

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTRE 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 du Diplôme de Master

Filière : Science Biologique

Spécialité: Microbiologie Appliquée

Intitulé :

**Evaluation de l'activité antibactérienne à base de l'huile
essentielle de Cinnamomum zeylanicum**

Présenté Par:

- GOHTARI Ilef
- BENHAMOUCHE Rania
- ZAHZOUH Amira
- HADI Ilef

Membre de Jury:

Mr. BOUHAYENE Salah	Dr.	Président	Univ. du 20 Août 1955 – Skikda
Mr. MEZADJERI Lyamine	Pr.	Promoteur	Univ. du 20 Août 1955 – Skikda
Mr. BOUGHENDJIOUA Hichem	Pr.	Examinateur	Univ. du 20 Août 1955 – Skikda

Année universitaire 2023/2024

Remerciement

Avant tout, nous remercions le bon Dieu de nous avoir donnés le courage, la patience et la force pour mener à bien ce travail.

Au terme de ce modeste travail, nous souhaitons adresser nos remerciements les plus sincères à ceux qui nous ont influencés tout au long de notre cursus académique.

Tout d'abord nous témoigne toute notre reconnaissance à notre promoteur **Pr. MEZEDJRI Lyamine** pour son soutien, sa disponibilité, ces précieux conseils.

Nous remercions les membres de jury d'avoir accepté de critiquer et d'évaluer ce travail.

Nous remercions également **Pr. BOUGHENDJIOUA Hichem** et **BOUGUEDAH Imene**, pour l'aide précieux.

Enfin nous tenons à remercier tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin pour l'élaboration de ce mémoire.

A tous ceux dont le soutien a été utile et nécessaire.

Dédicace

Je dédie ce projet :

A ma chère mère,

A mon cher père,

Qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.

A mes frères, Aimene et Anisse

A mes chères sœurs, Hadjer et Yasmine

Pour ses soutiens moraux et leurs conseils précieux tout au long de mes études.

A mes chères quadri nômes, Ilef, Amira, Rania

Pour ses ententes et ses sympathies.

A mes chères amies, Maroua et Yasmine

Pour leurs aides et supports dans les moments difficiles.

A toute ma famille.

Gohtari ilef

Dédicace

Je dédie ce projet :

A ma chère mère,

A mon cher père,

Qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.

A mes chères sœurs, Ikram et Lamis.

Pour ses soutiens moral et leurs conseils précieux tout au long de mes études.

A mes chers neveux et nièces,

Merci pour votre présence, vous êtes la source de ma joie, que dieu vous protège pour nous et que vous réussissiez. Je vous aime tous.

A ma moitié et la meilleure sœur au monde, Hazar

J'ai la chance d'avoir une amie comme toi, j'aurais aimé que tu sois avec moi le jour de ma remise des diplômes, tu me manques tellement et je te souhaite le meilleur là ou tu es.

A ma chère binôme, Ilef

Tout au long de notre parcours universitaires nous avons vécu des moments inoubliables, bons et mauvais, je ne trouverai jamais une amie comme toi, merci pour tous. Je te souhaite le meilleur dans ta vie personnelle et professionnelle.

A mes quadri nômes, Amira et Rania

Pour ses ententes et ses sympathies.

A mes chères amies, Hafida, Rania et Aya

Pour leurs aides et supports dans les moments difficiles.

Hadi ilef

Dédicace

À ma chère maman,

À travers chaque page de ce mémoire, je veux t'exprimer toute ma gratitude pour ton amour inconditionnel, ta patience infinie et ton soutien sans faille. Tu as été ma lumière dans les moments sombres, ma force quand j'étais faible, et mon inspiration pour atteindre de nouveaux sommets.

Merci pour tout ce que tu as fait et tout ce que tu es. Que cette dédicace soit le reflet de mon amour et de mon admiration pour toi

À mon cher papa,

je veux t'exprimer toute ma gratitude pour ton soutien indéfectible, ta sagesse inestimable et ton amour inconditionnel. Tu as été mon guide, mon modèle et mon héros, m'inspirant à viser l'excellence et à poursuivre mes rêves avec détermination.

Merci pour ta présence inébranlable, ta sagesse infinie et ton amour sans limites

À mes frères Ahmed et Saloha

À mes frères, mes piliers et mes complices, toujours là pour moi

À ma sœur Oumaima,

Tu es bien plus qu'une sœur pour moi ; tu es ma confidente, ma complice et ma meilleure amie. Chaque moment passé ensemble est un trésor, rempli de rires, de partages et de soutien mutuel. Ta gentillesse et ta générosité sont des qualités qui m'inspirent chaque jour. Je suis reconnaissant de t'avoir dans ma vie.

À ma chère sœur Asma

À travers les bons moments et les défis que nous avons affrontés ensemble, ta présence a toujours été un rayon de lumière dans ma vie. Que notre lien continue de grandir et de s'épanouir, rempli de complicité et de soutien.

À mes chères sœurs lyna mana rahma maria silina

Vous êtes les étoiles qui illuminent ma vie de bonheur et de complicité. À travers les rires partagés, les confidences échangées et les moments de soutien inconditionnel, vous êtes toujours là, prêtes à enrichir chaque instant de notre précieux lien familial. Que notre amour continue de grandir et de nous inspirer mutuellement.

AMIRA ZAHZOUH

Dédicace

Chère MAMAN En ce jour si spécial, je voudrais te dédier cette magnifique pièce de théâtre que j'ai écrite pour toi. Cette œuvre représente les moments les plus précieux de notre vie ensemble, les rires partagés, les larmes essuyées, les défis surmontés. Chaque scène est un souvenir gravé dans mon cœur, un témoignage de ton amour inconditionnel, de ta force et de ta bienveillance. Je veux te remercier pour tout ce que tu as fait pour moi, pour les sacrifices que tu as consentis, pour les valeurs que tu m'as inculquées. Tu es mon modèle, ma source d'inspiration, mon roc dans les moments difficiles. Cette pièce est ma manière de te dire à quel point je t'aime, à quel point je suis reconnaissant d'avoir une mère aussi exceptionnelle que toi

Chère Reda Ma force, tu es mon roc, ma lumière. Je suis tellement reconnaissante de t'avoir à mes côtés, toujours présent et attentif. Tu es mon compagnon de vie, et je n'imaginerai pas un seul instant sans toi. Je veux te remercier pour tout l'amour et le soutien que tu m'apportes chaque jour. Tu es une source de joie et de bonheur pour moi, et je suis impatiente de passer le reste de ma vie à tes côtés.

Je promets de toujours être là pour toi, de te soutenir dans les bons moments comme dans les mauvais, et de t'aimer plus que tout. Je suis tellement reconnaissante de t'avoir comme fiancé et j'ai hâte de devenir ta femme.

Mira & Souma Je voudrais prendre quelques instants pour te parler de nos souvenirs ensemble, car tu es bien plus que deux simples amies pour moi, vous êtes aussi mes sœurs de cœur. Depuis que nous nous sommes rencontrées, il y a plusieurs années déjà, nous avons partagé tellement de moments précieux ensemble. Je me souviens de nos fous rires, de nos confidences tard dans la nuit, de nos escapades improvisées et de nos discussions profondes sur la vie. Vous avez toujours été là pour moi, dans les bons moments comme dans les mauvais, et je sais que je peux compter sur vous en toute circonstance.

Vous êtes une source de force et de soutien pour moi, et je suis tellement reconnaissante de vous avoir dans ma vie. Vous êtes des amies précieuses, mais vous êtes aussi des sœurs pour moi, des confidentes, des complices et des partenaires de fous rires.

Alors je voudrais vous dire merci, merci d'être vous, merci d'être là pour moi, merci d'être cette présence indispensable dans ma vie. Je vous promets de toujours être là pour vous aussi, de partager vos joies, vos peines, vos réussites et vos échecs. Je suis tellement fière et reconnaissante de vous avoir comme amies et comme sœurs, et je sais que notre amitié durera pour toujours.

Manou Je voulais te dire à quel point je suis reconnaissant d'avoir une sœur comme toi dans ma vie. Tu as toujours été là pour moi, me soutenant et m'encourageant dans tout ce que je fais. Tu es une source d'inspiration pour moi.

Et finalement à mes chères amies (Rahma ;Lyna ;Mena ;Maria ;wima) Qui n'ont jamais cessé de me soutenir

Ben Hamouche Rania

Sommaire

Sommaire

Remerciement	
Sommaire	
<i>Liste des figures</i>	
<i>Liste des tableaux</i>	
<i>Liste d'abréviation</i>	
Résumé	
Abstract	
المقدمة	
INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
Chapitre I : Généralité sur les plantes aromatiques et les huiles essentielle	3
I .Plantes Médicinales.....	3
Définition	3
1.Importance des plantes aromatiques et médicinales en Algérie :	3
2.Fonctionnement et intérêts des plantes médicinales :	5
3.Domaine d'application des plantes médicinales	5
3.1.En Cosmétique	5
3.2.En alimentation	5
3.3.En Agriculture	5
II .Les métabolites secondaire	6
1.Définition des métabolites secondaires.....	6
2.Rôle des métabolites secondaires	6
3.Classification des métabolites secondaires	6
III. Huile essentielle :	7
1.Localisation des huiles essentielles dans la plante	7
2.Répartition et fonction des huiles essentielles dans la plante	7
3.Classification.....	8
4.Caractéristiques physico-chimiques des huiles essentielles	8
5.Rôle des huiles essentielles.....	8
6.Composition	9
7.Toxicité des huiles essentielles	10
8.Conservation des huiles essentielles	10
9.Méthode d'extraction par Hydro distillation.....	11
IV.La plante cinnamomum zeylanicum	12
1.Classification botanique	13
2.Partie utilisée	13
3.Extraction :	14
4.Composition chimique.....	14
5.Propriétés physico-chimiques :	15
Chapitre II : Matériels et Méthodes	16

Sommaire

1.Objectif de travail	17
2.Lieu et période d'étude	17
3.Matériel et produits	17
3.1.Matériel biologique	17
a. Matière végétale	17
b. Souches bactériennes	17
c. Milieux de culture utilisés	17
d. Matériel de laboratoire	17
3.2.Méthodes	18
2.La conservation de l'huile essentielle	20
3.Caractéristiques organoleptique.....	20
4.Propriétés physico-chimiques	21
5.Screening phytochimique :	23
6.Chromatographie liquide sur couche mince	25
7.Evaluation l'activité antibactérienne	26
Chapitre III : Résultats et Discussions	32
1.Rendement d'extraction	34
5.Chromatographie liquide sur couche mince.....	37
ConclusionGénérale	44
Bibliographies et Références	47

Liste des figures

Figure 1 :Schéma du principe de la technique d'hydro distillation	11
Figure 2 :Ecorce de <i>C. Cassia</i>	12
Figure 2 : Structure chimique de l'aldéhyde cinnamique et de l'eugénol.	14
Figure 3 : Autres molécules présentes dans l'huile essentielle de la cannelle.	15
Figure 4 : Protocole Expérimentale	18
Figure 5 : Dispositif de l'hydrodistillation.	19
Figure 6 : Les étapes de séparation des phases du distillat.....	20
Figure 7 : Appareil à mesurer l'indice de réfraction.	22
Figure 8 : Papier pH utilisé.....	22
Figure 9 : Réactif de screening	24
Figure 10 : préparation de la plaque CCM.....	26
Figure 11 : Migration des constituants de la <i>cannelle</i>	26
Figure 12 : Technique de repiquage des souches pathogènes sur gélose par la méthode de strie	27
Figure 13 : Méthode évaluation activités antibactériennes des extraits par la méthode des puits.....	29
Figure 14 : Les étapes de réalisation l'activité antibactérienne	31
Figure 15 : La plaque CCM après développement, avant et après visualisation par la lampe UV pour les différents extraits.....	38

Liste des tableaux

Tableau 1 : Verreries et appareillage.....	18
Tableau 2 : Solvant utilisé au CCM.....	25
Tableau 3: Les espaces bactériennes et origine.....	27
Tableau 4 : Les diamètres des taux d'inhibition	30
Tableau 5 : Rendement d'extraction de l'HE de <i>Cinnamomum zeylanicum</i>	34
Tableau 6: Caractéristiques organoleptiques de l'HE de <i>C.zeylanicum</i>	35
Tableau 7 : Résultat du screening phytochimique	36
Tableau 8 : montre l'analyse phytochimique de l'extrait d'écorce de <i>Cinnamomum</i>	37
Tableau 9 : Résultat du calcul des rapports frontaux	38
Tableau 10 : Halos d'inhibition en (mm) provoquée par l'huile essentielle	39
Tableau 11 : Résultat de la méthode de puits et la méthode des disques.....	41

Liste d'abréviation

HE : Huiles Essentielles

PAM : Plantes Aromatiques et Médicinales

esp. - espèces

ENSET : École Supérieure de l'Enseignement Technologique

AFNOR : Association Française de Normalisation

CCM : Chromatographie sur Couche Mince

pH : Potentiel Hydrogène

UFC : Unité Formant Colonie

DO : Densité Optique

°C : Degré Celsius

g : Gramme

ml : Millilitre

h : Heure

min : Minute

RF : Rapport frontal (dans le contexte de la chromatographie sur couche mince)

mm : Millimètre

+ : Résultat positif dans les tests phytochimiques

- : Résultat négatif dans les tests phytochimiques

UV : Ultraviolet (dans le contexte de la visualisation en chromatographie sur couche mince)

cm : Centimètre (utilisé dans la mesure des zones d'inhibition)

mg : Milligramme (utilisé pour certaines échelles de mesure)

mm² : Millimètre carré (utilisé dans le contexte des zones d'inhibition)

Résumé

Ce résumé met en lumière une étude portant sur l'évaluation de l'efficacité antibactérienne de l'huile essentielle de cannelle de Ceylan. Le but de ce travail, est l'étude de notre plante médicinale *Cinnamomum zeylanicum* aussi bien sur le plan chimique que biologique, qui ont révélé sa richesse en métabolites secondaires, Dans ce contexte, nous avons évalué l'activité antibactérienne de l'huile essentielle extraite de l'écorce de la cannelle de Ceylan (*Cinnamomum zeylanicum*). L'extraction a été réalisée par hydro distillation avec un rendement moyen en huile essentielle de 1.38 % .Pour atteindre notre objectif, nous avons utilisé des méthodes d'analyses la chromatographie sur couche mince (CCM), Screening phytochimique, indice de réfraction

L'effet antibactérien de notre plante médicinale a été évalué par la méthode de diffusion des disques sur milieu gélosé Mueller Hinton, pour 4 bactéries Gram(-) : (*E.coli et citrobacter freundii, pseudomonas aeruginosa, klebsiella pneumoniae*).

