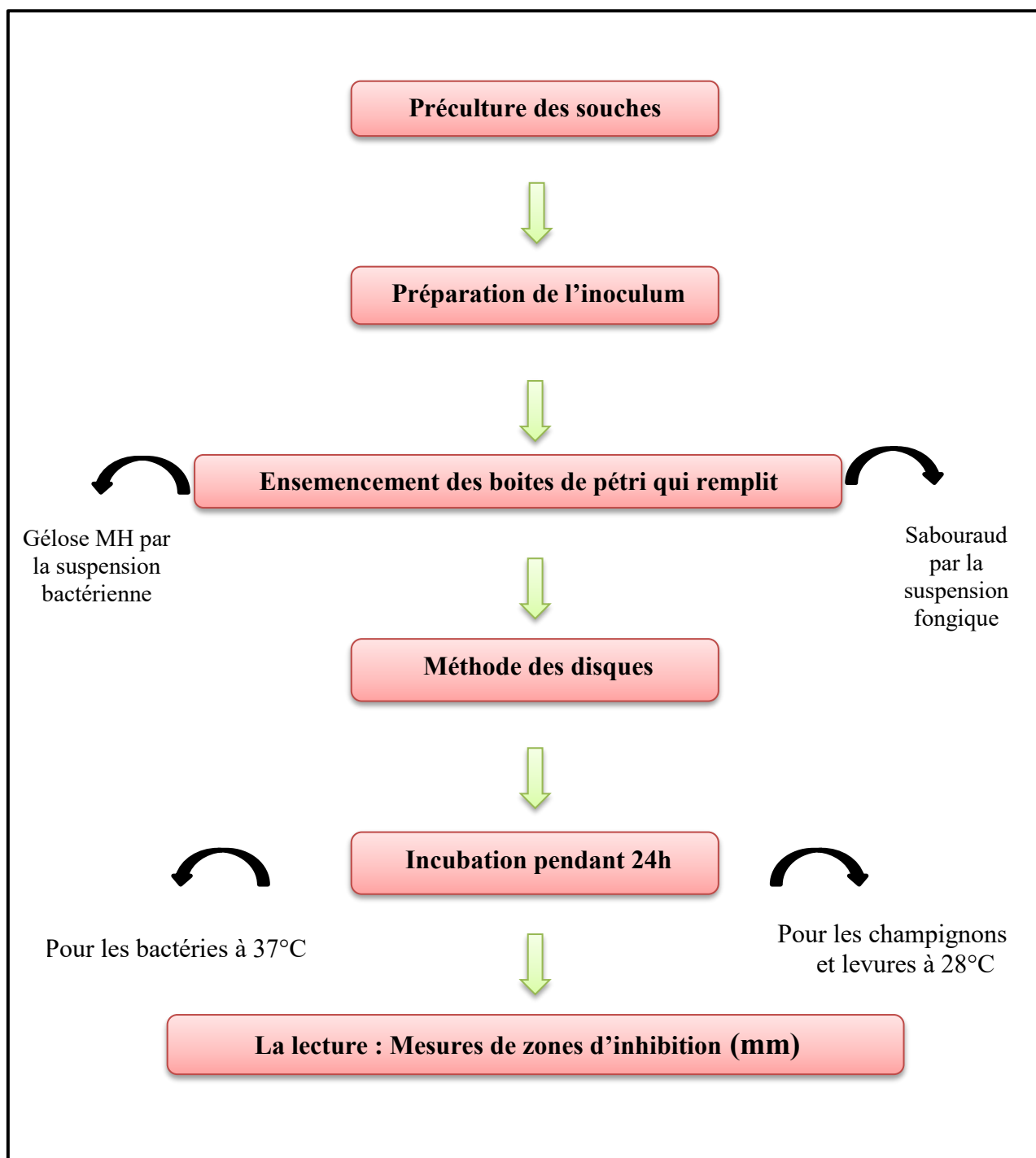


Figure 20 : Etapes d'activité antimicrobienne.

3.5. Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI) et la concentration minimale bactéricide (CMB) :

Le test de microdilution dans des microplaques à 96 puits, inspiré de la technique de l'OMS (2002) a été utilisé pour déterminer les concentrations minimales inhibitrices (CMI) et les concentrations minimales bactéricides (CMB) pour les deux extraits éthanolique ou méthanolique afin de déduire le pouvoir antimicrobienne (PA) de chaque extrait. Dont le protocole est le suivant :

1. 100 μ L de bouillon Mueller-Hinton ont été déposés dans tous les puits de la microplaque ;
2. 100 μ l de la solution mère d'extrait, ont été déposés dans le 1^{er} puit, puis mélanger ;
3. 100 μ l du mélange ont été prélevés et dilués dans les puits suivant 2^{ème} et 3^{ème}, de sorte à obtenir une gamme de concentration de notre extrait allant de 10 mg/ml à 0,020 mg/ml, ensuite 50 μ l de la suspension bactérienne ont été ajoutés dans chaque puits. En suite la microplaque est couverte avec du papier parafilm ;
4. Incuber la microplaque à l'étuve pendant 18 heures à 37 °C.
5. Lecture après incubation, où la CMI d'un extrait vis-à-vis d'une souche bactérienne donnée est la plus petite des concentrations qui ne montre aucune croissance visible de la bactérie à l'œil nue.
6. Les puits dont l'absence de croissance dans la microplaque, leurs CMB ont été déterminées par ensemencement sur milieu gélosé Mueller Hinton et incubés à 37 °C pendant 18 à 24 heures, où la plus faible concentration de l'extrait qui n'a laissé survivre aucune bactérie, correspond à la CMB.

Le pouvoir antimicrobienne (PA) des extraits a été déterminé en effectuant le rapport de la CMB sur la CMI. S'il est supérieur ou égal à 4 l'extrait est bactériostatique, s'il est inférieur à 4, l'extrait est bactéricide (Fig. 21).

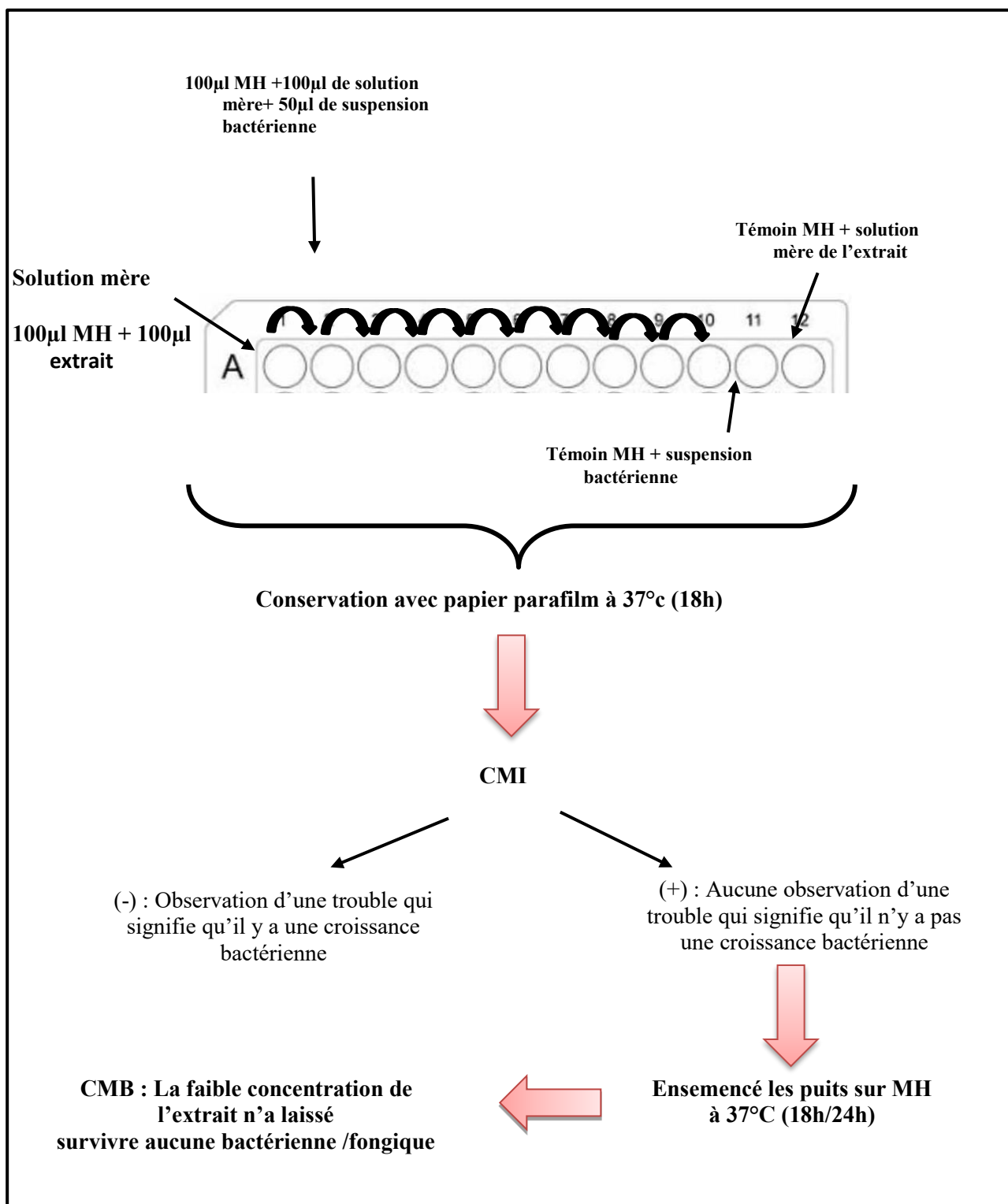


Figure 21 : Protocole des Concentrations Minimales Inhibitrices (CMI) et des Concentrations Minimales Bactéricides (CMB).

4. Evaluation de l'activité antioxydante :

4.1. Le 2,2 Diphenyl 1 picryl hydrazyl (DPPH) :

Le 1,1-Diphényl-2-picryl-hydrazyl (DPPH) est un radical libre stable centré sur l'azote, dont la couleur change du violet au jaune après réduction par le processus de donation, soit d'hydrogène ou bien d'électron (Hinneburg et al., 2006).

Le test consiste à mettre le radical DPPH (de couleur violette), en présence des molécules dites antioxydantes afin de mesurer leur capacité à le réduire. La forme réduite (diphényl-picrylhydrazine : de couleur jaune) (Sanchez-Moreno, 2002).

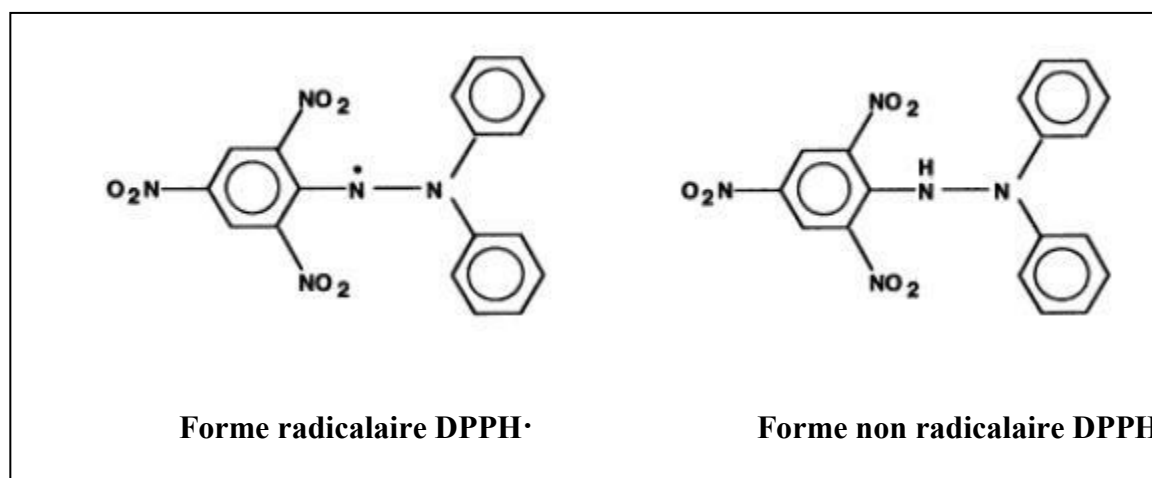


Figure 22 : Mécanisme réactionnel intervenant lors du test DPPH· entre l'espèce radicalaire DPPH· et un antioxydante (AH) (Molyneux, 2004).