Cette recherche souligne l'importance potentielle de l'huile essentielle de cannelle de Ceylan en tant qu'agent antibactérien alternatif ou complémentaire dans le domaine médical. Cependant, elle met également en avant la nécessité de mener des études supplémentaires, notamment in vivo, pour mieux comprendre ses mécanismes d'action et son potentiel dans le traitement des infections bactériennes.

Abstract

This summary highlights a study on evaluating the antibacterial efficacy of Ceylon cinnamon essential oil. The aim of this work was to study the medicinal plant *Cinnamomum zeylanicum* both chemically and biologically, revealing its richness in secondary metabolites. In this context, we assessed the antibacterial activity of essential oil extracted from Ceylon cinnamon bark (*Cinnamomum zeylanicum*). Extraction was performed by hydro distillation with an average essential oil yield of 1.38%. To achieve our objective, we used analytical methods such as thin-layer chromatography (TLC), phytochemical screening, and refractive index determination. The antibacterial effect of our medicinal plant was evaluated using the disc diffusion method on Mueller-Hinton agar medium against 4 Gram-negative bacteria: (*E. coli*, *Citrobacter freundii*, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Klebsiella pneumoniae*).

This research underscores the potential importance of Ceylon cinnamon essential oil as an alternative or complementary antibacterial agent in the medical field. However, it also highlights the necessity for further studies, particularly in vivo; to better understand its mechanisms of action and its potential in the treatment of bacterial infections.

سلط هذا الملخص الضوء على دراسة تقييم فعالية الزيت الأساسي للقرفة السيلانية كمضاد للبكتيريا. كان هدف هذا العمل دراسة النبات الطبي *Cinnamomum zeylanicum* من الناحية الكيميائية والبيولوجية، مما كشف عن ثراءه في المركبات الثانوية. في هذا السياق، قمنا بتقييم النشاط المضاد للبكتيريا للزيت الأساسي المستخلص من لحاء القرفة السيلانية (*Cinnamomum zeylanicum*) الاستخراج بواسطة التقطير بالبخار مع نسبة عائد متوسطة للزيت الأساسي تبلغ 1.38%. لتحقيق هدفنا استخدمنا طرق تحليلية مثل الكروماتوغرافيا الرقيقة (TLC)، والفحص النباتي للمركبات الكيميائية، وتحديد معامل الانكسار. تم تقييم التأثير المضاد للبكتيريا لنباتنا الطبي باستخدام طريقة انتشار الأقراص على وسط مولر هينتون ضد 4 بكتيريا سالبة لصبغة الجرام

Pseudomonas aeruginosa *Citrobacter freundii*; *E. coli*:

Klebsiella pneumoniae.

تؤكد هذه الأبحاث أهمية الزيت الأساسي للقرفة السيلانية كعامل مضاد للبكتيريا بديلاً أو مكملاً في المجال الطبي. و مع ذلك، تسلط الضوء أيضاً على ضرورة إجراء المزيد من الدراسات، خاصة في الجسمي لفهم أفضل آلياته الفعلية وإمكانياته في علاج العدوى البكتيرية.



**INTRODUCTION
GÉNÉRALE**

INTRODUCTION GÉNÉRALE

L'utilisation des plantes pour leurs propriétés médicinales est pratiquée depuis l'Antiquité. Ses origines remontent aux grandes civilisations de l'Orient et de l'Occident.

Les Sumériens, les Égyptiens, les Chinois et les Hindous disposaient de toutes sortes de remèdes à base de plantes, comme le montrent des documents écrits des milliers d'années avant notre ère (**Mazars, 2003 ; Clément, 2005**).

Actuellement, de nombreuses questions se posent quant à l'efficacité et à la sécurité des produits chimiques utilisés en médecine et dans l'industrie alimentaire.

En effet, le développement de résistances microbiennes à divers antibiotiques a conduit les chercheurs à recourir à la recherche de molécules naturelles efficaces et sans effets néfastes sur le règne végétal, notamment les plantes médicinales et comestibles (**Rauteretal., 1989**).

Ces dernières années, la recherche de nouvelles méthodes, basées principalement sur l'utilisation de molécules extraites naturellement, a suscité un regain d'intérêt pour la plupart des études scientifiques.

Les huiles essentielles sont très efficaces contre les bactéries résistantes aux antibiotiques et servent donc d'agents thérapeutiques pour le traitement, l'atténuation et la prévention des maladies et des infections (**Akgul et Kivanc, 1998**).

Selon **Armrlin (1974)**, la phytothérapie ou phytothérapie est désormais considérée comme la base de toutes les thérapies.

En phytothérapie et en aromathérapie, les huiles essentielles entrent dans la préparation de médicaments.

Un effet antibactérien important de certaines essences contre le développement de micro-organismes a été prouvé.

Nous nous intéressons donc à la recherche de plantes aromatiques visant à utiliser de nouveaux composés comme alternative aux produits chimiques contre *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli*, qui sont les bactéries les plus sensibles en raison de leur résistance aux antibiotiques et de leur pathogénicité (**Jerome et al.2009**).

Dans ce travail, nous nous interrogerons sur le potentiel de l'association d'huile essentielle de *Cinnamomum Zeylanicum* sur l'activité antibactérienne.

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Pour répondre à cette préoccupation, nous nous sommes intéressés à l'effet des HE sur les bactéries et leur mode d'action.

Deux parties sont consacrées pour cette étude l'une théorique représente quatre chapitres :

- Le premier chapitre, nous avons étudié les propriétés et les utilisations des plantes aromatiques et médicinales
- Le deuxième chapitre était consacré aux métabolites secondaires
- Le troisième chapitre nous a plongés dans l'univers des huiles essentielles,
- Le quatrième chapitre, nous avons étudié en détail la plante *Cinnamomum zeylanicum*, plus communément connue sous le nom de cannelle.

Et pour la partie pratique :

Une partie de matériel et méthodes ou nous établirons :

Une partie qui discutera les résultats obtenus, tout en les commentant, afin d'aboutir à une conclusion générale.



Chapitre I :
Généralité sur les plantes
aromatiques et les huiles
essentielle

I .Plantes Médicinales

Définition

Ce sont des plantes utilisées en médecine traditionnelle, et au moins certaines d'entre elles ont une valeur médicinale. Leur effet provient de leurs composés (métabolites primaires ou secondaires) ou de la synergie entre les différents composés existants (**Sanago, 2006**). Les plantes médicinales sont utilisées en raison de leurs propriétés spéciales qui sont bénéfiques pour la santé humaine. En fait, ils sont utilisés de différentes manières, décoction, infusion et macération. Une ou plusieurs parties d'entre elles, racines, feuilles, fleurs peuvent être utilisées (**Dutertre, 2011**). Selon l'OMS, plus de 20000 plantes utilisées dans le monde pour ses propriétés Médicinales, seulement 2000 à 3000 plantes ont été étudiées au niveau scientifique.

1. Importance des plantes aromatiques et médicinales en Algérie :

En Algérie, l'usage de plantes médicinales est une tradition de mille ans. Les premiers écrits sur les plantes médicinales ont été faits au IX^{ème} siècle par Ishà-Ben-Amran et Abdallah Ben-Lounès, mais la plus grande production de livres a été réalisée au XVII^{ème} et au XVIII^{ème} siècle. Même pendant le colonialisme français de 1830 à 1962 ; les botanistes ont réussi à cataloguer un grand nombre d'espèces médicinales. En 1942, Fourment et Roque ont publié un livre de 200 espèces végétales d'intérêts médicinales. La plupart d'entre elles sont du Nord de l'Algérie et seulement 6 espèces sont localisées au Sahara (**Benhouhou, 2015**).

D'après **Mokkedem (2004)**, en Algérie comme dans tous les pays du Maghreb, les plantes médicinales sont utilisées surtout dans les milieux ruraux par les personnes âgées qui connaissent encore certaines recettes de tisane. Dans le Hoggar, et en absence de médecins dans certaines zones isolées, les Touaregs se soignent avec les plantes médicinales et aromatiques dont ils connaissent le secret transmis de père en fils. En Kabylie, lorsqu'il y a de la neige et les routes sont coupées, les montagnards utilisent des plantes médicinales et aromatiques pour se soigner (fumigation de feuilles d'Eucalyptus contre la grippe). Dans la steppe pendant les transhumances, les nomades utilisent l'armoise blanche pour lutter contre les indigestions.

2. Fonctionnement et intérêts des plantes médicinales :

- Les médicaments allopathiques ne sont composés que d'un seul principe actif contrairement aux médicaments phyto-thérapeutiques qui utilisent l'ensemble des constituants de la plante (**Donald, 2000**).
- Les principes actifs isolés ne sont pas d'une grande efficacité, mais lorsqu'ils sont prélevés avec d'autres substances de la plante, ils révèlent leur aspect pharmacologique (**Cieur et Carillon, 2012**).
- Les substances issues des espèces végétales sont utilisées aussi bien en médecine classique qu'en phytothérapie. (**Iserin, 2001**).
- Les principes actifs végétaux proviennent de processus biotiques, alors que l'essentiel des médicaments de synthèse sont des xénobiotiques aux effets secondaires très mal maîtrisés (**Bruneton, 2009**).

3. Domaine d'application des plantes médicinales

3.1. En Cosmétique

De plus, l'utilisation d'onguents et de gels botaniques permet de protéger ces cosmétiques en raison de leur activité antiseptique et antioxydante, tout en assurant leur odeur agréable (**Vargas et al, 1999**).

3.2. En alimentation

Certaines plantes médicinales peuvent être utilisées pour la santé et l'alimentation. C'est une plante médicinale comestible, comme le céleri (*Aplum graveolens*) utilisé comme assaisonnement et légume, mais en phytothérapie, c'est un diurétique, purifiant, nourrissant et aphrodisiaque (**Hamitouch, 2007**).

3.3. En Agriculture

En médecine Les plantes médicinales sont utilisées pour soigner les maladies, aussi bien chez le médecin que le tradi-praticien. Ces plantes médicaments sont utilisées dans toutes les formes et situations pathologiques (**Hamitouch, 2007**). Les antibiotiques, tels que l'ail (*Allium sativum*) améliorent la capacité de résistance des poumons. Les diurétiques, comme le maïs (*Zea mays*) stimulent la production d'urine. Les laxatifs, comme le séné (*Cassia senna*) stimulent le transit intestinal (**Iserin, 2001**).

II .Les métabolites secondaire

1.Définition des métabolites secondaires

Les métabolites secondaires sont des produits naturels à structures complexes, composant la fraction la plus active des composés chimiques des végétaux, ils varient dans leurs constituants selon les espèces. Ils sont connus par leurs exécutions des fonctions écologiques différentes notamment dans la défense contre les herbivores pathogènes (**Thèse BENMANSOURE Nassima**).

2.Rôle des métabolites secondaires

Les métabolites secondaires jouent un rôle très important notamment, en réponse au stress biotique et abiotique qu'ils peuvent subir tels que, les changements de températures, la sécheresse, la salinité, la radiation, les herbivores, les infections pathogènes, la défense contre l'attaque des organismes compétitifs dont les bactéries, les champignons, les insectes, les animaux et les autres plantes (**Kliebenstein 2012, Costa et al 2013**). Cependant, le rôle écologique le plus important est lié à la fonction reproductrice qui garantit le succès évolutif de toutes les espèces vivantes, les pigments et les composés volatils de ces métabolites peuvent attirer les pollinisateurs et ainsi favoriser la dispersion des graines et la fécondation (**Iriti 2013, Rahmouni E-th, 1966**).

3.Classification des métabolites secondaires

La classification des métabolites secondaires est basées sur : la structure chimique, la composition, leur solubilités dans divers solvants ou leur voie de synthèse.

Le système de classification principal comprend trois grandes classes :

- Les alcaloïdes
- Les terpènes
- Les composés phénoliques

Pour chaque classe nous trouvons des sous-classes avec une complexité dans les structures. (**Justin et al, 2014**).

III. Huile essentielle :

Plusieurs définitions disponibles d'une huile essentielle :

Selon la 8^{ème} éditions de la pharmacopée française (1965), les huiles essentielles (essences = huiles volatiles) sont des produits de composition généralement assez complexe renfermant les principes volatils contenus dans les végétaux et plus ou moins modifiés au cours de la préparation (**Bruneton, 1999**).

1. Localisation des huiles essentielles dans la plante

Les huiles essentielles n'existent quasiment que chez les végétaux supérieurs. Elles peuvent être stockées dans divers organes végétaux :- les fleurs, exemple : orange, rose, lavande

- les feuilles, exemple : citronnelle, eucalyptus
- Les organes souterrains, exemple : racines (vétiver), rhizomes (acore, gingembre...)
- Les fruits, exemple : anis, badiane
- Le bois et l'écorce, exemple : cannelle, bois de rose, santal
- Graines, exemple : muscade (**Brunton, 1999**).

Elles sont produites dans le cytoplasme des cellules sécrétrices et s'accumulent en générale dans des cellules glandulaires spécialisées (**Belkouet al, 2005**).

2. Répartition et fonction des huiles essentielles dans la plante

Les familles botaniques capables d'élaborer les constituants qui composent les huiles essentielles sont réparties dans un nombre limité de familles, Ex : *Myrtaceae*(Girofle), *Lauraceae*(laurier), *Rutaceae* (citron), *Lamiaceae*(Menthe), *Apiaceae* (Coriandre), *Zingiberaceae*(Gingembre) (**Benayad, 2008**).

Elles peuvent être stockées dans tous les organes végétaux par exemples : dans les sommités fleuries (menthe, lavande) les feuilles (eucalyptus, laurier) les rhizomes (gingembre) les fruits (agrumes, badiane, anis), les racines (vétiver), les graines (muscades), bien que cela soit moins habituel dans des écorces (cannelier), les fleurs (menthe, lavande) (**Boudjemaa et Ben Guegua, 2010**).

3. Classification

Selon **Chakou et Bassou, 2007** classent les huiles essentielles en 03 groupes :

- Les huiles majeures
- Les huiles médiums
- Les huiles terrain

4. Caractéristiques physico-chimiques des huiles essentielles

Caractéristiques physiques des huiles essentielles sont généralement :

- Liquides à température ordinaire
- L'odeur aromatique
- Elles sont liposolubles et solubles dans les solvants organiques usuels ainsi que dans l'alcool, entraînaibles à la vapeur d'eau mais très peu solubles dans l'eau
- Elles présentent une densité en général inférieure à celle de l'eau, parmi les essences officinales, seules des cannelles, girofle et saffran sont plus dense que l'eau
- Elles ont un indice de réfraction élevé et, le plus souvent sont douées de pouvoir rotatoire
- Elles sont altérables et sensibles à l'oxydation. Par conséquent, leur Conservation nécessite de l'obscurité et de l'humidité. De ce fait, l'utilisation de flacons en verre opaque est conseillée (**Couic-Marinier, Lobstein, 2013**).

5. Rôle des huiles essentielles

En plus des propriétés thérapeutiques des huiles essentielles à l'extérieur ne faut pas négliger non plus la fonction de ses huiles dans la plante. Des plantes, elles interviennent dans la pollinisation ainsi, elles jouent un rôle attractif ou répulsif vis à vis des prédateurs (herbivores, insectes) (**Caillet, Lacroix, 2007**).

L'utilité des huiles essentielles pour les plantes désertiques, a été rattachée. Elles protègent les cultures en inhibent la multiplication des bactéries et des champignons, elles empêchent la dessiccation de la plante (perte d'eau) par évaporation ion excessive (**Deleveauet al, 1985**).

6. Composition

La composition des huiles essentielles est très variée. Elles peuvent contenir un nombre très élevé de molécules différentes, caractérisées par leurs fonctions chimiques (**Labre, 2012**).

Les composants principaux des huiles essentielles peuvent en grande familles, décrites ci-après :

Les esters

Ils agissent directement sur le système nerveux central ont une action équilibrante, ils ont des propriétés anti-inflammatoires et de régénération des cellules. Parmi les huiles essentielles riches en esters on trouve celles de lavande sauvage, de petit grain et de camomille romane (**Moro Buronzo, Alessandra, 2010**).

Les phénols

Ils ont une action stimulante ils sont antiseptiques et bactéricides protègent ainsi l'organisme des contaminations ces composants sont très vivants pour la peau et les muqueuses aussi faut-il utiliser les huiles en sont riches en bas concentration et pour de cour. Les périodes permis les essentielles riches en phénols on trouve celles de thym d'origine de cannelle de clou de girofle et de sarriette. (**Moro Buronzo, Alessandra, 2010**).

Les aldéhydes

Ils ont une action relaxante et calmante et sont aussi anti inflammation ils dorment un par fumé d'origine a certains huiles parme les huiles essentielles riches en aldéhyde citron celle d'origine de clou de girofle de (menthe) mélisse de citronnelle et de cannelle. (**Moro Buronzo, Alessandra, 2010**).

Les cétones

Ils ont action relaxante et sédative ils passé dent des propriétés artisanes et aident à éliminer le mucus .parmi les huiles essentielles riches en cétones on trouve celles décalé putts de roman de sauge et de niaouli. (**Moro Buronzo, Alessandra, 2010**).

Les alcools

Ils comptent parmi les molécules les plus bénéf que dans les huiles essentielles en raison de leurs propriétés antiseptiques, antivirales et antalgiques ils sont également connu mo stimulants, parmi les huiles essentielles riches en alcools on trouve celles de menthe de lavande et d'arbre à thé.

(Moro Buronzo, Alessandra, 2010).

Le terpène

Très répandus dans l'ensemble des huiles essentielles ils ont une action stimulantes tonique. Certains sont des propriétés antivirales, même à très basse concentration. Parmi les huiles essentielles riches en terpènes. On compte celles de pin, de menthe, de citron, de cyprès, genièvres de romarin. (Moro Buronzo, Alessandra, 2010).

Les acides

Ils sont représentés en petites quantités, mais ils ont une action puissante ils sont anti-inflammatoires et sédatifs. Parmi les huiles essentielles riches on acides, citrons celle d'ylang, de géranium, de néroli de genièvre. (Moro Buronzo, Alessandra, 2010).

Les sesquiterpènes

Ils ont une action équilibrante pour le système immunitaire ils possèdent aussi des propriétés antivirales. Parmi les huiles essentielles riche en sesquiterpènes, on compte notamment celles de clone de girofle, de genièvre et de camomille. (Moro Buronzo, Alessandra, 2010).

7. Toxicité des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des substances puissantes et très actives. Elles représentent une source inépuisable de remèdes naturels. Néanmoins, il est important de souligner que l'automédication fréquente et abusive surtout en ce qui concerne le dosage ainsi que le mode d'application interne ou externe par les essences est nocif. Elle engendre des effets secondaires plus ou moins néfastes dans l'organisme (allergies, coma, épilepsie, etc...). Principalement chez les populations sensibles (enfants, femmes enceintes et allaitantes, personnes âgées ou allergiques) (Da Silva, 2010)

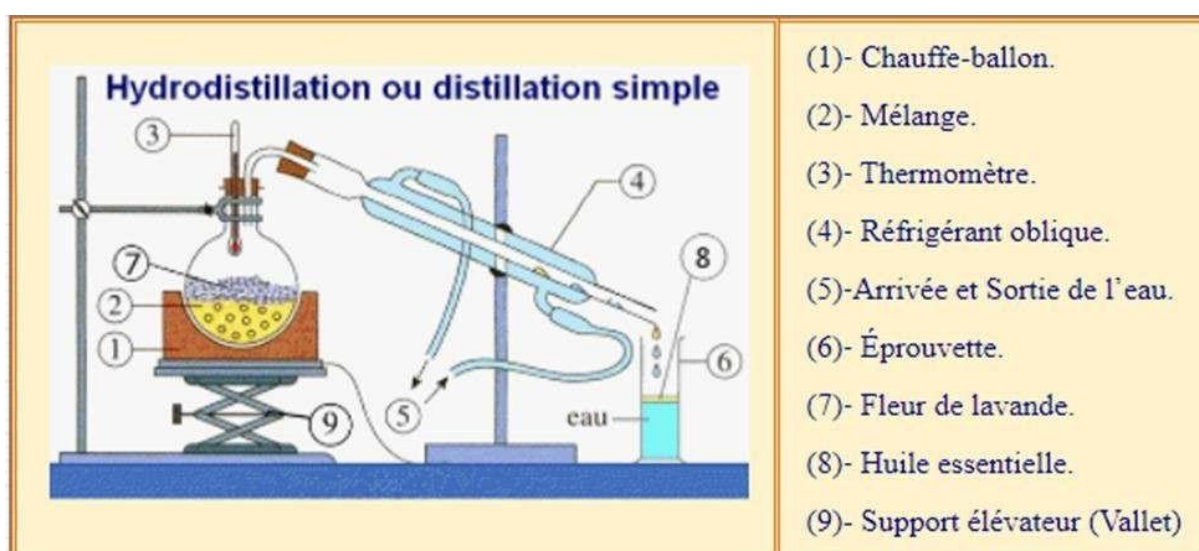
8. Conservation des huiles essentielles

A cause de leur évaporation rapide, leur sensibilité à l'air et à la lumière, les huiles essentielles doivent être conservées dans des flacons opaques et fermés hermétiquement (Valnet, 1984 ; Salle et Pelletier, 1991).

9. Méthode d'extraction par Hydro distillation

Elle est de loin le procédé le plus répandu, car il convient à la majorité des plantes c'est la méthode normée pour l'extraction d'une huile essentielle, ainsi que pour le contrôle de qualité. Le procédé consiste à immerger la matière première végétale dans un bain d'eau. L'ensemble est ensuite porté à ébullition généralement à pression atmosphérique, et comme les HE sont insolubles dans l'eau mais soluble dans la vapeur, lorsqu'on envoie de la vapeur d'eau sur la plante, elle se charge au passage des huiles (Fasty, 2007).

Figure 1 :Schéma du principe de la technique d'hydro distillation



La chaleur permet l'éclatement et la libération des molécules odorantes contenues dans les cellules végétales. Ces molécules aromatiques forment avec la vapeur d'eau, un mélange azéotrope. Sachant que la température d'ébullition d'un mélange est atteinte lorsque la somme des tensions de vapeur de chacun des constituants est égale à la pression d'évaporation, elle est donc inférieure à chacun des points d'ébullition des substances pures. Ainsi le mélange azéotrope « eau + huile essentielle » distille à une température égale 100°C à pression atmosphérique alors que les températures d'ébullition des composés aromatiques sont pour la plupart très élevées, la vapeur d'eau ainsi restée de ces essences est envoyée dans un compartiment pour y refroidir. Là, la vapeur redevient donc liquide et les huiles s'en désolidarisent (elles flottent à la surface). On les récupère alors par décantation (Franchomme, 1990)

IV. La plante *Cinnamomum zeylanicum*

Connue depuis la nuit des temps, est à l'origine du développement des commerces internationaux notamment au Moyen Orient. Puis, de l'installation par les pays européens, de nombreux comptoirs dans les pays producteurs et de leurs conquêtes.

Déjà, dans l'antiquité, elle était associée à la médecine : elle était utilisée pour son pouvoir conservateur dans les rites d'embaumement et connues pour ces propriétés digestives.

Aujourd'hui, c'est toujours une des plantes phares de la médecine chinoise. Elle est recommandée par les Cahiers de l'Agence pour trois indications : traitement symptomatique des troubles digestifs, asthénie fonctionnelle et prise de poids.

Cela fait trois ou quatre mille ans que la cannelle est présente sur le pourtour méditerranéen.

C'est certainement une des plus anciennes épices bien qu'il y ait peu de témoignages précis.

Le mot cannelle viendrait du latin *canna* signifiant roseau ou tuyau, du fait de la forme sous laquelle on la recevait d'Extrême-Orient. Cependant la cannelle et les épices en général, sont à l'origine de l'histoire de l'Europe : elles ont servi de monnaie, sont devenues le but de nombreuses explorations, ont permis la découverte des Amériques, avant de devenir l'enjeu de guerres et de colonies (Edet, 2004).

Les deux espèces de cannelles étaient connues des anciens (Stella, 1988) :

- Casse de Chine, ou *Kasia* pour les Grecs
- Cannelle de Ceylan, ou *Kinnamon* pour les Grecs

Bien que différenciées, les deux espèces sont utilisées indifféremment. Ce n'est qu'en 1400 que le cannelier de Ceylan fut décrit et que l'on considéra cette espèce supérieure aux autres canneliers.



Figure 2 :Ecorce de *C. Cassia*



Figure 09 : Écorce de *C. burmannii*



Figure 10 : Écorce de *C. zeylanicum*

1. Classification botanique

Le cannelier est un arbre de la famille des Lauracées qui pousse dans des régions tropicales.

Le nom de genre du cannelier est *Cinnamomum*. Il existe de nombreuses espèces en fonction de leur provenance : cependant la véritable cannelle est la cannelle de Ceylan ou *Cinnamomum zeylanicum* Blume ou *C. verum* Nees produite au Sri Lanka, que l'on trouve sous le nom de Kurundu.