4.1.1. Mode opératoire (Fig. 24)

1. Préparation de la solution mère (SM) : 0,02g d'extrait méthanolique dans 100ml du méthanol
2. Préparation de DPPH : 22ml de méthanol dans 1ml DPPH.
3. Préparation d'une série de dilution de l'extrait méthanolique (Tab. 05)
4. On ajoute dans chaque tube 100µl de DPPH.
5. Mettre les tubes à l'obscurité pendant 15min.
6. Lecture à 517nm sur spectromètre.
7. L'activité antioxydante (AA) a été calculée en utilisant la formule suivante :

$$I\% = \frac{(A_0 - A)}{A_0} \times 100$$

D'où :

A_0 : Absorbance de la solution de DPPH

A : Absorbance de l'échantillon

Par la suite, la valeur IC₅₀ a été déterminée, qui correspond à la concentration provoquant l'inhibition de 50% du radical libre DPPH.

Tableau 05 : Préparation d'une série de dilution de l'extrait.

	0,2mg/ml	0,4mg/ml	0,6mg/ml	0,8mg/ml	1mg/ml
SM	0,6ml	1,2ml	1,8ml	2,4ml	3ml
Méthanol	2,4ml	1,8ml	1,2ml	0,6ml	0ml

✚ Le même protocole du test du DPPH est suivi pour l'extrait éthanolique.

4.2. Le 2,2'-azinobis 3-ethyl-benzothiazoline 6-sulphonate (ABTS) :

La mesure de l'activité scavenger du radical ABTS (2,2'-azinobis-(3-éthylbenzothiazoline- 6 sulfonique) (Fig. 23) est réalisée par une méthode colorimétrique qui se base sur un test de décoloration afin de détecter le pouvoir antiradicalaire d'un composé donné. Le radical ABTS^{•+} est généré par l'oxydation de la molécule stable d'ABTS avec le persulfate de potassium. La formation du radical ABTS^{•+} se traduit par l'apparition d'une coloration vert bleu intense (Re et al., 1999).

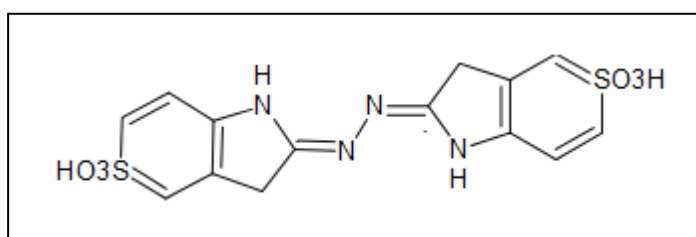


Figure 23 : Structure de l'ABTS (acide 2,2'-azinobis (3-éthylbenzthiazoline) -6-sulfonique)
(Re et al., 1999).

En présence d'un donneur de H⁺, le passage du radical ABTS^{•+} à la forme non radicalaire s'accompagne de la disparition de cette coloration mesurée par spectrophotométrie à une longueur d'onde de 734 nm (Re et al., 1999).

- Le même mode opératoire du test du DPPH a été suivi pour l'ABTS sauf que la lecture se fait à 735nm sur spectromètre.



Chapitre III

Résultats

et

Discussions

Chapitre III : Résultats et discussions

1. Rendement de l'extraction

Le rendement de *Matricaria chamomilla* obtenu par l'extraction méthanolique et éthanolique (fig. 25) est exprimé en pourcentage (%) par rapport au poids sec de la poudre végétale (100g). Les résultats sont représentés dans le tableau 06.

Tableau 06 : Rendement d'extraction éthanolique et méthanolique de *Matricaria chamomilla* L.

Solvant	M (g)	m (g)	Rdm (%)
Ethanolique	100	16,9	16,9 %
Méthanolique	100	37,5	37,5%
Rdm : le rendement ; m : poids de l'extrait après évaporation ; M : poids de la matière végétale.			

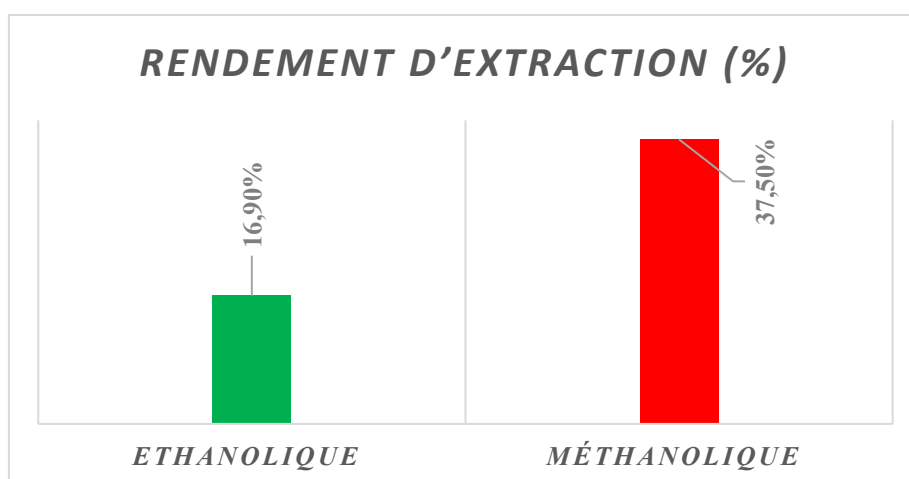


Figure 24 : Rendement d'extraction éthanolique et méthanolique de *Matricaria chamomilla*

D'après ces résultats, nous pouvons déduire que :

En termes de valeurs, le rendement en extrait méthanolique est égal à 37,5% est significativement meilleur par rapport à celui obtenus par l'extraction éthanolique qu'est de 16,9% (Fig. 24).

D'après **Hamia et al. (2014)**, l'utilisation combinée du méthanol peut faciliter l'extraction des substances chimiques qui sont solubles dans le méthanol. Et par comparaison de nos résultats du rendement avec l'extrait éthanolique restent très proche à celle obtenus par **Al-debagh et al. (2019)** qui été de 13,51% sur la même plante. Et aussi **Ben Alia, 2020** elle déduire que le rendement obtenu

par l'extrait éthanolique est 18%. El Mihyaoui, 2022 montré que les fleurs de *Matricaria chamomilla* à rendement de (28,25%)

En outre, de nombreux facteurs influencent le rendement, où les caractéristiques physico-chimiques de la plante ainsi que les solvants utilisés et leurs compositions chimiques (El oualilalami *et al.* 2013).

2. Evaluation de l'activité antimicrobienne des deux extraits des feuilles de *Matricaria chamomilla* :

Lors du test antimicrobien, on a noté que les deux extraits obtenus à partir des feuilles de l'espèce étudiées agisse différemment vis à vis des souches testées.

Les résultats relatifs aux diamètres des zones d'inhibition de l'effet des deux extraits sont représentés dans le tableau 07, figure 25, 26 et 27

Tableau 07 : Diamètres des zones d'inhibition de *Matricaria chamomilla* vis-à-vis aux souches bactériennes et fongiques.

Souches bactériennes	Moyenne de diamètre d'inhibition	
	Méthanolique	Éthanolique
Gram +		
<i>Staphylococcus aureus</i>	++	+
<i>Streptococcus pneumoniae</i> (BMR)	++	+
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	+	+
Gram -		
<i>Escherichia coli</i>	++	+
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (BMR)	+	--
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	+	-
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	+	-
<i>Escherichia coli</i> (BMR)	+	-
Les souches fongiques		
<i>Candida Albicans</i>	+++	++
<i>Trichophyton rubrum</i>	--	--
Résistant (-) 0mm ; Sensible (+) 9-14 ; Extrêmement sensible (+++) > 20mm	Non sensible (-) < 8mm ; Très sensible (++) 15-19 ;	

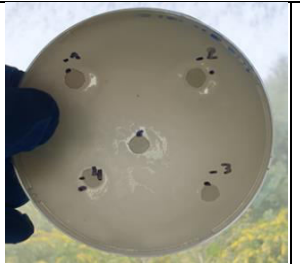
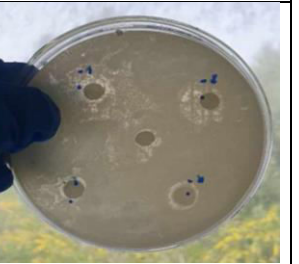
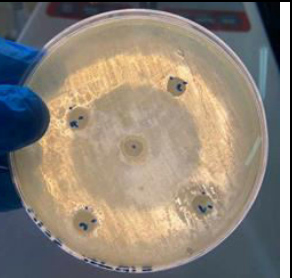
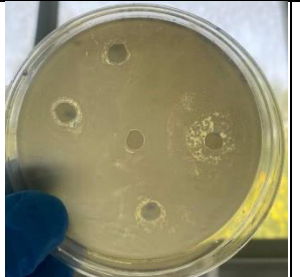
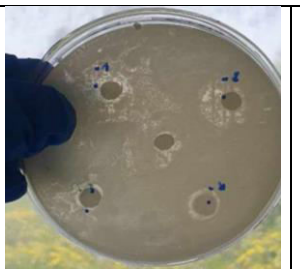
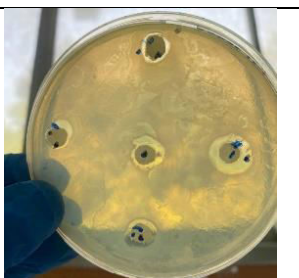
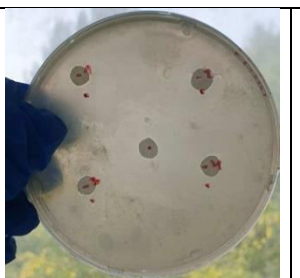
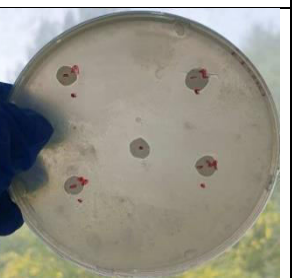
Éthanolique	Méthanolique	Éthanolique	Méthanolique
<i>Escherichia coli</i>		<i>Klebsiella pneumoniae</i>	
			
<i>Staphylococcus epidermidis</i>		<i>Escherichia coli</i> (BMR)	
			
<i>Staphylococcus aureus</i>		<i>Streptococcus pneumoniae</i> (BMR)	
			
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC27853		<i>Candida Albicans</i>	
			
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (BMR)		<i>Trichophyton rubrum</i>	
			

Figure 25 : Diamètres des zones d'inhibition des souches vis-à-vis de les extrait éthanolique et méthanolique de *Matricaria chamomilla*