La casse ou cannelle de Chine, *Cinnamomum cassia* Nees ou *C. aromaticum* Nees est une espèce voisine qui possède pratiquement les mêmes propriétés thérapeutiques et qui fournit une cannelle de qualité inférieure.

Actuellement *C. zeylanicum* est attribuée à BLUME bien que selon les ouvrages on la trouve attribuée à NEES.

Concernant la systématique des canneliers :

- Embranchement : Spermaphytes.
- Sous embranchement : Angiospermes.
- Classe : Dicotylédones.
- Sous classe : Magnolidées.
- Ordre : Laurales ou magoliales
- Famille : Lauracées.
- Genre : *Cinnamomum*

2. Partie utilisée

L'écorce est la partie la plus transformée ; aujourd'hui encore la cannelle est principalement produite sous forme de bâtonnets ou « quills ». Cette écorce est inscrite à la IV^{ème} édition de la Pharmacopée Européenne (**Pharmacopée Européenne, 2002**).

3. Extraction :

L'hydrodistillation est la méthode la plus utilisée pour extraire des huiles essentielles. Elle consiste à entraîner les composés volatiles des produits naturels avec la vapeur d'eau. Il semblerait que cette technique serait très ancienne puisqu'on a retrouvé des traces de son existence dès l'Antiquité (Bruneton, 1995).

4. Composition chimique

La connaissance de la composition, présente un intérêt important, l'écorce est composée de 0.5 à 2.5% d'huile essentielle, de tanins, d'oses et polyols tels que du mannitol, des mucilages, de l'amidon et du sitostérol (Sakamoto, 1992 ; Wichtl and Anton, 2003).

La 4^{ème} édition de la Pharmacopée Européenne (voir en annexe 3) donne les seuils d'acceptabilité des principaux composants de l'huile essentielle (Pharmacopée Européenne IV^{ème} édition, 2002) :

- Le cinéole doit être < à 3.0 %
- Le linalol compris entre 1.0 et 4.0 %
- Le β caryophyllène compris entre 1.0 et 6.0 %
- Le safrole doit être < à 0.5 %
- L'aldéhyde trans-cinnamique compris entre 55 et 75 %
- L'eugénol doit être < à 7.5 % La coumarine doit être < à 0.5 %
- Le *trans*-2-méthoxycinnamaldéhyde compris entre 0.1 et 1.0 %
- Le benzoate de méthyle doit être < à 1.0 %

Cependant, dans la plupart des cas deux composés majeurs ressortent :

- L'aldéhyde cinnamique ou cinnamaldéhyde
- L'eugénol

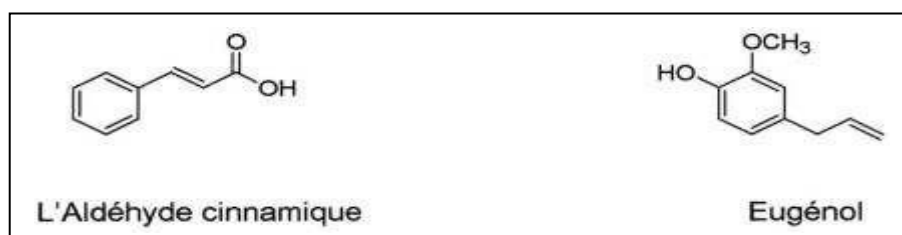


Figure 2 : Structure chimique de l'aldéhyde cinnamique et de l'eugénol.

Ils sont tous les deux issus du même précurseur : la phénylalanine. Les autres molécules sont :

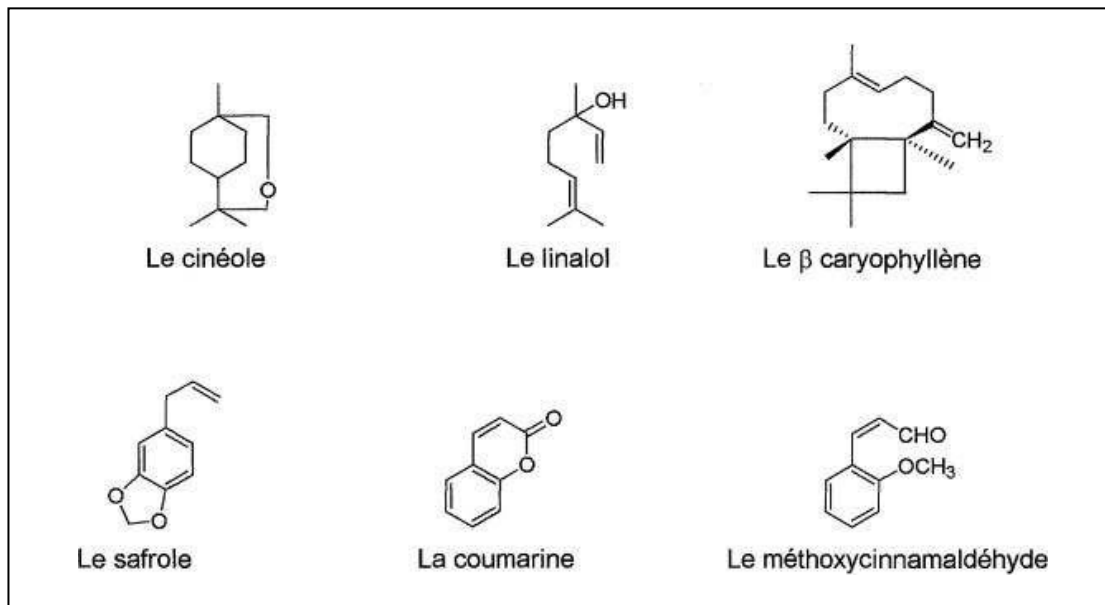
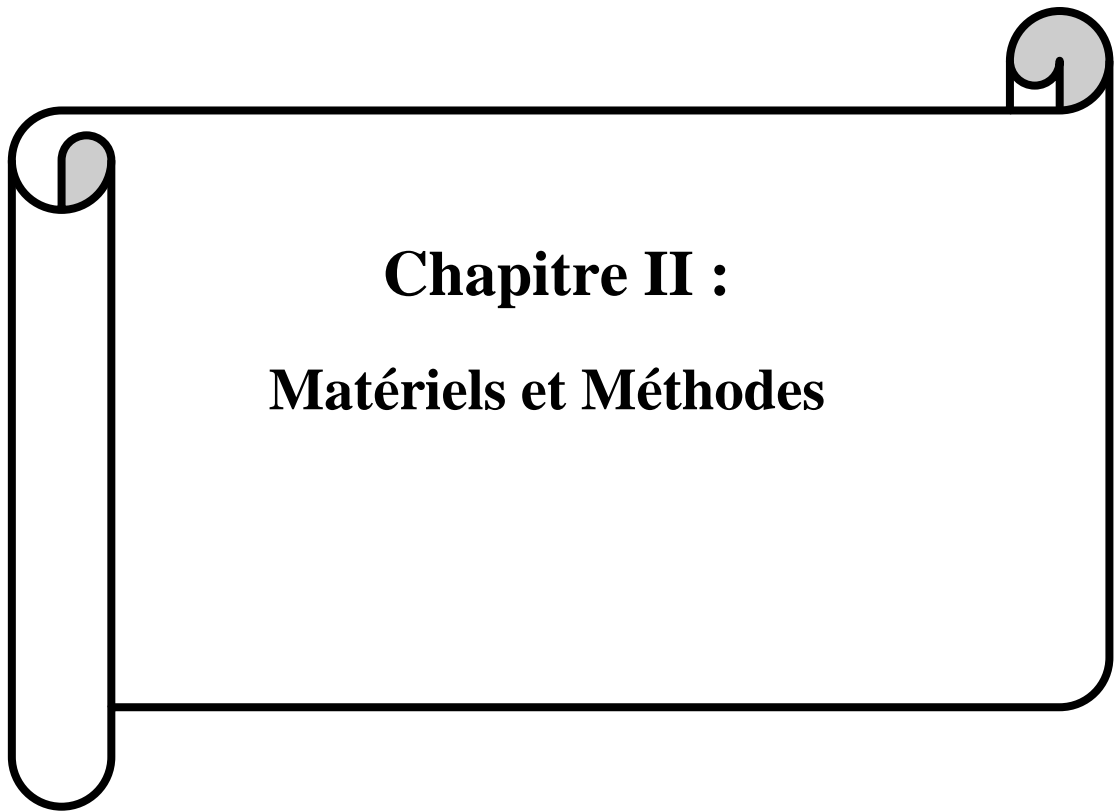


Figure 3 : Autres molécules présentes dans l'huile essentielle de la cannelle.

De nombreuses études sont réalisées concernant la composition de cette essence, dans la plus part des cas, la composition est conforme à la Pharmacopée Européenne ; cependant il y a quelques compositions marginales.

5. Propriétés physico-chimiques :

- α. **Densité à 20°C :** 1,052 à 1,070
- β. **Indice de réfraction à 20°C :** 1,600 à 1,614
- γ. **Pouvoir rotatoire à 20°C :** -1° à +4°
- δ. **Point éclair :** +88°C



Chapitre II :
Matériels et Méthodes

1.Objectif de travail

Le but de notre étude est d'évaluer l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de *Cinnamomum zeylanicum* vis-à-vis de quatre souches (*E.coli* et *citrobacter freundii*, *pseudomonas aeruginosa* , *klebsiella pneumoniae*).

2.Lieu et période d'étude

Notre travail a été réalisées au niveau du laboratoire physiologie végétale, à l'école supérieure de l'enseignement technologique (ENSET) de Skikda , durant la période s'étendant du 20 février jusqu'à le 27 février .

3.Matériel et produits**3.1.Matériel biologique****a. Matière végétale**

La plante utilisée c'est cannelle de ceylan (*Cinnamomum zeylanicum*), nous les avons achetés chez un herboriste notre choix pour cette espèce est justifié par le fait qu'elles soient riche d'huiles essentielles.

b. Souches bactériennes

Les souches utilisées sont :

- *E.coli*
- *citrobacter freundii*
- *pseudomonas aeruginosa*
- *klebsiella pneumoniae*

c. Milieux de culture utilisés

- Mueller Hinton.

d. Matériel de laboratoire

Verreries	Appareillage
<p>Ballon 2000ml</p> <p>Béchers</p> <p>Boîtes de Pétri</p> <p>Flacons</p> <p>Micropipette</p> <p>Papiers filtre</p> <p>Pipettes de Pasteur</p> <p>Pince</p> <p>Tubes à essais</p> <p>Pissette</p> <p>Eprouvette</p>	<p>Clevenger</p> <p>Bec bunsen</p> <p>Autoclave</p> <p>Balance Cuve</p> <p>Vortex</p> <p>Incubateur</p>

Tableau 1 : Verreries et appareillage

3.2.Méthodes

Protocole expérimental

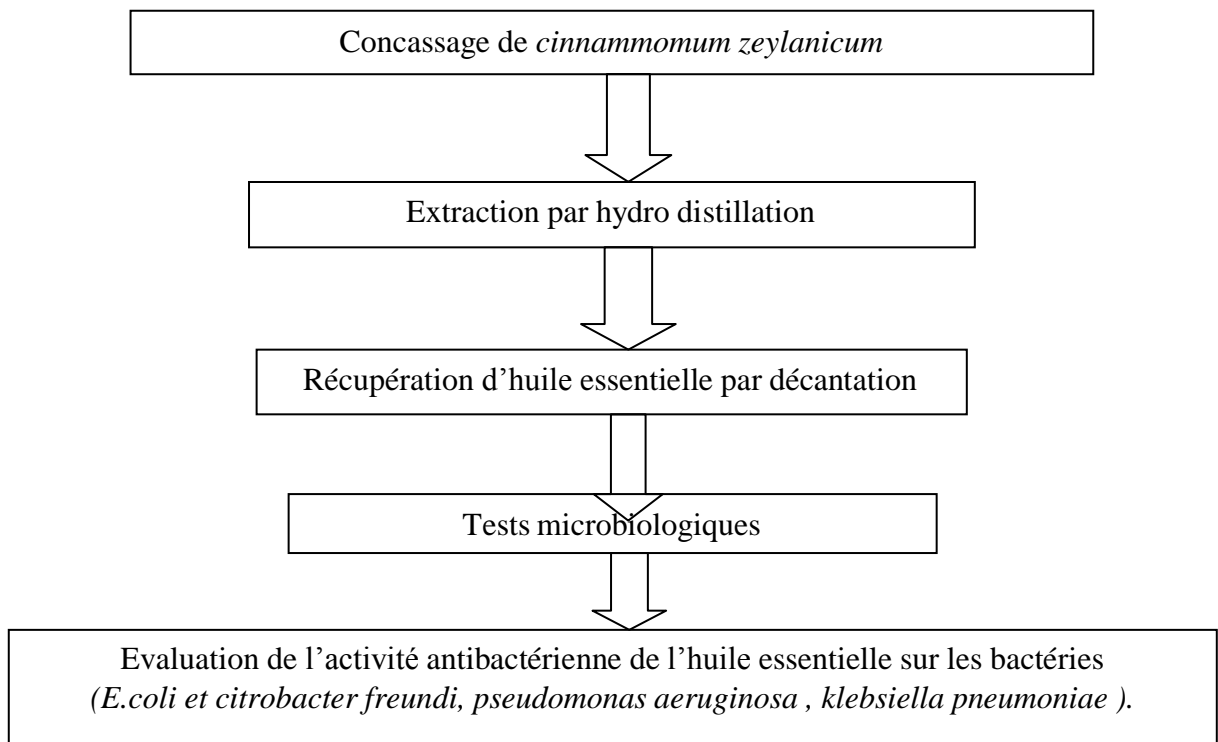


Figure 4: Protocole Expérimentale

Méthodes d'extraction

Plusieurs procédés sont utilisés pour extraire les huiles essentielles des plantes aromatiques. Chaque procédé possède plusieurs variantes technologiques en fonction du matériel végétal à traiter **Thiery et al., (1988) ; Pare et al., (1989) ; Bruneton, (1993).**

L'hydrodistillation simple consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter (intact ou éventuellement broyé) dans l'eau qui est ensuite portée à ébullition. Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare par différence de densité (**Bruneton, 1995).**

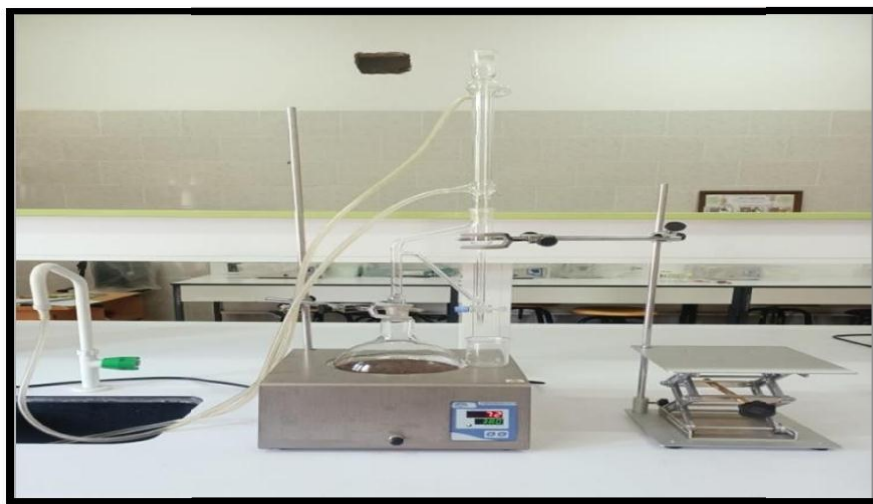


Figure 5 : Dispositif de l'hydrodistillation.

Le temps nécessaire pour le traitement de la matière végétale est de 02h30min

La caractérisation d'une essence de *cinammomum zeylanicum* consiste à :

- Vérifier ses caractéristiques organoleptiques (Aspect, couleur, odeur).
- Déterminer le rendement et ses indices physico-chimiques (indice de réfraction, potentiel d'hydrogène.)
- L'activité antibactérienne des huiles essentielles de *cinammomum zeylanicum* .

Explication l'extraction des huiles essentielles

- Utiliser la cannelle de ceylan total avec une prise d'essai de 150g.
- Introduire dans un ballon de 2000ml.
- Ajouter 250ml d'eau distillée.

- Faire circuler l'eau froide dans un réfrigérant, et laisse le mélange d'ébullition.
- La durée d'extraction 02h30min

Séparation des deux phases (l'huile et l'eau)

Cette méthode est très simple, elle consiste à laisser décanter le distillat ce qui provoque le dépôt de l'HE de clou de girofle et gingembre sous l'effet de différence des densités. L'HE ainsi séparée de la phase aqueuse est récupérée

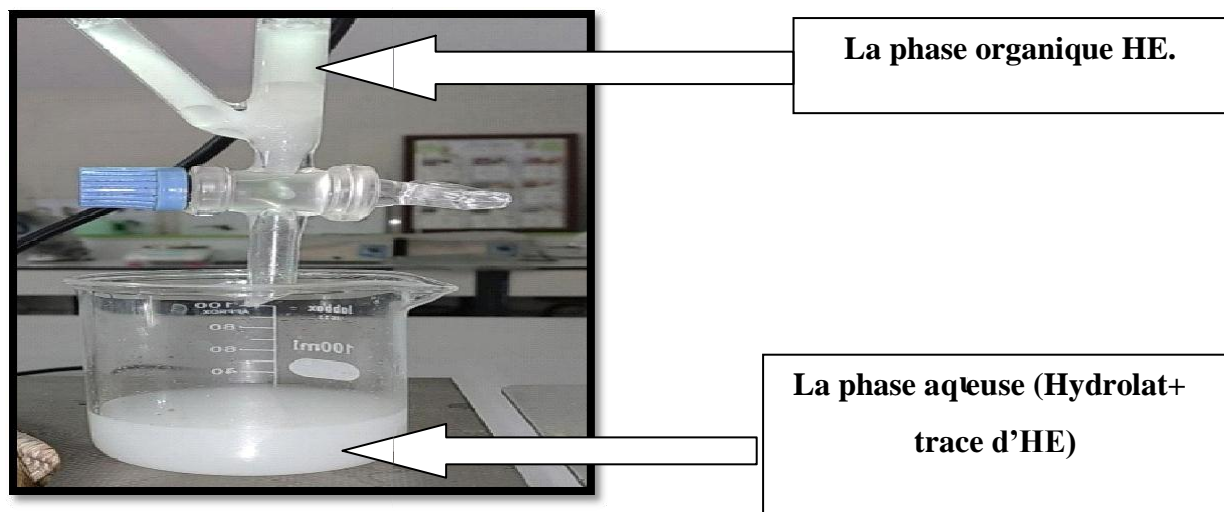


Figure 6 : Les étapes de séparation des phases du distillat

2. La conservation de l'huile essentielle

La conservation des huiles essentielles exige certaines précautions indispensables, après l'extraction l'HE avait été conservée dans des flacons en verre opaques bien scellé de manière à les protéger de la lumière, il faut également éviter le contact avec l'air (pas d'ouverture prolongée des flacons), par la suite il faudra garder les flacons à une température basse entre (4 à 5°C) (Bekhechi et al., 2008).

3. Caractéristiques organoleptique

L'analyse organoleptique des l'huile essentielles de clou du girofle et gingembre consiste à évaluer les propriétés tel que ; l'aspect, l'odeur et la couleur:

Odeur

L'odorat est un sens chimique très sensible et l'habileté des parfumeurs à classer et caractériser des substances chimiques parviennent à doser les produits naturels et leur perception peut aller jusqu'au dix millièmes de grammes par litre d'air.

Couleur

La coloration d'une huile essentielle dépend des produits qui la constituent. Certains solvants ont le pouvoir d'extraire beaucoup de pigments, ce qui intensifie la couleur d'une huile donnée.

Aspect

L'aspect d'un extrait dépend des produits qui la constituent, qui peuvent nous apparaître sous forme solide ou liquide.

4. Propriétés physico-chimiques

Les caractéristiques organoleptiques (aspect, couleur, odeur) étaient autre fois les seules indications permettant d'évaluer la qualité d'une huile essentielle, mais comme ces propriétés ne donnent que des informations très limitées sur ces essences, il est nécessaire de faire appel à d'autres techniques de caractérisation plus précises (Mohamdi, 2005).

Les méthodes utilisées pour déterminer les indices physico- chimiques sont celles indiquées par le recueil de normes de l'Association Française de Normalisation (AFNOR, 1986).

Le rendement

Le rendement en huile essentielle (RHE), est défini comme étant le rapport entre la masse de l'huile essentielle obtenue après extraction (Me) et la masse de la matière végétale utilisée (Mv). (Kapadiya & Desai, 2017) ; Il est exprimé en pourcentage (%) est calculé par la formule suivante:

$$R(\%) = (Me / Mv) \times 100$$

R% : Rendement en %.

Me : Masse d'huile essentielle extraite exprimé en gramme (g).

Mv : Masse de la matière végétale utilisée pour l'extraction exprimée en gramme (g).

Indice de réfraction

L'indice de réfraction d'une huile essentielle est le rapport entre le sinus de l'angle d'incidence et le sinus de l'angle de réfraction d'un rayon lumineux de longueur d'onde déterminée, passant de l'air dans l'huile essentielle maintenue à une température constante (AFNOR, 2000).

Les mesures ont été effectuées à l'aide d'un réfractomètre d'Abbé Prisma- CETIconvex. Quand la détermination est effectuée à une température différente de 20°C, on effectue la correction à 20°C par le biais de la formule :

$$n_{20} = n_t + 0,00045 (T - 20^{\circ}\text{C})$$

n_{20} : Indice de réfraction à 20°C

n_t : Indice de réfraction à température ambiante (de mesure)

T : Température ambiante



Figure 7 : Appareil à mesurer l'indice de réfraction.

Potentiel d'hydrogène

Le pH mesure l'activité chimique des ions hydrogènes H^+ (appelés aussi protons) en solution, le pH mesure l'acidité ou la basicité d'une solution.

Il s'agit d'un coefficient permettant de savoir si une solution est acide, basique ou neutre.

Ph=6



Figure 8 : Papier pH utilisé

5. Screening phytochimique :

Le screening phytochimique est un moyen pour mettre en évidence la présence des familles chimiques présentes dans une drogue donnée.

Tests préliminaires : Les tests de caractérisation sont basés en partie sur l'analyse qualitative, soit sur la formation de complexes insolubles en utilisant les réactions de précipitation, soit sur la formation de complexes colorés, en utilisant des réactions de coloration

Alcaloïdes : Les tests sont réalisés par des réactions de précipitation avec le réactif de Dragendorff.

Introduire 10 g de poudre végétale sèche dans un erlenmeyer, à laquelle 50ml de H₂SO₄ dilué au 1/10 avec de l'eau distillée est ajouté. Ce mélange a été agité et macéré pendant 2min. Ensuite, dans 1ml du filtrat, 5 gouttes de réactif de Dragendorff sont ajoutées. L'apparition d'un précipité orange, révèle la présence d'alcaloïdes

Tannins : La présence des tannins est mise en évidence en ajoutant à 1 ml de chaque extrait, 1 ml d'eau et 1 à 2 gouttes de solution de FeCl₃ diluée à 1%

L'apparition d'une coloration verte foncée ou bleue verte indique la présence des tanins.

L'apparition d'une coloration verte foncée indique la présence des tanins catéchiques.

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

Flavonoïdes : Les flavonoïdes ont été recherchés par la réaction à la cyanidine. Deux (2) ml de chaque extrait ont été évaporés et le résidu a été repris dans 5 ml d'alcool chlorhydrique dilué 2 fois. En ajoutant 2 à 3 copeaux de magnésium, il y a un dégagement de chaleur puis une coloration rose orangé ou violacée. L'addition de 3 gouttes d'alcool isoamylique a intensifié cette coloration qui a confirmé la présence de flavonoïdes.

Terpènes : Les stérols et les terpènes ont été recherchés par la réaction de Liebermann. Cinq

(5) ml de chacun des trois extraits ont été évaporés sur bain de sable. Le résidu est dissout à chaud dans 1 ml d'anhydride acétique ; nous avons ajouté 0,5 ml d'acide sulfurique concentré au triturât. L'apparition, à l'interphase, d'un anneau pourpre ou violet, virant au bleu puis au vert, a indiqué une réaction positive

Saponines :

Dans une série de 10 tubes à essai numérotés de 1 à 10, introduire respectivement 1, 2,3,...,10ml de la solution à analyse préparé par décoction en milieu aqueux, hydroalcoolique ou par infusion. Ajuster le volume de chaque tube à 10 ml avec de l'eau distillée. Agiter chaque tube dans le sens de la longueur du tube pendant 15 secondes à raison de 2 agitations par seconde. Laisser reposer 15 min et mesurer la hauteur de la mousse produite dans chaque tube.



Figure 9: Réactif de screening

6. Chromatographie liquide sur couche mince

Principe

Le principe de la chromatographie sur couche mince repose sur l'entraînement d'un échantillon dissous par une phase mobile à travers une phase stationnaire. Cette technique a été réalisée sur des plaques pré-étalées de gel de silice sur plaque d'aluminium.

Mode opératoire préparation de l'échantillon

L'échantillon est l'extrait de *cannelle de ceylan* obtenu précédemment par extraction au hydro distillation.

Préparation de la plaque (phase stationnaire)

On trace délicatement sur nos plaques de gel de silice une ligne de dépôt à environ 0.5cm du bord inférieur de la plaque et une ligne de front à environ 0.5cm du bord supérieur.

Système solvant (phase mobile)

La phase mobile est constituée par un mélange de solvants organiques généralement de faible, moyenne et forte polarité dans des proportions adéquates que nous déterminons empiriquement.

Pour cela, On utilise deux systèmes solvants pour définir celui qui donne la meilleure séparation de notre extrait.

	CCM sur gel de silice
	Systèmes solvants
Systèmes Choisis	Dichlorometane Benzene

Tableau 2 : Solvant utilisé au CCM

Préparation de la cuve :

L'éluant est introduit dans la cuve de manière à ce que son niveau atteigne une certaine hauteur, puis on la couvre avec un couvercle hermétique afin qu'elle se sature des vapeurs de l'éluant.