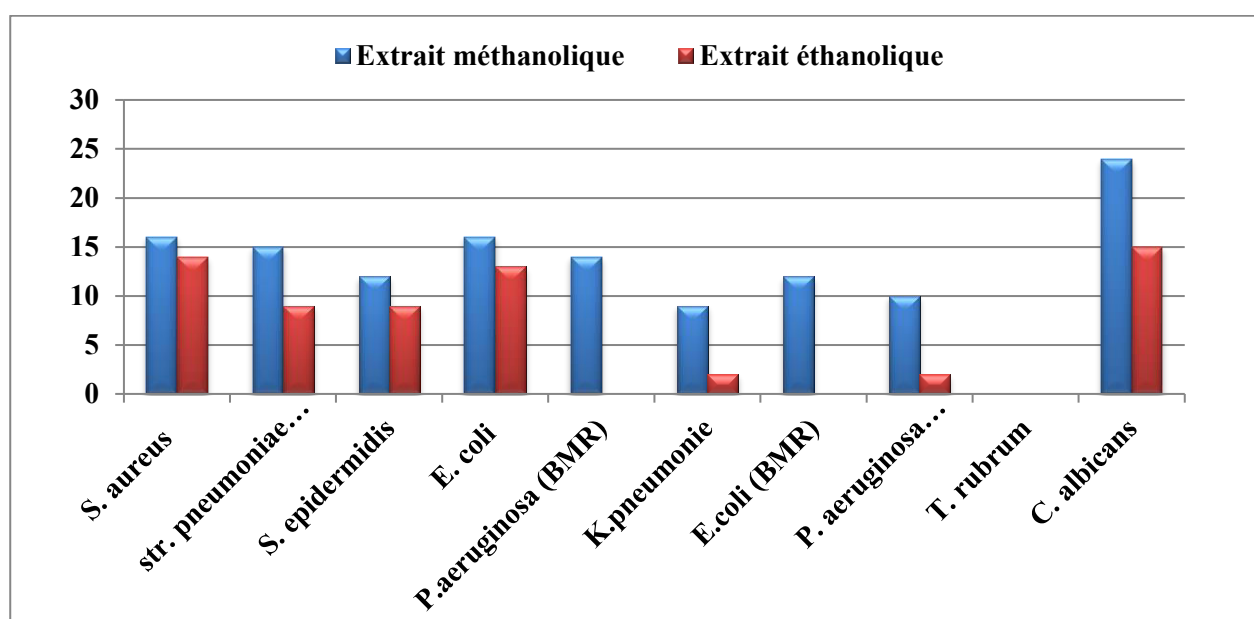


Figure 26 : Diamètres des zones d'inhibition de quelques souches pathogènes

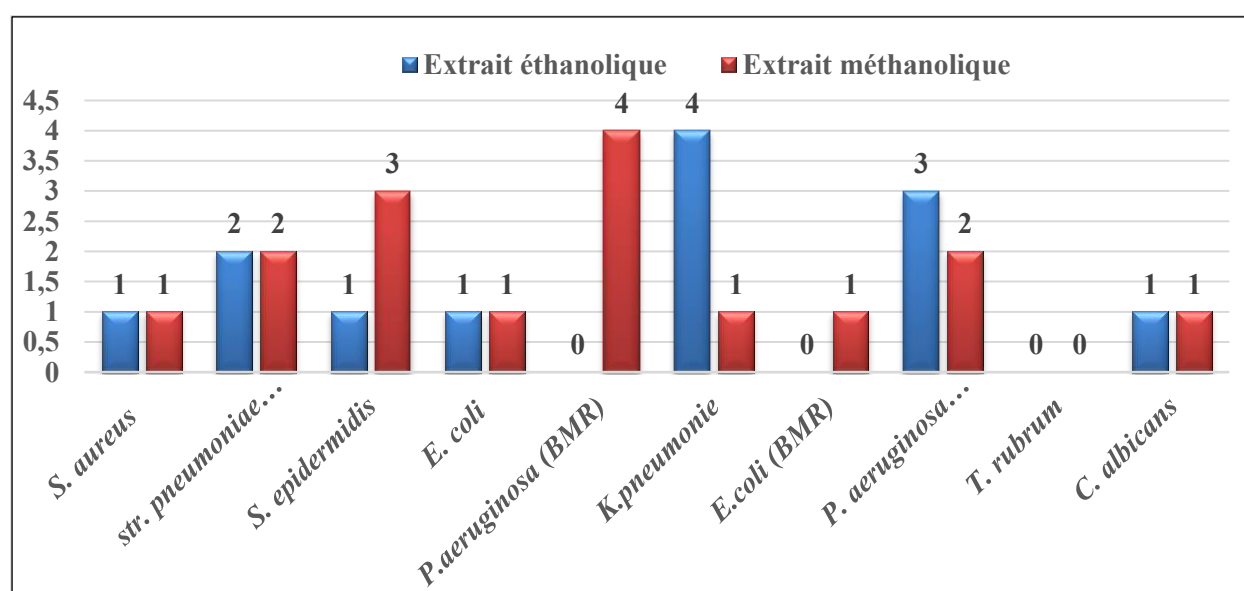


Figure 27 : Concentrations des deux extraits par rapport aux quelques souches pathogènes

Concernant, l'activité antibactérienne de deux extraits de la *Matricaria chamomilla* L. sur les quelques souches pathogènes :

On note que les deux extraits de la plante ont une activité modérément inhibitrice vis-à-vis a toutes les souches bactériennes à caractère Gram positive et Gram négative et les souches fongiques dont la moyenne des diamètres d'inhibition varient entre 2 ± 10^{-4} mm et 16 ± 10^{-1} mm, et cela pour les bactéries *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Streptococcus pneumoniae* (BMR) *Pseudomonas aeruginosa* (BMR), ATCC 27853, *Escherichia*

coli, *Escherichia coli* (BMR), *Candida albicans* on montre une sensibilité à l'extrait éthanolique et aussi méthanolique sauf *Trichophyton rubrum* résiste à les deux extraits.

Les résultats ci-dessous montrent que l'extrait méthanolique à une forte activité inhibitrice contre *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* et *Streptococcus pneumoniae* (BMR), avec une moyenne de diamètre d'inhibition entre 15 ± 10^{-1} mm et 16 ± 10^{-1} mm, nos résultats restent en accord avec ceux de **El Mihyaoui (2022)**, où l'extrait méthanolique des fleurs de *Matricaria chamomilla* a donné de meilleur résultat contre la souche *Staphylococcus aureus*, alors que l'extrait des feuilles était le plus actif contre *Escherichia coli*. En comparaison avec d'autres études réalisées sur cette plante nos résultats restent similaires, dont **Mezhoudi et Moulla (2015)**, ressortent que l'activité antimicrobienne des huiles essentielle de *Matricaria chamomilla* L. présent des diamètres d'inhibition de 14mm pour *Staphylococcus aureus* et de 17mm pour *Escherichia coli*, et **Ismail et al. (2013)** ont rapporté que l'extrait aqueux des fleurs de *Matricaria chamomilla* L. de l'Irak a montré un puissant effet inhibiteur contre *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli*. Aussi l'étude de **Hadj Mohammed et al. (2021)**, ont prouvé que l'extrait aqueux de la *M. chamomilla* a une activité antibactérienne contre *Escherichia coli* avec une zone d'inhibition égale à 13mm.

D'après **Rhayour et al. (2003)** apportent que les valeurs des diamètres d'inhibition obtenues sont élevées pour les *Staphylococcus aureus* par rapport les *Streptococcus pneumoniae* (BMR), indiquant que les fleurs *Matricaria chamomilla* ont montré une activité antibactérienne plus importante contre *Staphylococcus aureus* par rapport aux autres espèces .

Les travaux de **Hedjaz (2017)** montre que présentent une sensibilité avec un maximum d'inhibition sur *Staphylococcus aureus* (zone d'inhibition de 30mm) et un minimum d'inhibition sur *Streptococcus pneumoniae* (zone d'inhibitions de 18 mm) ces zone d'inhibition plus élevé que les résultats de notre étude de ($16\text{mm} \pm 10^{-1}$ et $14\text{mm} \pm 10^{-1}$) pour *Staphylococcus aureus* et ($9\text{mm} \pm 10^{-1}$ et $9\text{mm} \pm 10^{-2}$) pour *Streptococcus pneumoniae* (BMR).

Naili et al. (2010), rapportent que sur l'extrait méthanolique d'*Artemisia campestris*, qui est une plante de la même famille des Astéracées, montre que cet extrait possède un effet inhibiteur sur *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli*. Par contre les résultats de **Rheem Obead (2019)** montrent que, l'activité antibactérienne de l'extrait méthanolique a un effet inhibiteur faible pour *Staphylococcus aureus* et un effet inhibiteur moyen pour *Escherichia coli*. **Carvalho et al. (2014)** ont rapporté que l'extrait éthanolique de fleurs de *Matricaria chamomilla* L. n'avait aucun effet contre les souches de *Staphylococcus aureus*. donc c'est résultat n'a accord pas avec notre résultat qui montre une sensibilité de *Staphylococcus aureus* a l'extrait éthanolique.

Par ailleurs, on a noté que dans l'extrait méthanolique pour *Escherichia coli* (BMR), *Staphylococcus epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa* (BMR), *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 aussi *Escherichia coli* pour l'extrait éthanolique possèdent une activité inhibitrice modérée avec une moyenne de diamètre d'inhibition un minimum de 9mm de maximum de 14mm.

Par contre sur la base des résultats obtenus par **Hartmann (2010)**, il a été observé que la bactérie *Pseudomonas* ATCC-9027 s'est avérée résistante aux composants de l'huile essentielle de *M. chamomilla*, avec aucun niveau de sensibilité. **El Mihyaoui (2022)** a rapporté que *M. chamomilla* est efficace contre les bactéries Gram - et Gram + ; dont une activité est notée contre les bactéries présentant des résistances aux antibiotiques comme *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa* multirésistante.

L'extrait alcoolique de *Matricaria chamomilla* a montré une action plus élevée contre *Klebsiella pneumoniae* ($35 \pm 1,57$ mm) par contre dans notre étude cette souche donne des faibles diamètres d'inhibition $9\text{mm} \pm 10^{-1}$ dans l'extrait méthanolique et de $2\text{mm} \pm 10^{-1}$ dans l'extrait éthanolique (**Alkuraishy, 2015**).

D'après l'étude de **Niknam (2021)** sur l'effet de *M. chamomilla* montré que y des effets inhibiteurs plus élevés contre les bactéries à gram (-) comme *Pseudomonas aeruginosa* et à Gram (+) comme *Staphylococcus epidermidis* et en particulier *Staphylococcus aureus*.

D'après notre étude, reste en accord avec les études menées par **Owlia et al. (2010)** ; **Saderi et al. (2007)** ; où l'extrait éthanolique n'a aucun effet inhibiteur sur les isolats de *Pseudomonas aeruginosa*. Ainsi l'absence de l'activité de l'espèce *M. chamomilla* sur les bactéries à Gram (-) telle que les *Pseudomonas aeruginosa*, due à sa membrane externe qui constitue une barrière osmotique efficace, riche en lipopolysaccharides, et sa charge superficielle négative qui empêche la pénétration des molécules (**Nikaido et al., 2003**).

Les résultats de l'étude de **Solidônio et al., (2015)** au Brésil, restent en accord avec les nôtres où n'a pas un effet inhibitrice de l'extrait éthanolique contre les souches de *Pseudomonas aeruginosa*.

Pour l'extrait éthanolique *Escherichia coli* (BMR), *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas* ATCC 27853 sont non sensibles. Pour *Escherichia coli*, elle est résistante pour à l'extrait éthanolique avec une absence des zones d'inhibition. Selon **Ismail et al., (2013)** on rapporte que l'extrait aqueux des fleurs de *Matricaria chamomilla* L. d'Irak a montré un puissant effet inhibiteur contre *Escherichia coli* en ce qui concerne l'activité antibactérienne.