Dépôt

A l'aide d'une pipette pasteur, on dépose sur la ligne de dépôt une goutte séparée de l'extrait à analyser

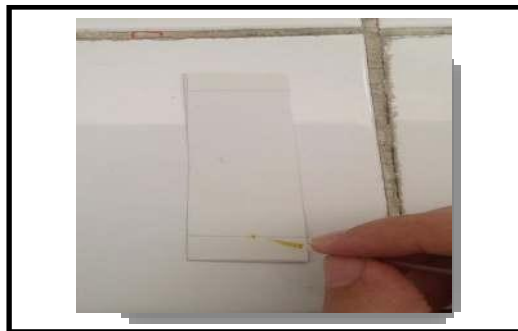


Figure 10 : préparation de la plaque CCM

La plaque est placée dans la cuve pendant 2h, l'éluant remonte par capillarité le long de la plaque entraînant avec lui l'extrait, lorsqu'il arrive au front du solvant, on fait sortir la plaque de la cuve et on la laisse sécher sur pailasse.

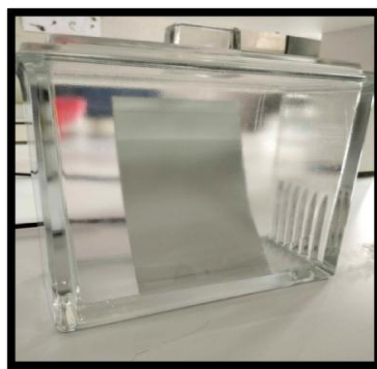


Figure 11 : Migration des constituants de la *cannelle*

7. Evaluation l'activité antibactérienne

Choix des microorganismes Notre travail a été réalisé au laboratoire de de physiologie végétale, l'enseignement technologique (ENSET) de Skikda. à l'école supérieure de

Le choix des bactéries a été porté sur 04 souches fréquentes en pathologie humaine. Ces espèces sont souvent responsables d'intoxication alimentaire, constituant ainsi un problème majeur de la santé publique, et par leur résistance naturelle à divers agents antibactérienne.

Les souches bactériennes

Les souches bactériennes testées sont regroupées dans le tableau suivant :

Groupe de genre	Espace
Gram négatif	<i>Esherishia .coli</i>
Gram négatif	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
Gram négatif	<i>citrobacter freundii</i>
Gram négatif	<i>Klebsiella pneumoniae</i>

Tableau 3: Les espaces bactériennes et origine.

Repiquage des souches pathogènes

Les différentes souches bactériennes ont été repiquées par la méthode des stries, puis incubées a l'étuve à 37°C pendant 18 à 24 heures afin d'obtenir une culture jeune et des colonies isolées. Les colonies isolées ont servi à préparer l'inoculum (**Moroh et al, 2008**).

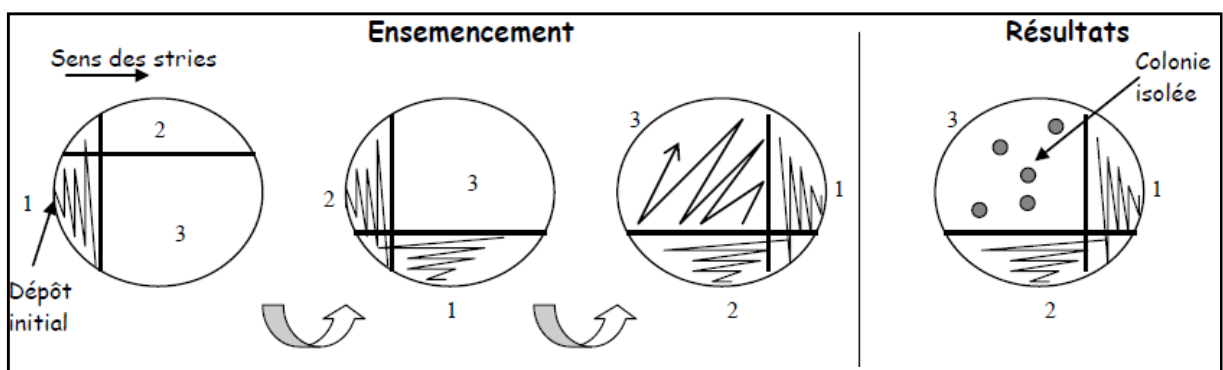


Figure 12 : Technique de repiquage des souches pathogènes sur gélose par la méthode de strie

Protocoles d'étude de l'activité antimicrobienne :**Préparation de Milieu de culture**

Nous avons utilisé le milieu de Mueller Hinton (gélose riche en composés d'infusion de viande de bœuf, hydrolysate acide de caséine et amidon de maïs) pour les bactéries. La gélose Muller-Hinton (MH) est coulée en boîte de pétri sur épaisseur de 4 mm, sont pré-séchées avant l'emploi.

Préparation de l'inoculum et ajustement de la charge bactérienne :

A partir d'une culture pure des bactéries sur milieu d'isolement (gélose nutritive) ayant au maximum 24h, on racle à l'aide d'une pipette pasteur scellée quelques colonies bien isolées et parfaitement identiques. Ensuite, on décharge la pipette pasteur dans 5 ml d'eau physiologique stérile et on homogénéise la suspension bactérienne; son opacité doit être équivalente à 0,5 Mc Farland qui correspond à 10⁸ UFC/ml (Tyagi et Malik, 2011) Pour les bactéries, La densité cellulaire d'une suspension bactérienne est ajustée au cours d'une simple comparaison avec la turbidité de l'étalon. Cela peut aussi bien se faire par une comparaison visuelle directe qu'au moyen d'une mesure dans un spectrophotomètre. Le spectromètre utilisé dans notre travail c'est un Spectrophotomètre uv visible de marque l'inoculum est ajusté à 10⁸ cellules/ml (une DO de 0,08 à 0,1) par lecture de la densité optique à une longueur d'onde de 625 nm.

Méthode de diffusion en milieu gélosé (dépôt des disques)**Technique**

Les disques de papier filtre ont été découpés avec diamètre égal à 6 mm, puis stérilisés dans une boîte en verre, On imbibe les disques par les huiles et les déposés à la surface de la boîte.

Méthode de diffusion sur gélose (méthode de puits) :

La méthode utilisée est celle de diffusion en puits sur gélose telle que décrite par Berghe et Vlietinck (1991).

C'est la technique de base utilisée pour étudier la capacité d'une substance à exercer un effet anti microbien, elle est aussi appelée : la technique de dilution en gélose pour la détermination des huiles actifs.

Des boites de Pétri contenant du milieu Mueller Hinton agar (une épaisseur environ 8 mm) sontensemencées aseptiquement par une suspension de 10^8 cellules/ml qui provient d'une culture jeune de bactéries respectivement. L'ensemencement se fait par écouvillonnage.

Après le séchage des boites, la gélose est perforée à l'aide d'une pipette Pasteur. Les cavités ainsi formées sont remplies de huile pure ($10\ \mu\text{L}$, $20\ \mu\text{L}$ $30\ \mu\text{L}$ $40\ \mu\text{L}$ $50\ \mu\text{L}$ respectivement par puits). Après une pré-diffusion de 45 minutes à température ambiante. Les boites sont mises à incubées dans une étuve à 37°C pendant 24h.

L'action inhibitrice se manifeste par la formation d'une auréole autour des puits. La lecture des résultats s'effectue par mesure des diamètres des zones d'inhibitions. Les zones d'inhibition sont mesurées à l'aide d'un pied à coulisse.

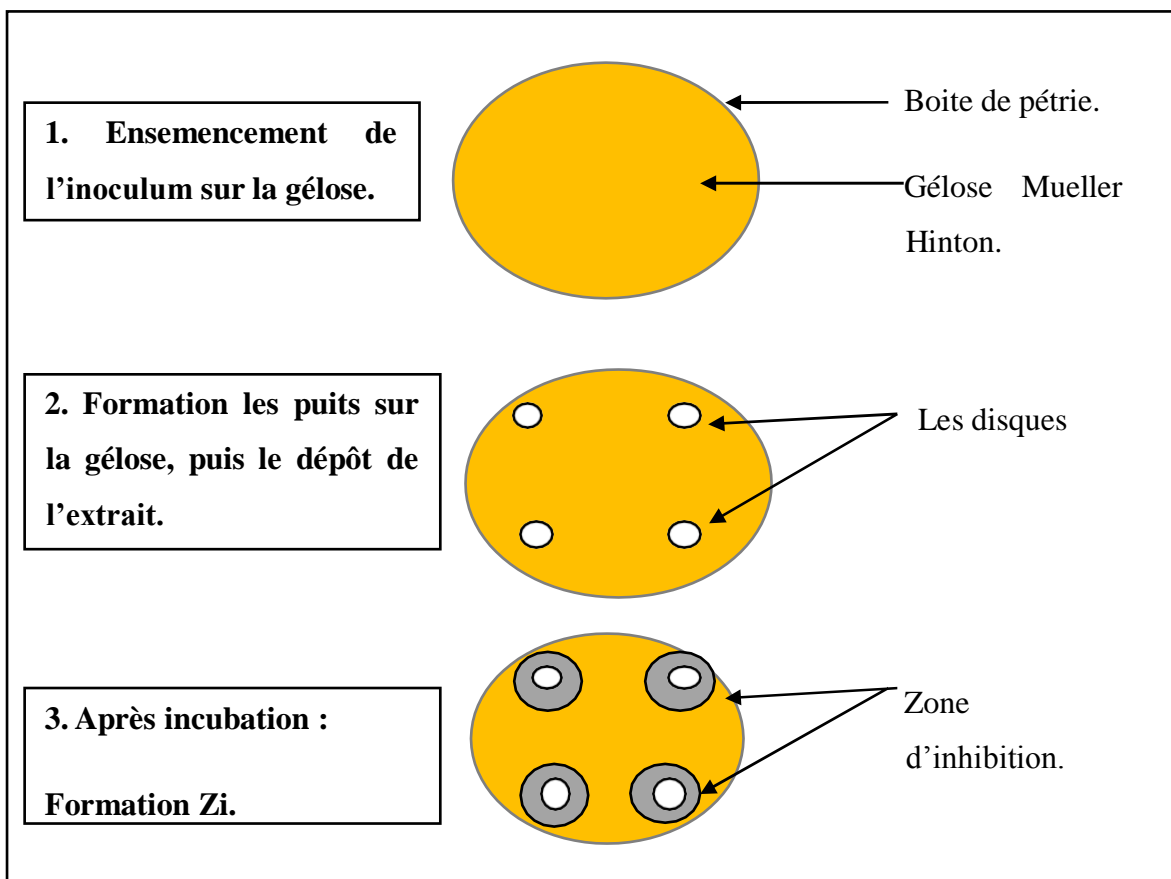


Figure 13 : Méthode évaluation activités antibactériennes des extraits par la méthode des puits.

NB. Toutes les opérations doivent être effectuées dans une zone stérile devant un Bec Bunsen

La lecture

L'activité antimicrobienne est déterminée à l'aide d'une règle mesurant les diamètres des zones claires (mm).

La sensibilité des souches envers l'HE est classée selon les diamètres des halos d'inhibition de (*Ponce et al, 2005*).

Le diamètre	La sensibilité des souches
$\emptyset < 8$ mm	Non sensible(-) ou résistante
$9 < \emptyset < 14$ mm	Sensible(+)
$15 < \emptyset < 19$ mm	très sensible (++)
$\emptyset > 20$ mm	extrêmement sensible (+++)