On trouve que notre étude montre que l'extrait méthanolique a un effet plus inhibiteur sur les souches gram positifs que les grams négatifs. Plusieurs travaux ont mis en évidence la grande sensibilité des bactéries Gram (+) par rapport aux Gram (-) (Falleh *et al.*, 2008), Cette différence de sensibilité est due à une mauvaise perméabilité de la membrane cellulaire externe contenant des lipopolysaccharides hydrophiles chez les bactéries Gram-négatives (Yap *et al.*, 2015 ; Lambert, 2002). Ceci peut être attribué à la différence dans les couches externes des bactéries Gram (-) et Gram (+). Ces travaux sont accord avec nos résultats qui ont émergé une sensibilité de *Staphylococcus aureus* et *Streptococcus pneumoniae* (BMR) et une résistante de *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas ATCC 27853*, *Escherichia coli* (BMR) et *Pseudomonas aeruginosa* (BMR) vis-à-vis des extraits méthanolique et éthanolique. Gorniak *et al.*, (2019), ont montrés qu'à ce jour, les flavonoïdes, ont été largement étudiés et souvent liés à leurs propriétés antimicrobiennes et aussi liés aux interactions avec la membrane cellulaire chez les bactéries Gram positives et Gram négatives.

Rhayour *et al.*, 2003 Ont expliqué la sensibilité des bactéries testées par la lyse cellulaire suite à une action de l'extrait méthanolique sur la paroi et la membrane des bactéries en provoquant une augmentation de la perméabilité puis la perte des constituants cellulaires (fig.28). De même, l'acidification de l'intérieur de la cellule sous l'action des extraits bloquent la production de l'énergie cellulaire et la synthèse des composants de structure. à partir les résultats obtenus par Cvetanović *et al.*, 2015 ; Bouhdid *et al.*, 2012, ont justifié la sensibilité des bactéries par la destruction du matériel génétique, provoque la mort de la bactérie. d'autre part les flavonoïdes possèdent de mécanisme de toxicité par des interactions non spécifiques telles que l'établissement des ponts hydrogènes avec les protéines des parois cellulaires des microorganisme (les adhésines) (Basli *et al.*, 2012).

D'après Dorman *et al.*, 2000 et Djahra *et al.*, 2013. Les composants phénoliques sont très actifs contre les micro-organismes et agissent comme des agents dénaturants les protéines. Ces composés phénoliques sont capables de se fixer sur certaines protéines et enzymes modifier ainsi les équilibres enzymatiques et selon l'étude de Lambert *et al.*, 2001. L'association des principaux composés chimiques de camomille actifs agirait de façon synergique en potentialisant l'action antibactérienne (Essawi et Srour, 2000).

Reygaert 2014, a démontré que les catéchines rompent la membrane bactérienne en se liant à la bicouche lipidique et en inactivant ou en inhibant la synthèse des enzymes intracellulaires et extracellulaires.

Concernant, l'activité antifongique de deux extraits de la *Matricaria chamomilla* sur les deux souches : *Candida Albicans* et *Trichophyton rubrum* représentés dans le tableau 07 et les figures 26 et 27.

Les résultats indiquent que la *Candida albicans* présente une sensibilité extrême à l'extrait méthanolique, avec une zone d'inhibition mesurant $24 \text{ mm} \pm 10^{-1}$, tandis que dans l'extrait éthanolique, la zone d'inhibition est de $15 \text{ mm} \pm 10^{-1}$. Ces observations suggèrent une grande sensibilité de cette levure aux extraits de *M. Chamomilla*. En revanche, aucun effet inhibiteur n'a été observé sur *Trichophyton rubrum*, ce qui suggère une résistance de ce champignon aux extraits testés.

Nos résultats diffèrent des résultats de **Boudieb et al. (2018)**, qui ont étudié l'activité antifongique des parties aériennes (feuilles et fleurs) de *M. chamomilla* de la région de Boumerdes, sur des extraits (aqueux, méthanol et chloroforme) testés contre *Candida albicans* et *Fusarium spp.*, dont ils ont constaté que les extraits n'avaient aucun effet sur les souches fongiques testées.

Mekonnen et al. (2016) ont constaté que l'huile essentielle extraite des fleurs de *M. chamomilla* n'avait aucun effet inhibiteur sur toutes les souches de *Trichophyton rubrum*, et qui reste en accord avec nos résultats, dont on observe une similarité dans la résistance de ce champignon aux extraits testés.

Abdoul-Latif et al. (2011) ont examiné l'efficacité antifongique de l'extrait méthanolique et de l'huile essentielle (HE) des feuilles de *M. chamomilla* de Djibouti contre le pathogène fongique humain *Candida albicans*. Leurs découvertes ont démontré que l'HE et l'extrait méthanolique ont inhibé efficacement la croissance de cette souche fongique, soulignant ainsi la sensibilité de *Candida albicans* à l'extrait méthanolique. Par ailleurs, d'autres recherches, telles que celles de **Curty et al. (2014)**, ont également révélé que l'huile essentielle de *M. chamomilla* est active contre *Candida albicans*. Ces observations suggèrent son potentiel en tant qu'alternative aux produits chimiques pour le traitement de l'otite externe aiguë.

L'absence d'inhibition totale de la part des deux extraits contre *Trichophyton rubrum* est expliquée par le fait que la concentration fongicide est supérieure aux concentrations effectuées dans cette étude.

Concernant le témoin on remarque que il y des zone d'inhibition sur les boîtes de l'extrait éthanolique contre *Escherichia coli*, *Staphylococcus epidermidis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC27853, et pour l'extrait méthanolique chez *Escherichia coli*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Candida albicans*.

Dans notre étude, on observe que l'extrait méthanolique donne des bons résultats par rapport à l'extrait éthanolique, peut être attribuée à la composition chimique de l'extrait méthanolique de *M. chamomilla*, et que la plante présentait une forte activité antibactérienne par rapport à leur activité antifongique cela peut être dû à l'utilisation de plusieurs souches bactériennes que de souches fongiques.

En effet, des recherches antérieures, telles que celles de **Hayouni et al. (2007)**, ont montré que la méthode d'extraction et le solvant utilisé peuvent influencer l'activité antimicrobienne des composés phénoliques. Notre résultat est en accord avec les résultats obtenus par **Mincsovics et al., 2013; Mckay et Blumberg, 2006 ; Lis-Balchin et al., 1998**, A partir des résultats obtenus, l'extrait de méthanol présentent des effets antibactériens plus élevés que l'extrait éthanolique pour les deux bactéries.

Par ailleurs, il est également important de noter que la taille du disque utilisé peut également influencer l'activité antimicrobienne. En outre, il a été observé que les substances hydrosolubles ont un effet antimicrobien moins prononcé que les substances non hydrosolubles (**Candan et al., 2003**). Cette constatation est probablement liée à la capacité des molécules liposolubles à s'insérer dans les membranes cellulaires des bactéries et les endommager (**Khadri, 2018**).

Pour cela nous pouvons conclure que l'activité antimicrobienne des extraits ne dépend pas seulement des composés phénoliques mais aussi de la présence de différents métabolites secondaires tels que les Tanins, alcaloïdes et les flavonoïdes.

Enfin, tous ces résultats montrent la richesse de *M. chamomilla* en composés phénoliques qui sont derrière ses actions positives, ce qui montre l'importance de l'utilisation de cette plante en médecine locale sous forme d'une simple préparation « fait-maison » comme un anti-inflammatoire ou un antimicrobien.

2.1. Concentration minimale inhibitrice (CMI) et concentration minimale bactéricide (CMB) de l'extrait éthanolique et l'extrait méthanolique de *Matricaria chamomilla* L.

L'activité antimicrobienne est suivie par le test de CMI et CMB. Les résultats sont présentés dans le tableau 08 et figure 28.

Tableau 08 : Concentration minimale inhibitrice (CMI) et concentration minimale bactéricide (CMB) de l'extrait éthanolique et l'extrait méthanolique de *Matricaria chamomilla*.

Souches bactériennes	E. Méthanolique			E. Ethanolique		
	CMI	CMB	PA	CMI	CMB	PA
Bactéries Gram +						
<i>Streptococcus pneumoniae</i> (BMR)	1,25	10	8	2,5	10	4
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	0,04	0,08	2*	0,08	0,16	2*
<i>Staphylococcus aureus</i>	2,5	2,5	1*	0,04	0,08	2*
Bactéries Gram -						
<i>Escherichia coli</i>	1,25	2,5	2*	10	10	1*
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	0,02	0,02	1*	5	10	2*
<i>Escherichia coli</i> (BMR)	2,5	10	4	1,25	10	8
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (BMR)	2,5	2,5	2*	2,5	5	2*
Champignon						
<i>Candida albicans</i>	2,5	5	2*	5	10	2*
PA = CMB/CMI ; PA avec * = Pouvoir bactéricide ; PA sans * = Pouvoir bactériostatique ; CMB et CMI en mg/ml						

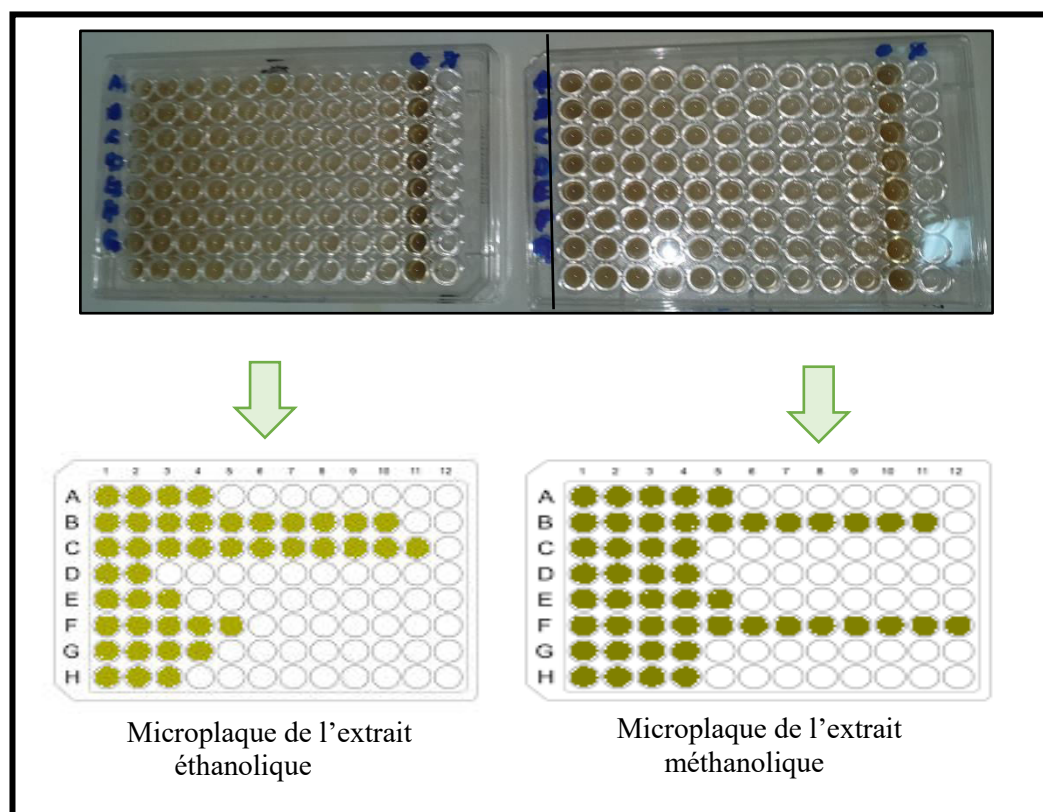


Figure 28 : Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI)

D'après le rapport d'activité CMB/CMI, les deux extraits ont démontré une activité tant bactéricide que bactériostatique contre l'ensemble des souches étudiées. Cependant, toutes les souches ont présenté une activité bactéricide lorsque exposées à l'extrait éthanolique, y compris *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* (BMR), *Escherichia coli*, et *Candida Albicans*. De même, l'extrait méthanolique a également montré une activité bactéricide contre les mêmes souches que l'extrait éthanolique. exprimée par des concentrations minimales inhibitrices élevées peut être expliquée par le fait que les composés responsables de l'action antibactérienne sont de nature hautement lipophile (Albano et Miguel, 2010). D'ailleurs les substances hydrosolubles exercent un effet plus faible par rapport à celui des substances non hydrosolubles (Candan et al., 2003). Cela réfère probablement à la capacité des molécules liposolubles à s'insérer dans les membranes de ces cellules bactériennes et les endommager (Khadri, 2018).

Naiini et al. (2009) ont évalué la concentration minimale inhibitrice (CMI) et la concentration minimale bactéricide (CMB) de certains extraits de plantes, dont *Matricaria chamomilla*, contre *Candida albicans*. Leurs résultats ont montré que l'extrait de *Matricaria chamomilla* n'a présenté aucun effet antifongique, quelle que soit la concentration testée. En revanche, dans notre étude, nous avons observé que *Candida albicans* était extrêmement sensible aux deux extraits de *Matricaria chamomilla*, démontrant ainsi une sensibilité marquée à cette espèce végétale.

L'action bactéricide de l'extrait polyphénolique sur la cellule bactérienne demeure encore insuffisamment élucidée (Lakhdar et al., 2012). Divers auteurs attestent que plusieurs mécanismes seraient mis en jeu (Bakkali et al., 2008); tels que : la précipitation des protéines et des acides nucléiques (Rafi et al., 1994), aussi l'inhibition de la synthèse des macromolécules (AND, ARN, protéines et peptidoglycanes (Combe et al. , 1988), aussi l'inhibition de la perméabilité membranaire sélective (Bouchikhi, 1994) et détérioration membranaire, inhibition de la glycolyse et déplétion potassique (Cox et al., 1998), aussi la modification de la morphologie de la cellule bactérienne (Pattnaik, 1995), et l'absorption et formation d'un film autour de la cellule bactérienne avec inhibition des processus de respiration, d'absorption et d'excrétion (Rafi et al., 1994).

Les résultats d'autres travaux ont démontré que les solvants de polarité plus élevée sont plus efficaces pour extraire les composés bioactifs (Cvetanović et al., 2015 ; Metrouh et al., 2015) et, par conséquent, montrent la capacité d'inhiber la croissance microbienne à des concentrations plus faibles (CMI inférieure).

Le potentiel bactéricide de *Matricaria chamomilla* à l'égard de *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* (BMR), *Escherichia*

coli et *Candida albicans*, comme précédemment mentionné, pourrait en partie justifier son utilisation en médecine traditionnelle pour le traitement de certaines affections. Par exemple, cela pourrait être bénéfique dans le traitement des diarrhées et des infections cutanées, où ces germes sont souvent impliqués, ainsi que dans les infections urinaires et oculaires (Mann *et al.*, 2008).

Dans leur étude Wang *et al.* (2018), ont observé que la quercétine présente une activité bactériostatique puissante contre diverses souches de bactéries, incluant *Salmonella enterica* sérotype Typhimurium, *Pseudomonas aeruginosa*, *P. fluorescens*, *Helicobacter pylori*, *Staphylococcus epidermidis*, *S. aureus*, *Yersinia enterocolitica*, *Micrococcus luteus*, *Campylobacter jejuni* et *E. coli*. leurs analyse a révélé que cette molécule était plus efficace contre les bactéries Gram-positives que contre les bactéries Gram-négatives.

3. Évaluation de l'activité antioxydant de la *Matricaria chamomilla*

L'utilisation de plusieurs méthodes analytiques complémentaires est recommandée pour l'évaluation de l'efficacité antioxydante d'un extrait. Il existe plusieurs méthodes spectrophotométriques de détermination de l'activité antioxydante. Dans notre étude, nous avons choisi deux méthodes le DPPH et l'ABTS, pour évaluer la capacité de l'extrait méthanolique et l'extrait éthanolique de *Matricaria chamomilla* pour piéger les radicaux libres.

3.1. Test de piégeage du 2,2 Diphenyl 1 picryl hydrazyl (DPPH)

L'étude de la variation de l'activité antiradicalaire en fonction de la concentration des extraits à partir des équations des régressions linéaires des graphes permet de déterminer la concentration qui correspond à 50% d'inhibition des radicaux libres (IC50). Une faible valeur d'IC50 correspond à une grande efficacité de l'extrait.

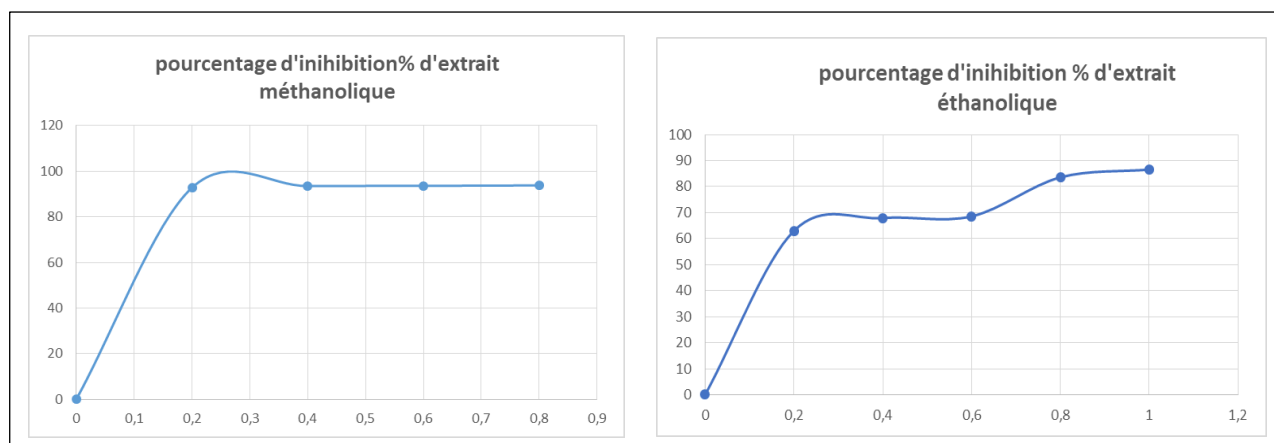


Figure 29 : Pourcentage d'inhibition de DPPH des deux extraits de *Matricaria chamomilla*

D'après les résultats obtenus dans la figure 29, l'évolution de l'activité antiradicalaire est dose-dépendante, car elle augmente avec l'augmentation des concentrations de notre extrait méthanolique et l'extrait éthanolique dans le milieu réactionnel dont le pourcentage d'inhibition augmente graduellement ou progressivement jusqu'à arriver à un plateau qui correspond à l'enrayement presque total du DPPH• présent dans le milieu. l'activité antiradicalaire montrent que les deux extraits de *Matricaria chamomilla* présente un très bon pouvoir antioxydant ont exhibé d'importantes capacités inhibitrices du DPPH avec des pourcentages d'inhibition du DPPH important à $92.8 \pm 0,2 \%$ à l'extrait méthanolique et $63 \pm 0,2\%$ d'extrait éthanolique.

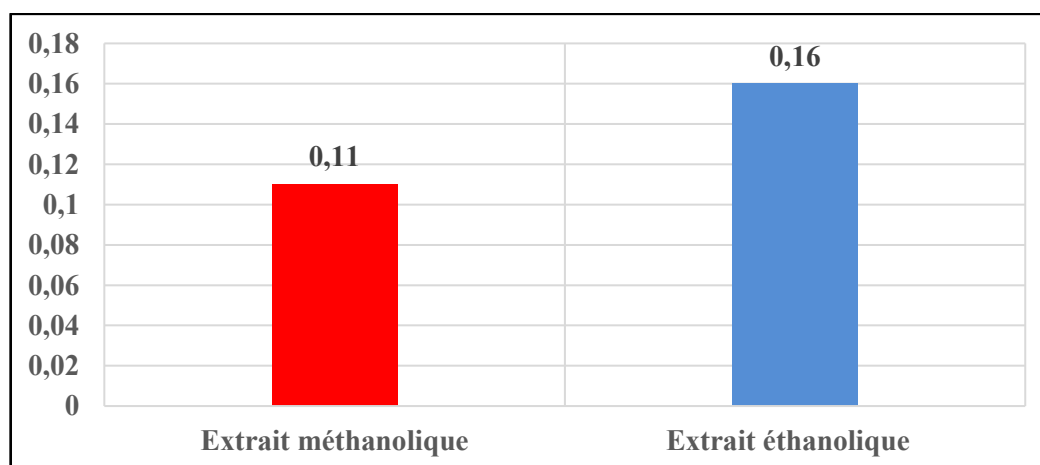


Figure 30: Valeurs des IC50 en % des deux extraits de *Matricaria chamomilla* .

Pour caractériser le pouvoir antiradicalaire ; la concentration effective à 50% (IC 50) qui a été déterminée pour chaque échantillon, est définie comme étant la concentration du substrat qui cause la perte de 50% de l'activité de DPPH• (couleur), ou encore, c'est la concentration de l'échantillon exigé pour donner une diminution de 50% de l'absorbance de la solution contrôle constituée de méthanol et DPPH• (**Mensor et al., 2001**). La valeur d'IC50 est inversement proportionnelle à la capacité antioxydante (taux d'inhibition I%) d'un composé en effet, Plus elle est faible, plus l'activité antiradicalaire d'un composé est appréciable.

Tableau 09 : Valeurs du test DPPH des IC50 en µg/ml des deux extraits

Extraits	DPPH
Méthanolique	$0,11 \pm 0,010$
Ethanolique	$0,16 \pm 0,005$

L'analyse de l'efficacité antioxydante des extraits de *Matricaria chamomilla* in vitro, à l'extrait méthanolique de l'espèce a démontré une capacité notable de neutraliser le radical libre DPPH•, illustrée par une valeur IC50 de $0,11 \pm 0,2$ mg/ml, par rapport à l'extrait éthanolique qui a enregistré une IC50 de $0,16 \pm 0,2$ mg/ml, indiquant une moindre efficacité à inhiber les radicaux libres (Fig. 30) (Tab. 09). Ces observations confirment que l'extrait méthanolique représente un piègeur de radicaux libres plus puissant.

L'activité antioxydante de l'extrait méthanolique est principalement attribuable à la concentration élevée de composés phénoliques, notamment les flavonoïdes, connus pour leur capacité à séquestrer des espèces radicalaires et des formes réactives de l'oxygène.

La littérature scientifique, telle que les travaux de **Silva et al. (2007)**, souligne l'importance de la taille des particules dans l'extraction des composés phénoliques, où des particules plus fines favorisent un meilleur rendement dû à une augmentation de la surface de contact entre le solvant et la matière végétale. **Escribano-Bailon et Santos-Buelga (2003)** ont également observé que la réduction de la taille des particules par mouture améliore l'efficacité de l'extraction par une augmentation des surfaces d'échanges.

Des études comparatives, telles que celles réalisées par **Niknam et al. (2021)**, indiquent que bien que l'extrait brut de *Matricaria chamomilla* L. capte de manière significative le radical DPPH (IC50 = 84,2 µg/ml), son potentiel reste inférieur à celui de références standard telles que le BHT (IC50 = 7,8 µg/ml). Selon **Hajjaj (2017)** rapporte des résultats similaires pour l'extrait aqueux de cette plante, avec une IC50 de $72,37 \pm 0,89$ µg/ml, comparable à celle de l'extrait méthanolique. Ces résultats suggèrent que l'efficacité du piégeage des radicaux augmente proportionnellement avec la concentration en polyphénols.

La richesse en flavonoïdes de l'extrait contribue également à son activité antioxydante, comme le soulignent **Turkmen et al. (2005)**, qui notent que les flavonoïdes, en raison de leur structure chimique idéale, agissent efficacement comme donneurs d'hydrogène pour neutraliser le radical DPPH. Ces auteurs ont par ailleurs établi une corrélation positive entre la présence de composés antioxydants dans diverses parties de la plante et leur activité antioxydante.