Tableau 4 : Les diamètres des taux d'inhibition

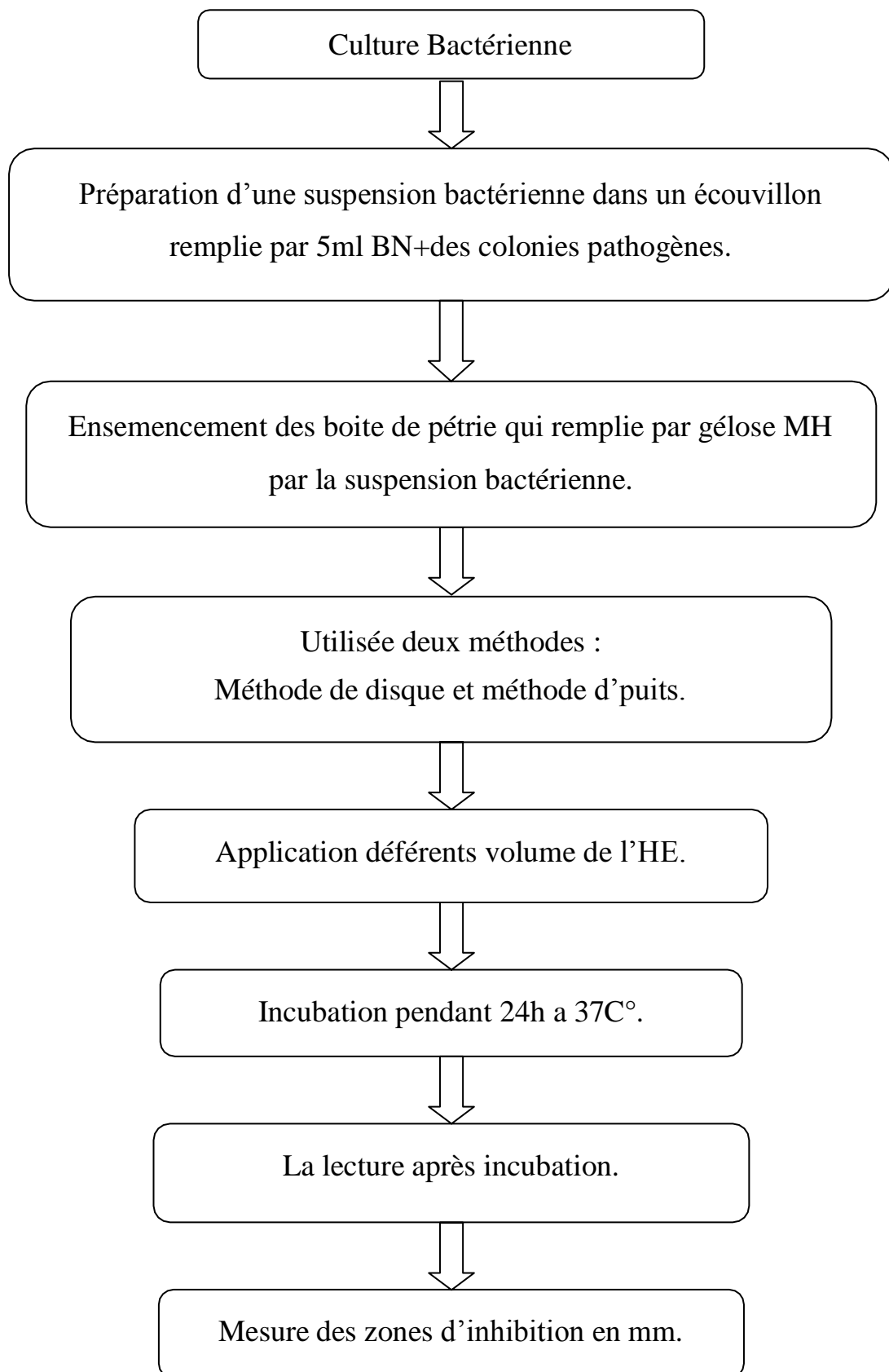


Figure 14 : Les étapes de réalisation l'activité antibactérienne



Chapitre III :
Résultats et Discussions

1. Rendement d'extraction

Le rendement R en huile essentielle est déterminé par rapport à 144.5 g de poudre de *C.zeylanicum* . La détermination des propriétés physico-chimiques d'huile essentielle de *C.zeylanicum* nécessite une quantité élevée d'huile. Ceci nous a amené à faire plusieurs extractions conduites sur certain temps pour arriver à la quantité voulue.

Le rendement de l'extrait brut de *cannelle*, obtenue par extraction d'hydrodistillation

Le poids de l'extrait brut sec= 2 g Donc:

$$\text{Rendement\%} = (\text{la masse d'extrait} / \text{la masse de poudre}) * 100 = 1,38\%$$

$$\text{Rendement\%} = 2\text{g} / 144.5 \times 100 = 138 \%$$

Les résultats de calcul des rendements obtenus lors de l'extraction de l'HE de la poudre de cannelle par hydrodistillation sont regroupés dans le tableau suivant :

Quantité de la plante (g)	144.5g
Volume d'eau distillée	200 ml
Durée d'extraction	2h : 30min
Rendement(%)	1.38%

Tableau 5 : Rendement d'extraction de l'HE de *Cinnamomum zeylanicum*

Selon **Mahmoudi, (1994)** les écorces de cannelle contiennent 1 à 2% d'huile essentielle de densité supérieure à celle de l'eau, jaune pâle fraîchement distillée, dans l'essence en trouve : 70% d'aldéhyde cinnamique accompagné d'un peu d'eugénol et de divers carbures terpéniques. D'autre part selon **Khanfri, (2012)** : les résultats montrent que le rendement en huile essentielle obtenu par hydrodistillation varie entre 1,2% et 1,5% avec une durée dépassant 5 heures.

Le rendement et la composition chimique des HE dépendent de plusieurs facteurs à savoir l'espèce, le milieu de récolte, la période de récolte, la durée de séchage, les pratiques culturales et technique d'extraction (**Svoboda et al, 1999**).

2. Paramètres organoleptiques

	Aspect	Couleur	Odeur
Pharmacopée européenne 2008	Liquide mobile, limpide.	Jaune	Caractéristique rappelant à celle de l'aldéhyde cinnamique.
Notre huile	Liquide mobile, limpide.	Jaune pale	Fraîche

Tableau 6: Caractéristiques organoleptiques de l'HE de *C.zeylanicum*

Discussion

Notre huile essentielle est obtenue par technique d'hydrodistillation, qui est la méthode normalisée et validée pour l'extraction d'une huile essentielle (Lucchesi, 2005). Ainsi les résultats obtenus par cette méthode, suggère que les paramètres organoleptiques de notre huile essentielle sont en accord avec ceux répertoriés dans la pharmacopée européenne, 2008.

3. Propriétés physico-chimiques

Indice de réfraction

Indice de réfraction à 22°C : 1,600 à 1,614

Le résultat de l'indice de réfraction pour l'HE à 22°C était de : 1.610

Pour ramener la valeur de l'indice de réfraction à 20°C, on utilise la formule suivante :

$$n^{20} = n^t + 0,00045 (T - 20^\circ\text{C})$$

$$n^{20} = n^{22} + 0,00045 (22 - 20^\circ\text{C})$$

$$n^{20} = 1.610$$

Discussion

Selon la pharmacopée française 6ème édition, l'indice de réfraction de l'HE de *C.zeylanicum* se situe entre 1.600 et 1.614. L'indice trouvé (1.610) est donc dans les normes requises.

4. Screening phytochimique

Ce tableau indique que l'extrait phytochimique testé contient des tannins, des flavonoïdes et des

alcaloïdes, tandis que les terpènes n'ont pas été détectés dans cet extrait spécifique. Ces informations sont cruciales pour caractériser la composition chimique d'une plante ou d'un extrait végétal

Composés	couleurs	Test
Tannins	Vert foncé	+
Flavonoïde	Vert	+
Terpène	/	-
Alcaloïde	Marron	+

Tableau 7 : Résultat du screening phytochimique

Tannins

- **Couleur :** Vert foncé
- **Test :** +
- **Discussion :** Les tannins sont des composés phénoliques présents dans de nombreuses plantes. Leur présence est souvent indiquée par une coloration verte foncée après réaction avec certains réactifs chimiques. Le résultat positif indique que des tannins sont présents dans l'extrait testé.

Flavonoïdes

- **Couleur :** Vert
- **Test :** +
- **Discussion :** Les flavonoïdes sont une classe de composés chimiques qui peuvent souvent donner une coloration verte dans certains tests de réactifs. Le résultat positif suggère la présence de flavonoïdes dans l'extrait.

Terpènes

- **Couleur :** Non spécifiée (/)
- **Test :** -
- **Discussion :** Les terpènes sont des composés hydrocarbonés qui peuvent être responsables

des arômes et des parfums dans les plantes. L'absence de couleur spécifiée et le résultat négatif indiquent que les terpènes n'ont pas été détectés dans l'extrait testé.

Alcaloïdes

- **Couleur :** Marron
- **Test :** +
- **Discussion :** Les alcaloïdes sont des composés azotés souvent complexes et peuvent réagir avec certains réactifs pour produire une coloration marron. Le résultat positif suggère la présence d'alcaloïdes dans l'extrait testé.

La plupart des phytochimiques tels que les alcaloïdes, les glycosides, les stéroïdes, les flavonoïdes, les tanins, les saponines, les résines, les phénols, les terpénoïdes et les glucides étaient présents dans les extraits de cannelle. L'extrait aqueux d'écorce de cannelle a montré la présence de phénol en plus.

S. No.	Phytochimique	Extrait d'écorce de cannelle	
		Extrait au méthanol	Extrait aqueux
1	Alcaloïdes	+	+
2	Glycosides	-	-
3	Stéroïdes	+	+
4	Flavonoïdes	-	-
5	Tanins	+	+
6	Saponines	+	+
7	Résines	+	+
8	Phénols	-	+
9	Terpénoïdes	-	-
10	Test de Fehling	+	+

Tableau 8 : montre l'analyse phytochimique de l'extrait d'écorce de Cinnamomum

5. Chromatographie liquide sur couche mince

L'analyse du chromatogramme révèle la présence quatre taches pour l'extrait méthanolique de la cinnamomume zeylanicum

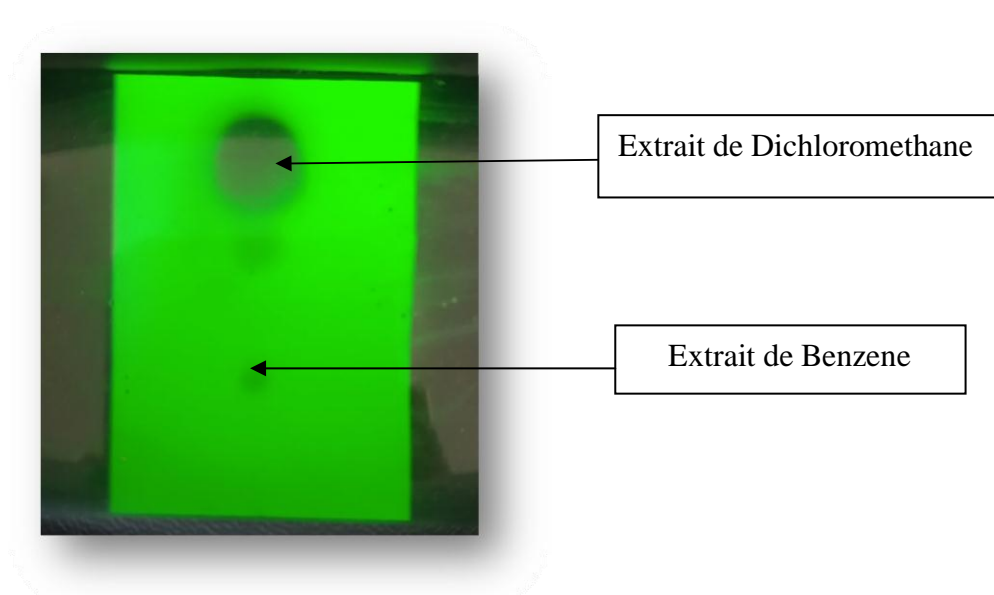


Figure 15 : La plaque CCM après développement, avant et après visualisation par la lampe UV pour les différents extraits.

Les rapports frontaux sont calculés selon l'équation suivante :

$$R_f = \text{distance parcourue par l'échantillon} / \text{distance parcourue par le solvant}$$

Nombre de sport	Couleur des taches	RF
1	Noir	0,046
2	Noir	0,329
3	Noir	0,595
4	Noir	0,769

Tableau 9 : Résultat du calcul des rapports frontaux

Discussion

La révélation par la Ninhydrine a permis d'avoir une bonne séparation et une visibilité acceptable des taches qui confirme la présence de l'acide gallique et la quercétine dans les deux extraits

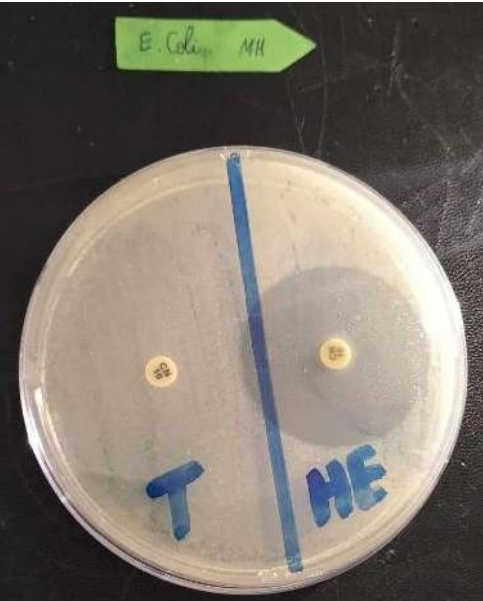



6. Evaluation de l'activité antimicrobienne de *Cinnamomum zeylanicum*

La zone d'inhibition d'un bon agent antimicrobien diffère selon les références bibliographiques. D'après Pereira et ses collaborateurs (2006) celle-ci doit être égale ou supérieure à 10mm ; pour Vireira et ses collaborateurs (2001) elle est de 15 mm alors que pour Seokwon kim et ses

collaborateurs elle est supérieur à 6mm. En ce qui concerne nos résultats, ils varient de 5 mm à 90 mm (l'activité antimicrobienne a été déterminée à l'aide d'une règle mesurant le diamètre de la zone d'inhibition (mm)).