Les flavonoïdes sont identifiés comme des agents potentiellement antioxydants, capables de séquestrer les espèces radicalaires et les formes réactives de l'oxygène. Le mécanisme sous-jacent de l'interaction entre ces antioxydants et le radical DPPH est influencé par la structure conformationnelle

de l'antioxydant ainsi que par le nombre de groupes hydroxyles (OH) présents sur les structures des flavonoïdes, qui modulent divers mécanismes antioxydants (**Guignard, 1994**).

D'après ces résultats, nous avons conclu que l'effet scavenger augmente avec l'augmentation de la concentration des polyphénols dans l'extrait. Ce qui suggère que l'effet antioxydant de l'extrait de plante est lié à la quantité de polyphénols présents. Cette hypothèse est confirmée par plusieurs chercheurs (**Hodzic et al., 2009; Jayaprakash et al., 2007; Agbor et al., 2007**).

Cette bonne activité antioxydante de l'extrait méthanolique peut être expliquée par la nature des composés phénoliques qui sont des acides phénoliques tels que l'acide gallique et ses dérivés, les flavonoïdes.

Les flavonoïdes sont reconnus comme des substances potentiellement antioxydantes capables de piéger les espèces radicalaires et les formes réactives de l'oxygène et le mécanisme de la réaction entre l'antioxydant et le DPPH dépend de la conformation structurale de l'antioxydant et du nombre de radicaux. L'antioxydant, et le nombre de groupes OH des structures des flavonoïdes peuvent influencer les différents mécanismes antioxydants (**Guignard, 1994**).

Enfin, cette étude montre que le potentiel antioxydant de radicaux libres de la plante *Matricaria chamomilla* peut être considéré comme une source d'antioxydants naturels.

3.2. Test de piégeage 2,2-azinobis 3-ethyl-benzothiazoline 6-sulphonate (ABTS) :

Ce test est basé sur la capacité d'un antioxydant à stabiliser le radical cationique ABTS^{•+} de coloration bleu-vert en le transformant en ABTS⁺ incolore, par piégeage d'un proton par l'antioxydant. La capacité de piégeage des radicaux libres a été exprimée par la concentration effective IC₅₀ de l'antioxydant (µg/ml) qui représente la concentration nécessaire pour récupérer 50% de radicaux d'ABTS.

Les résultats obtenus sont regroupés dans le Tableau 10

Tableau 10 : Résultats de l'activité antioxydante évaluée par le test ABTS.

Extraits	ABTS
Méthanolique	0,10 ± 0,01
Ethanolique	0,12 ± 0,01

Les résultats ont été exprimés par détermination d'IC₅₀ (concentration en antioxydant nécessaire pour réduire de 50 % la concentration initiale en ABTS•+) Plus la valeur d'IC₅₀ est petite plus la capacité antioxydante de nos extraits est importante.

Les résultats ont montré que l'extrait méthanolique présentait une activité antioxydante plus forte que l'extrait éthanolique Avec des IC₅₀ de $0,10 \pm 0,01$ µg/ml. Ce travail est en accord avec des résultats. Selon lesquels les polyphénols constitueraient une bonne source d'antioxydant naturel.

En effet, l'activité anti-radicalaire de *M. chamomilla* de l'étude **El Mihyaoui (2022)** du Portugal a été évaluée. Les radicaux ABTS été de valeur entre 12 et 19 mg ET/gMS. Cependant l'activité rapporté été inférieur au l'activité radicalaire de l'ABTS de Trolox (IC₅₀ = 2,24 g/mL), le composant utilisé comme standard (**Kolodziejczyk-czepas et al., 2015**).

Vu la différence de technique et d'expression des résultats, il est assez difficile de comparer notre résultat à ceux de la littérature. Ce Cependant, il y a des études qui ont montré que les extraits de *M. chamomilla* avaient une bonne activité antioxydante.



Conclusion

Conclusion

Ces dernières années, il y a eu un grand intérêt pour la découverte de nouveaux agents antimicrobiens en raison de l'augmentation alarmante des infections causées par des microorganismes résistants aux antibiotiques. Cela met en lumière le potentiel pharmacologique des plantes médicinales, telles que *La Matricaria chamomilla* L. de la famille des Asteraceae, reconnues pour leurs propriétés thérapeutiques. Elles représentent une alternative prometteuse pour pallier les insuffisances des antibiotiques actuels.

Cette étude a mis en évidence l'activité antimicrobienne, notamment antibactérienne et antifongique, des extraits de *M. chamomilla* vis-à-vis des souches bactériennes à Gram positif *Streptococcus pneumoniae* (BMR), *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus* et à Gram négatif *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* (BMR), *Escherichia coli* (BMR), ainsi que souche de référence *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 25853), et deux souches fongiques *Candida albicans*, *Trichophyton rubrum*, prélevées à partir de divers prélèvements biologiques. L'activité antioxydante des extraits a été évaluée par les tests de piégeage des radicaux libres DPPH et ABTS.

Dans la première partie de l'étude, nous avons procédé à l'extraction de deux types d'extraits et à la détermination de leur rendement à partir de la plante. L'extrait méthanolique a montré un rendement de 37,5 %, tandis que l'extrait éthanolique a montré un rendement de 16,9 %, des valeurs significatives comparées aux études précédentes sur la même espèce.

Dans la deuxième partie, les résultats des deux extraits ont révélé que les diamètres des zones d'inhibition varient de 0 mm à 24 mm, avec des CMI et CMB variant entre 0,02 mg/ml et 10 mg/ml., a montré une activité antibactérienne importante vis-à-vis des souches pathogènes testées (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae* (BMR), *Candida albicans*). À l'exception de *Trichophyton rubrum*, s'est montrée résistante vis-à-vis des deux extraits.

Les deux extraits testés ont également montré une activité bactéricide contre *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* (BMR), *Candida Albicans* et bactériostatique contre *Streptococcus pneumoniae* (BMR), *Escherichia coli* (BMR).

Ces résultats suggèrent que *M. chamomilla* pourrait être utilisé comme agent antibactérien naturel contre les infections humaines et pour la préservation des aliments. Le développement d'agents

antimicrobiens naturels contribuerait à atténuer les effets négatifs des produits chimiques synthétiques et des médicaments, tels que la pollution de l'environnement et la résistance.

Notre étude montre que l'utilisation combinée des méthodes spectrophotométriques DPPH et ABTS est cruciale pour évaluer l'activité antioxydante des extraits de *Matricaria chamomilla*. L'extrait méthanolique se distingue par sa capacité élevée à neutraliser les radicaux libres, avec des valeurs d'IC₅₀ de $0,11 \pm 0,010$ mg/ml pour le DPPH et $0,10 \pm 0,01$ µg/ml pour l'ABTS, comparativement à l'extrait éthanolique.

Les résultats ont indiqué que l'extrait méthanolique de *Matricaria chamomilla* possède un effet antimicrobien significatif, tandis que l'extrait éthanolique a montré une activité antimicrobienne limitée contre les champignons et les bactéries testés. De plus, l'extrait méthanolique a démontré un pouvoir antioxydant très élevé et une efficacité supérieure.

Les résultats obtenus dans ces études sont d'une grande importance mais restent préliminaires, et pour les perspectives et afin d'approfondir notre travail, d'autres approches et études sont souhaitables à réaliser, il serait intéressant de :

- ✓ Déterminer sa composition chimique, et identifier les principes actifs.
- ✓ Étudier d'autres propriétés biologiques de cette plante, à savoir les propriétés anti-inflammatoires, antivirales, antiparasitaires et insecticides.
- ✓ Évaluer les caractéristiques organoleptiques telles que l'aspect, la couleur et l'odeur.
- ✓ Détermination de deux propriétés physico-chimique (Indice de réfraction et indice de Brix),
- ✓ Utiliser la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CPG-SM).
- ✓ Tester différentes méthodes d'extraction pour optimiser le rendement et la qualité des extraits obtenus.



Références bibliographiques

Références Bibliographies

A

- Abdoul-latif F. M., Somda M.k., Fourreh A. E., Okieha A., Saide N., et Merito A. et Yagi S. (2011).** Evaluation of microbiological quality of raw milk from farmers and dairy producers in six districts of Djibouti. *J Food Microbiol Saf Hyg* 2:201.
- Aberkane, M.C. (2006).** Etude phytochimique de la plante *Publicaria laciniata*. Thèse de doctorat. Batna: 163.
- Agbor GA, Kuate D and Oben JE. (2007).** Medicinal plants can be good source of antioxidants: 2006). A systematic survey of antioxidant activity of 30 Chinese medicinal plants using the ferric reducing antioxidant power assay. *Food Chemistry* (97) :711.
- Ait Baziz H., Chemali A. (2017).** Evaluation de l'activité antioxydante et de l'activité antimicrobienne de l'extrait méthanolique d'une plante médicinale locale. Mémoire master. Univ. A. Mira. Bejaia : 11
- Alkuraishy H., Al-Gareeb A., Albuhadilly A. et Alwindy S. (2015).** In vitro assessment of the antibacterial activity of *Matricaria chamomile* alcoholic extract against pathogenic bacterial strains. *British Microbiology Research Journal* 7 (2): 61,
- Amsterdam JD., Li Y., Soeller I. (2009).** Un essai randomisé, en double aveugle et contrôlé par placebo sur la thérapie orale à l'extrait de *Matricaria recutita* (camomille) pour le trouble d'anxiété généralisée. *J Clin Psychopharmacol* 2 (29) :382
- Amin, G.R. (1991)** .Activite antibacterienne de l'extrait methanolique des ecorces de *manilkara mabokeensis*. *Ienternational journal of Innovation and applied studies* , 25 (2):785.
- Anton R., Lobstein A. (2005).** Plantes aromatiques. Epices, aromates, condiments et huiles essentielles. *Tec & Doc*, Paris :522.
- Al-Dabbagh B., Elhaty I. A., Elhaw M., Murali C., Al Mansoori A., Awad B., et Amin A. (2019).** Antioxidant and anticancer activities of chamomile (*Matricaria recutita* L.). *BMC research notes*, 12(1):8.
- Atefibeibu E.S.I. (2002).** Contribution à l'étude des tanins et de l'activité antibactérienne de *Acacia Nilotica* Var *Adansonii*. Thèse de doctorat. Université Cheikh Anta Diop. Dakar, Sénégal : 200

Avril J.L., Dabernat H., Denis F. Et Monteil H. (1992). Bactériologie clinique, 2^{ème} édition, Ed., Marketing :511.

B

Bahmani M., Saki K., Golshahi H., Rafieian-Kopaei M., Abdali N., Adineh A., Namdari F. Et Bahmani F. (2015). Ethnobotanical and therapeutic uses of camomille. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research. 7(1) : 645.

Bakkali F., Averbek S., Averbek D., et Idaomar M. (2008). Biological effects of essential oils - A review. Food Chemistry Toxicology. 46 : 475.

Balagizi I., Cihyoka A., et Mapatano S. (2005). Lexique et recueil des quelques pratiques en ethnopharmacopée agro-vétérinaire au Kivu. Plateforme Diobass au Kivu :16.

Basli A., Chibane M., Madani K. et Oukil N. (2012). Activité antibactérienne des polyphénols extraits d'une plante médicinale de la flore d'Algérie : Origanum glandulosum Desf. Phytothérapie. 10 :9.

Belkhodja H. (2016). Effet des biomolécules extraites à partir de différentes plantes de la région de Mascara : évaluation biochimiques des marqueurs d'ostéoarticulation et de l'activité biologique. Thèse de doctorat université de Mustapha Tadjer-Mascara :174.

Bellakhdar J. (2006). Plantes médicinales au Maghreb et soins de base, Précis de Phytothérapie Moderne. Editions Le Fennec. Casablanca, Maroc :385.

Belouad A. (2001). Plantes médicinales d'Algérie. Office des Publications Universitaires, Alger, : 10.