Bactéries	Témoin négatif (disque stérile /Eau physiologique)	HE (Disque) (En mm)	HE (Puits) (En mm)
<i>Escherichia coli</i>	—	35.24 Extrêmement sensible(+++)	34.235 Extrêmement sensible (+++)
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	—	43.715 Extrêmement sensible(+++)	37.34 Extrêmement sensible (+++)
<i>Citrobacter freundii</i>	—	28.22 Extrêmement sensible(+++)	31.315 Extrêmement sensible (+++)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	—	37.155 Extrêmement sensible(+++)	41.385 Extrêmement sensible (+++)

Tableau 10 : Halos d'inhibition en (mm) provoquée par l'huile essentielle

Bactéries	Méthode des disques	Méthode des puits
<i>Escherichia coli</i>		
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>		

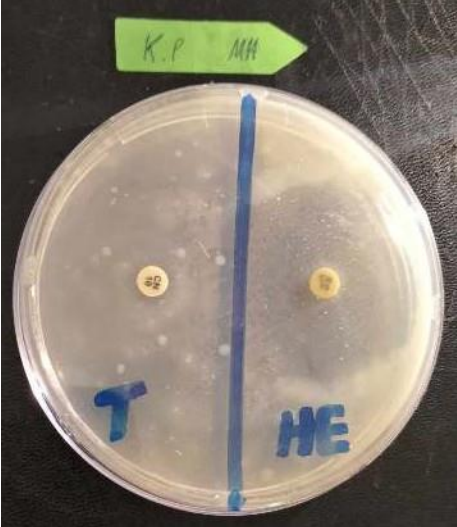



<p><i>Klebsiella pneumoniae</i></p>		
<p><i>Citrobacter freundii</i></p>		

Tableau 11 : Résultat de la méthode de puits et la méthode des disques

Discussion :

- Le témoin n'a aucune activité antimicrobienne vis-à-vis de toutes les souches testées.
- L'activité antibactérienne est extrêmement sensible la même pour toutes les souches testées avec des diamètres d'inhibition entre 28 mm à 43 mm,
 - une activité plus importante contre *Pseudomonas aeruginosa* avec une zone d'inhibition allant de 37 mm à 41 mm
 - une activité plus importante contre *Escherichia coli* avec une zone d'inhibition allant de 34 mm à 35 mm
 - une activité plus importante contre *Klebsiella pneumoniae* avec une zone d'inhibition allant de 37 mm à 43 mm
 - une activité plus importante contre *Citrobacter freundii* avec une zone d'inhibition allant de 28 mm à 31 mm
- En comparant les résultats obtenus avec les précédentes références bibliographiques :
 - Pour *Klebsiella pneumoniae* la zone d'inhibition est de 14 mm selon **M. Höferl et al. (2009)**. Elle apparaît pour nous à 43 mm.
 - Selon **F. Edet (2004)** pour *Pseudomonas aeruginosa* la zone d'inhibition est de 22 mm. Nous trouvons la zone maximale à 37 mm.
 - En comparant les résultats obtenus pour la zone d'inhibition d'*Escherichia coli* avec ceux obtenus par **F. Edet (2004)**, nous avons obtenu 35 mm contre 30 mm pour la référence.

Les résultats obtenus pour les zones d'inhibition des différentes souches bactériennes (*Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*) montrent des valeurs significativement plus élevées que celles rapportées dans les références bibliographiques précédentes.

Klebsiella pneumoniae

- Référence (M. Höferl et al, 2009) : 14 mm
- Résultat observé : 43 mm
- **Discussion :** La zone d'inhibition mesurée (43 mm) pour *Klebsiella pneumoniae* dans cette étude est considérablement plus grande que celle rapportée dans la référence (14 mm). Cela suggère que l'huile de cannelle montre une activité antibactérienne plus forte contre cette souche bactérienne

Pseudomonas aeruginosa :

- Référence (F. Edet, 2004) : 22 mm
- Résultat observé : 37 mm
- **Discussion :** De même, la zone d'inhibition observée pour *Pseudomonas aeruginosa* (37 mm) dépasse largement celle rapportée dans la littérature (22 mm). Cela indique une potentiatiion notable de l'activité antibactérienne de l'huile

Escherichia coli

- Référence (F. Edet, 2004) : 30 mm
- Résultat observé : 35 mm
- **Discussion :** Pour *Escherichia coli*, la zone d'inhibition mesurée est de 35 mm, comparée à 30 mm dans la référence de F. Edet en 2004. Bien que la différence ne soit pas aussi grande que pour les autres bactéries, elle suggère également une activité antimicrobienne potentiellement améliorée de l'extrait testé dans cette étude.

Interprétation

- Les résultats obtenus indiquent une capacité significative de l'huile de cannelle ou de l'agent testé à inhiber la croissance des souches bactériennes

Il est important de souligner que ces résultats soulignent le potentiel des extraits de plantes comme source d'agents antimicrobiens efficaces, qui pourraient être explorés davantage pour le développement de nouvelles thérapies contre les infections bactériennes, notamment dans le contexte croissant de la résistance aux antibiotiques.



Conclusion Générale

Conclusion Générale

Conclusion Générale

En conclusion, cette étude a mis en évidence le potentiel prometteur de l'huile essentielle de cannelle de Ceylan en tant qu'agent antibactérien efficace. À travers une série d'expériences *in vitro*, nous avons démontré que cette huile possède une activité significative contre un large éventail de bactéries pathogènes, y compris celles résistantes aux antibiotiques courants.

Les résultats obtenus suggèrent que les composés actifs présents dans l'huile de cannelle de Ceylan, en particulier le cinnamaldéhyde, jouent un rôle crucial dans son activité antibactérienne. De plus, l'huile de cannelle a démontré une action synergique avec certains antibiotiques, ce qui soulève la possibilité d'une utilisation combinée pour traiter les infections bactériennes résistantes.

Ces découvertes sont d'une importance significative dans le contexte actuel de l'émergence croissante de la résistance aux antibiotiques, offrant de nouvelles pistes pour le développement de thérapies alternatives. Cependant, des études supplémentaires, notamment des essais cliniques, sont nécessaires pour évaluer pleinement l'efficacité et la sécurité de l'huile essentielle de cannelle de Ceylan en tant qu'agent antibactérien dans un contexte thérapeutique.

En fin de compte, cette recherche contribue à enrichir notre compréhension des propriétés médicinales des plantes et ouvre la voie à de nouvelles avenues de recherche dans la lutte contre les infections bactériennes. En exploitant le potentiel des ressources naturelles telles que l'huile de cannelle de Ceylan, nous pourrions façonner un avenir où des solutions alternatives et durables sont disponibles pour contrer les défis posés par la résistance aux antibiotiques.



Bibliographies et Références

Bibliographies et Références

Bibliographies et Références

AKGUL, A., AND KIVANC, M. (1998). Inhibitory effects of some plant essential oils on growth and toxin production of *Aspergillus flavus*.

AMJAD H. (2005). Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielle et flavonoïdes de quelques plantes de la région de Tlemcen, thèse de Magistère. Université de Tlemcen.140p

ANTON R, LOBSTEIN A. (2005). Plantes aromatiques. Epices, aromates, condiments et huiles essentielles. Tec & Doc, Paris, 522 p.

ARMRLIN, S. (1974). **AROMATHERAPIE** : Harmonie de l'être et des sens.

BEN MANSOR NASSIMA – étude physico-chimiques et application de quelques extraits de plantes
22/10/2020

BENHOUHOUS S., 2015 - A brief overview on the historical use of medicinal plants in Algeria. Consulté : 15 mai 2015. http://www.uicnmed.org/nabp/web/documents/med_plant/overview.html.

BRUNETON J. (1995). Phytochimie des plantes médicinales. Pharmacognosie (5^{ème} édition). pp: 1504.

BRUNETON J. (2009). Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales. 4e éd : Lavoisier. Paris. 1269 P documentation, 2 ème éd. Lavoisier. Paris. 266 p.

BRUNETON, J., Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 4 ed. Technique et Documentation. 2009. P. 1268.

CIEUR C., CARILLON A. (2012). La plante médicinale - notion de totum - implication en phytothérapie clinique intégrative. Ph., Société internationale de médecine endobiogénique et de physiologie intégrative. (Mars 2012).

CLEMENT, G. (2005). Plantes médicinales.

DECAUX I. (2002). Phytothérapie : Mode d'emploi. Ed : Le bien public. 6p

DELILLE L., 2007 - Les plantes médicinales d'Algérie. Éd.BERTI, Alger, 122 P

Derridj A., GHEMOURI G., MEDDOUR R. & MEDDOUR-SAHAR O., (2009) Approche ethnobotanique des plantes médicinales en Kabylie (Wilaya de Tizi Ouzou). Acta Horticulturae853: International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants- SIPAM2009

DJEDDI S., 2012 - Les huiles essentielles "Des mystérieux métabolites secondaires": Manuel de formation destiné aux étudiants de Master. ED. Presses Académiques Francophones Grèce, 64 p.

DONALD P. (2000). Medicinal plants and phytomedicines. Linking plant biochemistry and physiology to human health. Briskin. American Society of Plant Physiologists.

DUTERTRE J.M., 2011 - Enquête prospective au sein de la population consultant dans les cabinets de médecine générale sur l'île de la Réunion : à propos des plantes médicinales, utilisation, effets, innocuité et lien avec le médecin généraliste. Thèse doctorat d'état, Univ. Bordeaux 2-Victor Segalen U.F.R des sciences médicales, France, 33 p

Bibliographies et Références

EDET F. (2004). La cannelle de ceylan et ses activités biologiques, diplôme d'état, faculté de pharmacie de Grenoble, université Joseph Fourier, page ; 6, 7.

ELKOLLI, M., Cours : structure et activités des substances naturelles : principes et Applications in Ecologie microbienne. 2017, Université Ferhat Abbas de Sétif. P. 65.

GEDIR, J.V., P. SPORNS, AND R.J. HUDSON, Extraction of condensed tannins from cervid Feed and feces and quantification using a radial diffusion assay. *Journal of Chemical Ecology*, 2005. 31(12) : p. 2761-2773.

HAMITOUCH M., 2007 - Histoire et champs d'application de la phytothérapie. Consulté le 2 juin 2015. <http://www.naturo-therapeute.ch/histoire-et-champs-d-application-delaphytotherapie.Php>

IRITI M. (2013). Plant Neurobiology, a Fascinating Perspective in the Field of Research on Plant Secondary Metabolites. *International Journal Molecules Sciences*, 14(6) : 10819-10821

ISERIN P. Encyclopédie des plantes médicinales. 2^{ème} édition. Londres : Larousse ; 2001.

JEDINAK, A., et al., Approaches to flavonoid production in plant tissue cultures. *Biologia Bratislava*, 2004. 59(6) : p. 697-710.

JEROME, C., ET AL. (2009). **PHYTOTHERAPIE** : Huiles essentielles et aromathérapie.

JUSTIN, N.K , EDMOND , S, ALLY , R.M AND XIN , H (2014) . Plant secondary metabolites : biosynthesis , classification, function and pharmacological properties *journal of pharmacy and pharmacology* , 2 . 377-392

KIM, K.-H. et al, Phenolic acid profiles and anti oxidant activities of wheat bran Extracts and the effect of hydrolysis conditions. *Food Chemistry*, 2006. 95(3) : p. 466-473

KLIEBENSTEIN D. J. (2012). Making New Molecules-Evolution of Structures for Novel Metabolites in Plants. *Current Opinion in Plant Biology*, 16 : 1-6.

LEMOUCHI, R., Valorisation de quelques plantes du Nord (Est et Ouest) Algérien : Activités biologiques, caractérisation et spécificité des huiles essentielles. , in *Biologie Végétale et Environnement*. 2017, Université Badji Mokhtar – Annaba. P. 4-10.

MARSCHNER H., 1995 - Mineral nutrition of higher plants. Second Edition, Academic Press Inc, 889 p.

MAZARS, J. (2003). Histoire des plantes médicinales: Recherche d'une thérapeutique végétale.

MOKKADEM A., 1999 - Cause de dégradation des plantes médicinales et aromatiques d'Algérie. *Revue Vie et Nature* n° 7, 24-26.

MOKKADEM O. (2004). Les plantes médicinales et aromatiques en Algérie : situation et perspectives. In : Actes du séminaire international sur le développement du secteur des plantes aromatiques et médicinales dans le bassin méditerranéen, Djerba, 1-3 juin 2004. IRA-ICARDA, ARS-USDA. p. 28-36

PHARMACOPEE EUROPEENNE. (2002). IV^{ème} édition.

Bibliographies et Références

RAUTER, A.P., NUSKE, K., AND GRASSAUER, A. (1989). Anti microbial substances from the plant kingdom.

Pharmacotherapeutic effects of Kwei-Chih-Fu-Ling-Wan on human uterine myomas. *Amer. J. Chin. Med.*, 20: 313-317.

SANAGO R., 2006 _ Le rôle des plantes médicinales en médecine traditionnelle. Université.

STELLA A. (1998). Le livre des épices. Flammarion, Paris.

VARGAS I., SANZ I. and PRIMA-YUFERA E., 1999 - Antimicrobial and Antioxidant compounds in the nonvolatile fraction of expressed range essential oil. *J.Food Prot.*, 62(8) : 929-932.

WICHTL M., ANTON R. (2003). Plantes thérapeutiques: tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. 4^{ème} édition. Tee & Doc et Editons médicales internationales, Paris.

YAYI E., JOACHIN D. GBENOU, LEON A. AHOUSI, MOUDACHIROU M. ET JEAN CLAUDE CHALCHAT. C. R, (2004). *Chimie* 7. 1013–1018.

ZENK, M.H. AND M. JUENGER, Evolution and current status of the phytochemistry of Nitrogenous compound. *Phytochemistry*, 2007. 68(2007) : p. 2757-2772.