Benbott L., Bahri L., Bahri L., Boubendir A., et Yahia A.(2013). Study of the chemical components of *Peganum harmala* and evaluation of acute toxicity of alkaloids extracted in the Wistar albino mice, : 565.

Berche P., Gaillard J-L. Et Simonet M. (1989). Bactériologie : bactéries des infections

Boisivon A., Guibert J., & Acar JF., (1976). Bactéries urinaires enrobées d'anticorps, aspect diagnostique et évolutif. Pathologie Biologie, : 698.

Bouchara J-P., Pihet M., De Gentile L., Cimon B. et Chabasse D. (2010). Les levures et levures. Bioforma. : 16.

Boudieb, K., Kaki, SAS-A., Oulebsir-Mohandkaci, H. et Bennacer A., (2018). Phytochemical Characterization and Antimicrobial Potentialities of Two Medicinal plants, *Chamaemelum nobile* (L.) All and *Matricaria chamomilla* (L.). Int. J. of Innov. Appr. in Sci., 2(4):139.

Bouhdid S., Abrini J., Baudoux D. Et Manresa A., Zhiri A. (2012). Les huiles essentielles de l'origan compact et de la cannelle de Ceylan : pouvoir antibactérien et mécanisme d'action.

Journal de Pharmacie Clinique, 31(3) : 148.

Boutaoui N. (2020). Recherche et détermination structurale de métabolites secondaires de *Matricaria Chamomilla* (Asteraceae), Etude de la phase acétate d'éthyle. Magister en Chimie Organique. Université Constantine, Faculté des Science Exactes : 154.

Ben Alia B. (2020) Différentes méthodes d'extraction de l'espèce *Matricaria chamomilla* : (analyse chimique et étude biologique). Mémoire de master. Université Mohamed Khider de Biskra : 38 .

C

Carvalho A. F., Silva D. M., Silva T. R. C., Scarcelli E., & Manhani, M. R., (2014). Evaluation of the antibacterial activity of ethanolic and cyclohexane extracts of chamomile flowers (*Matricaria chamomilla* L.). *Revista Brasileira de Plantas Medicinai*s, 16 :526.

Candan,F.,Unlu ,M.,Tepe,B.,Daferera ,D.,Polissiou ,M.,Sökemen ,A.et Akpulat.,H.A,(2003). Antioxydant and antimicrobial activity of the essential oil and methanol extracts of *Achillea millefolium* subsp.*millefolium* Afan.(Asteraceae).*Journal of Ethnopharmacology* ,87:220.

Chabasse D., Guiguen C., Contet-Audonneau N., (1999). Mycologie médicale. Masson, Paris. : 319

Chevallier A.(1996). The Encyclopedia of Medicinal Plants .2nd edition ,336.

Chira K., Suh J. H., Saucier C., Teissédre P. L., (2008). Les polyphénols du raisin. *Phytothérapie*. 6 : 82.

Cox-Georgian D., Ramadoss N., Dona C., and Basu C., (2019). Therapeutic and Medicinal Uses of Terpenes. *Medicinal Plants*. 12: 359.

Crain C. B., Arathi R., Winsett, F.T., Wilkerson M.G., (2019). Etude des composés phénoliques et des activités antioxydantes de l'*Acacia ehrenbergiana* de la région de Tindouf. *Journal Algérien des Régions arides (JARA)* NO , 13 (1).

Curty, N. F. R., Martins, L. F. D. S., Ito, C. A. S., Schafranski, M., Brites, D. A., & Busato, C. R. (2014). Morbimortality study of infection in patients undergoing different types of dialysis in a renal replacement therapy center. *Brazilian Journal of Infectious Diseases*, 18, 281-286.

Cvetanović A., Švarc-Gajić J., Zeković Z., Savić S., Vulić J., Mašković P., and Ćetković G. (2015). Comparative analysis of antioxidant, antimicrobiological and cytotoxic activities of native and fermented chamomile ligulate flower extracts. *Planta*, 242(3), 721.

D

Denis F., Poly MC., Martin C., Bingen E., Quentin R. (2011). Bactériologie médicale : techniques usuelles. Edition MASSON :295.

Daouadji D. S., (2010). Détection de biofilm á staphylocoques sur cathéters veineux. Thèse de magister en biologie moléculaire et cellulaire. Université Abou bekr belkaid, Tlemcen. Algérie :19

Djoubani K., Hamadouche N., et Boudraa O. (2017). Evaluation du pouvoir antimicrobien de plusieurs extraits polyphénolique de deux espèces végétales *Chamaemelum nobil* L. et *Matricaria chamomilla* L. Mémoire master. Université M'hamed Bougara Boumerdès :222

Dorman H. J. D., Deans S. G. (2000). Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of applied microbiology*, 88(2) : 316.

Duke J. A. (1997). Anti-fatigue activity of polysaccharide fractions from *Lepidium meyenii* Walp. (maca). *I. J. of Biological Macromolecules* , (95), 1305-1311.

E

Elazhari M., Saile R., Dersi N., Timinouni M., Elmalki A., Bouhali Zriouil S., Hassar M.,

Escribano-Bailon M.T., Santos-Buelga C., (2009). Extraction from foods. Methods in polyphenol analysis. A popular plant with potential medicinal properties . *Pakistan journal of biological sciences*, 15(24)1152-1159.

Essawi T., Srouf M. (2000). Screening of some Palestinian medicinal plants for antibacterial activity. *Journal of Ethnopharmacology* ,70(3):349..

El Mihyaoui A. (2022). Etude de Composes Bioactifs de Plantes Aromatiques et Medicinales : *Cladanthus mixtus* L. et *Matricaria chamomilla* L. Estudio de Compuestos con Bioactividad Molecular

de las Plantas Aromaticas y Medicinales : *Cladanthus mixtus* L. y *Matricaria chamomilla* L. these de doctorat . UNIVERSIDAD DE MURCIA :312

El Mihyaoui A. (2022). Etude de Composes Bioactifs de Plantes Aromatiques et Medicinales : *Cladanthus mixtus* L. et *Matricaria chamomilla* L. Estudio de Compuestos con Bioactividad Molecular de las Plantas Aromaticas y Medicinales : *Cladanthus mixtus* L. y *Matricaria chamomilla* L. : 228.

EL OualiLalami A., El-akhal F., Ouedrhiri W., Ouazzani C.F., Guemmouh R., et Greche H. (2013). Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles de deux plantes aromatiques du centre nord marocain : *Thymus vulagris* et *Thymus satureioidis*. LES TECHNOLOGIES DE LABORATOIRE. 8(31) : 33.

F

Farnsworth N.R., Akerele,O., Bingel A.S., Soejarto, and D.D.,Guo Z. (1986). Places des plantes médicinales dans la thérapeutique. Bulletin de l'organisation mondiale de la santé. 64 (2) :164.

Falleh H., Kousri R., Chaieb K., Karray- Boutaoui N., Trabelsi N., Boulaaba M. and Abdelly C. (2008). Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. Organs, and their biological activities .*C.R.Biologies*. 331 :379.

Fanning S., Mitchell A.P. (2012). Biofilms fongiques. PLoSPathog. 8 : e1002585.

Farnsworth N. R., Akerele O., Bingel A. S., Soejarto D. D. et Guo Z.,(1986). Places des plantes médicinales dan. Antioxydantactivityevaluation of some*Matricariachamomilla* L. extracts. Journal of Agroalimentary Processes and Technologies. : 14(2): 432.

Fontanay S., Mougenot M. E., et Duval R.E. (2015). Evaluation des activités antibactériennes des huiles essentielles et / ou de leurs composants majoritaires. Hegel 5(2)

Fourasté I. (2007). Etude botanique "La camomille, *Matricaria recutita* L., Asteraceae". Art & Caractère Lavaur, Faculté des Sciences Pharmaceutiques de Toulouse. *Art & Caractère Lavaur* :15.

G

Garcia M.C., Lee J.T., Ramsook C.B., Alsteens D., Dufrêne Y.F., Lipke P.N. (2011). Un rôle pour l'amyloïde dans l'agrégation cellulaire et la formation de biofilm. PLoS One. 6 (7632).

Goetz P., Ghedira K. (2012). *Matricaria recutita* L. Rauschert (Asteraceae) : Camomille allemande, matricaire. Phytothérapie Anti-Infectieuse :303.

Górniak I., Bartoszewski R., & Króliczewski J. (2019). Comprehensive review of antimicrobial activities of plant flavonoids. *Phytochemistry Reviews*, 18(1), 241-272.

Gottstein B., Conraths F., & Buxton D. (2007). Protozoal Abortion in Farm Ruminants: Guidelines for Diagnosis and Control. South-Eastern Gabon – An Overview. *International Journal of Women's Health*. 14 :515.

Guignard J.L., Cossen L., Henry M. (1999). Abrégé de Phytochimie, Ed. Masson, Paris: 319

Güzel Y., Güzelşemme M., & Miski M., (2015). Ethnobotany of medicinal plants used in Antakya: A multicultural district in Hatay Province of Turkey. *Journal of Ethnopharmacology*, 174:152.

Greenfield H. (2012). Plantes aromatiques p 475-480) 34. edition. Ed: McGraw-Hill. New York. :386.

H

Hartman K.C .et Onofre S.B. (2010). Activité antimicrobienne des huiles essentielles de camomille (*Matricaria chamomilla* L.) Santé et recherche 3 (3)

Hadj Mohamed k., Aydi S., Aydi S., Bousnina H., Haddad M., (2021). *Matricaria recutita* L. : Phytochemical characterization, biological activities and possibility of application in biological control. *Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology*, 83 (1), 4789-4797

Hedjaz Y., Nouar H., et Nouar Z. (2017). Activité antibactérienne de l'extrait méthanolique de la camomille sur les souches bactériennes responsable des infections oculaires

Hamia C., Guergab A., elhouda Rennane N., Birache M., Haddad M., Saidi M., Yousfi M.

(2014). Influence des solvants sur le contenu en composés phénoliques et l'activité antioxydante des extraits du *Rhanterium dpressium*. *Hawliyat-al-'Ulūmwa-al-Tiknūlūjiyā*, 6(1), 33-39.

Harrar A.E.N. (2012). Activités antioxydante et antimicrobienne d'extraits de *Rhamnus alaternus* L. Magister en Biochimie et physiologie expérimentale. Université Ferhat Abbas, Sétif:67.

Heywood V. H., Brummitt R. K., Culham A., and Seberg O. (2007) "Flowering Plant Families of the World." Firefly Books : 150

Hinneburg, I., Damier-Dorman, H.J & Hiltunen, R. (2006). Antioxidant activities of extracts from selected culinary herbs etepices. *Food Chemistry*, 97 : 122- 129.

Hippius H.,(1981). "Pharmacology and toxicology of chamomile." Environmental Health Perspectives 38 (1981): 83-91.

Hajaji S., Sifaoui I., López-Arencibia A., Reyes-Batlle M., Valladares B., Pinero J. E., & Akkari H. (2017). Amoebicidal activity of α -bisabolol, the main sesquiterpene in chamomile (*Matricaria recutita* L.) essential oil against the trophozoite stage of *Acanthamoeba castellanii* Neff. Acta Parasitologica, 62(2) :295.

Hodzic Z., Pasalic H., Memisevic A., Srabovic M., Saletovic M. and Poljakovic M. (2009). The Influence of total phenols content on antioxidant capacity in the whole grain extracts. Scientific research. 28 (3),471-477.

I

Ismail M. C., Waleed S., Ibrahim K., & Fakhri N. U.(2013). Synergistic interaction between chamomile flower (*Matricaria chamomilla* L.) extracts and tetracycline against wound infection bacteria. *Al-Nahrain Journal of Science*, 16(3) :195.

J

Jayaprakasha G.K. and Patil B.S. (2007). In vitro evaluation of the antioxidant activities in fruit Extracts from citron and blood orange. Food chemistry. 101 :418.

K

Kato A., Minoshima Y., Yamamoto J., Adachi I., Watson A. A., & Nash R. J. (2008). Protective Effects of Dietary Chamomile Tea on Diabetic Complications. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56(17), 8206–8211.

Khadri S. (2018). Evaluation de l'activité antibactérienne, antioxydante et cicatrisante des brûlures thermiques des composés phénoliques extraits de la plante médicinale *Cystustrifolus* de l'Est Algérien.

Kumamoto C.A. (2008). Mécanismes moléculaires de mécanosensing et leurs rôles dans la détection de contact fongique. Nat Rev Microbiol. 6: 667–73.

Kumara N., Goel N. (2019). Phenolic acids: Natural versatile molecules with promising therapeutic applications. Biotechnology Reports. E00370.

L

Lambert R.J.W., Skandamis P.N., Coote P.J., Ema and Nychas G.J. (2001). A study the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *Journal of applied microbiology*, 91(3), 453-426.

Linnaeus C. (1753). *Species Plantarum*. Laurentii Salvii. Ed. species plantarum. New York. :386

Lis-Balchin M., Deans S.G., et Eaglesham E. (1998). Relationship between bioactivity and chemical composition of commercial essential oils. flavour frag bioactivity and chemical composition of commercial essential oils. *Flavour Fragrance Journal* 13 :104.

Loic G. (2014). Livre de l'interne en médecine interne - 2e édition. Lavoisier :98

M

Mahdjar S. 2013. Contribution à l'étude de la composition chimique de la plante *Matricaria pubescens* et à évaluation de son activité antioxydante. Mémoire master. Université Kasdi Merbah Ouargla.:21

Martinez T. (2017) "Carvacrol and human health: A comprehensive review." *Phytotherapy Research* 31, no. 6 :811-831.

Mckay D.L., Blumberg J.B. (2006). A review of the bioactive and potential health benefits of chamomille tea (*Matricaria recutita* L.). *Phytother Resreach*, 20, 510-530.

Mekonnen A., Yitayew B., Tesema A., Taddese S., (2016). In Vitro Antimicrobial Activity of Essential Oil of *Thymus schimperi*, *Matricaria chamomilla*, *Eucalyptus globulus*, and *Rosmarinus officinalis*. *Int J Microbiol.* : 545-693.

Menale B., De Castro O., Di Iorio E., Ranaldi M., & Muoio R. (2021). Discovering the ethnobotanical traditions of the island of Procida (Campania, southern Italy). *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology*, 119.

Mensor L.I., Menezes F.S., Leitao G.G., Reis A.S., dos Santos T., Coube C.S., et Leitao, S.G., (2001). Screening of Brazillian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. *Phytother. Res*, 15, 127-130

Mezache N., (2010). Détermination structurale et évaluation biologique de substances naturelles de quelques espèces de la famille Asteraceae : *Senecio giganteus* Desf, et *Chrysanthemum myconis* L. Thèse doctorat, Université Mentouri Constantine.p30

Mezhoudi S., et Moulla A. (2015). Evaluation de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles et l'activité antioxydant des polyphénols de deux espèces de Camomille de la région de Boumerdès. Master Académique en biologie. Université M'Hamed Bougara Boumerdès. Faculté des Sciences.68.

Mikou K., Rachiq S., & Jarrar Oulidi A. (2016). Étude ethnobotanique des plantes médicinales et aromatiques utilisées dans la ville de Fès au Maroc. *Phytotherapie*, 14(1), 35-43.

Mincsovics E., Ott P., Alberti Á., Böszörményi A., Héthelyi É., Szöke, É., et Móricz, Á. (2013).

In-situ clean-up and OPLC fractionation of chamomile flower extract to search active components by bioautography. *JPC-Journal of Planar Chromatography-Modern TLC*, 26(2), 172-179.

Molyneux P. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin J. Sci. Technol*, 26 (2), 211-219.

Moroh J., Bahi C., Dje K., Loukou Y.,et Gued-Guina F. (2008). Etude de l'activité antibactérienne de l'extrait acétique de *morinda morindoides* sur la croissance in vitro des souches d'*Escherichia colis*. Bulletin de la société royale des sciences de liège : 44-66.

N

Naili M.B., Alghazeer O.A., Saleh N.A. and Al-Najjar A.Y. (2010). Evaluation of antibacterial and antioxidant activities of *Artemisia campestris* (Asteraceae) and *Ziziphus lotus* (Rhamnaceae). *Arab. J. Chem.* 3: 79–84.

Nauciel C., Vildé JL. (2005). Bactériologie médicale. Ed. Masson. France. Pp: 20-122.

Neves J. M., Matos C., Moutinho C., Queiroz G., & Gomes L. R. (2009). Ethnopharmacological notes about ancient uses of medicinal plants in Trás-os-Montes (northern of Portugal). *Journal of Ethnopharmacology*, 124(2), 270-283.

Nicholls S., MacCallum D.M., Kaffarnik FA., Selway L., Peck S.C., et Brown A.J. (2011). Activation of the heat shock transcription factor Hsf1 is essential for the full virulence of the fungal pathogen *Candida albicans*. *Fungal Genet Biol.* 48 : 297–305.

Nikaido H. (2003). Molecular basis of bacterial outer membrane permeability revisited. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. 67(4): 593-656

Niknam, S., Tofighi, Z., Faramarzi, M. A., Abdollahifar, M. A., Sajadi, E. Dinarvand, R., et Toliyat, T. (2021). Polyherbal combination for wound healing: *Matricaria chamomilla* L. and *Punica granatum* L. *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences*, 29(1), 133-145

O

OMS. (2002). Résistance aux Antimicrobiens. Aide-mémoire N°194.OMS/ Genève.

Ouis N. (2015). Étude Chimiques et Biologiques Des Huiles Essentiels De Coriandre, Fenouil, Et De Persil, Thèse De Doctorat En Chimie Organique, Université D'Oran 1, P-19,20.

Owlia P., Rasooli I., Saderi H. (2007). Antistreptococcal and antioxidant activity of essential oil from *Matricaria chamomilla* L. *Research Journal Biolalagic Science*, 2(2), 237-239.

P

Panche A. N., Diwan A. D., Et Chandra S. R. (2016). Flavonoids: an overview. *Journal of Nutritional Science*. vol. 5. E47. 1-15.

Parek E.J., et Kim J. (1998). *Planta Medica*. Livre :752

Park Talaro K. (2008). *Foundations In Microbiology: BASIC PRINCIPLES*.

Paris R., Moyse M. (1971). Précis de matière médicale. Ed. Masson, Tome III, 407.

Petrakou K., Iatrou G., & Lamari F. N. (2020). Ethnopharmacological survey of medicinal plants traded in herbal markets in the Peloponnisos, Greece. *Journal of Herbal Medicine*, 19, 100305.

Pierre M., et Lys M. (2007). Secrets des plantes pour se soigner naturellement. Editions Artémis, Slovaquie. : 89-198.

Pietro N., Constanze K., Gabriele Ginter H., Et Hans-Jürgen T. (2014) Mycology – an update. Part 1: Dermatomycoses: Causative agents, epidemiology and pathogenesis

Pinto, T., Aires A., Cosme, F., Bacelar E., Morais M. C., Oliveira, I., & Gonçalves B. (2021). Bioactive (Poly) phenols, volatile compounds from vegetables, medicinal and aromatic plants. *Foods*, 10(1), 106.

Q

Quezel P., & Santa S., (1963). Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, Tome II. Edition du centre national de la Recherche scientifique. Paris. : 788.

R

Rafrat M., Zemestani M., Asghari-Jafarabadi M. (2015). Effectiveness of chamomile tea on glycemic control and serum lipid profile in patients with type 2 diabetes. *J. Endocrinol. Investig.* 2015, 38, 163–170.

Rhayour K., Bouchikh T., Tantaoui-Elaraki A., Sendide K., Remmal A. (2003). The mechanism of bactericidal action of oregano and clove essential oils and of their phenolic major components on *Escherichia coli* and *Bacillus subtilis*. *Journal of Essential Oil Research*, 15(4), 286-292.

Rheem Obead A., (2019). Novelty effect of extract of alcohol for *Matricaria chamomilla* on bacterial growth. *Plant archives* vol. 19 no. 1, : 1850-1852.

Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M & Rice-Evans C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation Decolorization assay. *Elsevier Science*. 26 : 1231-1236.

Reygaert W. C., (2014). The antimicrobial possibilities of green tea. *Frontiers in microbiology*, :434.

Rhattas M., Douira A. et Zidane L. (2016). Étude ethnobotanique des plantes médicinales dans le Parc National de Talassemtane (Rif occidental du Maroc). *Journal of Applied Biosciences*. 97:9187 – 9211.

Romero C.D., Chopin S.F., Gregory Buck G., Martinez E., Garcia M., Bixby L. (2005).

Antibacterial properties of common herbal remedies of the southwest. *Journal of Ethnopharmacology*, 99 , 253–257.

Ross I.A. (2001). *Matricaria chamomilla*. *Medicinal Plants of the World*. : 285–308.

Runge M. S., & Greganti, M. A., (2008). *Netter's Internal Medicine E-Book*. Elsevier Health Sciences. : 375_418

S

- Sabo V. A., & Knezevic P. (2019).** Antimicrobial activity of *Eucalyptus camaldulensis*
- Sabour , (1911).** British Journal of Dermatology 23: 389
- SanchezMoreno C. (2002).** Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods And biological systems. *International journal of foods Science and Technology*, 121-137.
- Schaechter M., Medoff G., Eisenstein B. (1999).** Microbiologie et pathologie infectieuse. De Boeck Supérieur. : 187-189.
- Sharifi-Rad M., Varoni F., Iriti M., Martorell M., Setzer A . et del Mar Contreras M.**
- Singh C. , Khanam Z., Misra N., Srivastava M. K. (2011).** Chamomille (*Matricaria chamomilla* L.): an overview. *Pharmacognosy reviews*, 5(9), 82.
- Silva N. C. C., Barbosa L., Seito L. N., Fernandes Junior A. (2012).** Antimicrobial activity and phytochemical analysis of crude extracts and essential oils from medicinal plants. *Natural product research*, 26(16), 1510-1514.
- Silva E. M., Rogez H. et Pompeu D. R. (2007).** Optimisation of extraction of phenolics from fruits of *Euterpe oleracea* using Response Surface Methodology. *Bioresource Technology*, 100: 6076-6082.
- Silva J. R. A., Rezende C. M., Pinto A. C., & Amaral, A. C. F. (2010).** Cytotoxicity and antibacterial studies of iridoids and phenolic compounds isolated from the latex of *Himatanthus sucuuba*. *African Journal of Biotechnology*, 9(43), 7357-7360.
- Srivastava J.K., Shankar E. E Gupta S. (2017).** Camomille : Une plante médicinale du passé avec un avenir radieux. *Mol. Méd.* 3 : 895-901
- Szoke E., Maday E., Tyihak E., Kuzokina I.N., Lemberkovics E. (2004).** Ethnobotanical and therapeutic uses of camomille. *J Chromatogr*, 800 2004,800, 231-238.

T

- Turkmen, N., Sari, F., & Velioglu, Y. S. (2005).** The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. *Food chemistry*, 93(4), 713-718.

W

Wachtler B., Citiulo F., Jablonowski N., Förster S., Dalle F. et Schaller M. (2012). *Candida albicans* - interactions épithéliales : disséquer les rôles de la pénétration active, de l'endocytose induite et des facteurs de l'hôte sur le processus infectieux. PLoS One. 7 :345-402

Y

Yap P. S. X., Krishnan T., Chan K. G., & Lim S. H. E. (2015). Antibacterial mode of action of *Cinnamomum verum* bark essential oil, alone and in combination with piperacillin, against a multi-drug-resistant *Escherichia coli* strain. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 25(8), 1299-1306.