

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA  
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE  
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Réf : ...../UAMOB/FSNVST/DEP.BIO/21

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**  
**EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER**

**Domaine : SNV    Filière : Biotechnologie**  
**Spécialité : Biotechnologie Microbienne**

**Présenté par :**

*Nihal Hadil BELKACEM    &    Mouchira LATRECHE*

*Thème*

**L'Activité antibactérienne des extraits de  
*Cinnamomum spp* et de *Syzygium aromaticum*  
en dentisterie.**

**Soutenu le : 14 / 07 / 2021**

**Devant le jury composé de :**

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
<i>Mme AKKOUCHE</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Présidente</i>
<i>Mr RAI</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Examineur</i>
<i>Mme DJENADI</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Promoteur</i>
<i>Melle HAMID</i>	<i>Doctorante</i>	<i>Univ. de Béjaia</i>	<i>Co-promoteur</i>

*Année Universitaire : 2020/2021*

## *Remerciements*

*« Nous remercions DIEU tout puissant de nous avoir donné la bonne santé, la patience, la volonté et le courage pour réaliser ce modeste travail ».*

*Nous tenons à remercier notre promotrice **Dr. DJENADI Katia**, qui nous a honoré en acceptant de diriger ce travail, pour tous les efforts qu'elle a consenti tout au long de l'élaboration de ce travail. Pour son aide et ces précieux conseils, son suivi rigoureux et même pour sa disponibilité derrière nous jusqu'à la fin de ce travail.*

*Nous remercions aussi chaleureusement et avec sincères gratitudes notre Copromotrice **Mlle. HAMID Sarah**, pour ses conseils et l'intérêt incontestable qu'elle a porté et on exprime pour elle notre respect et nous nous trouvons incapable de formuler nos remerciements à elle.*

*Sans oublier d'adresser nos remerciements à **M. MAIZ Yacine**, et **Mlle. Benzitoune Imane** pour leur aide précieux et leur disponibilité.*

*Nous tenons à remercier également **Mm. AKKOUCHE** d'avoir accepté de présider le jury.*

*Nos remerciements vont aussi à **M. RAI Abdelwahab** qui a accepté d'évaluer notre travail.*

*Merci infiniment à nos enseignants qu'ont contribués à notre formation durant notre cursus universitaire*

*En fin nous remercions tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.*

*Merci à tous...*

## *Dédicaces*

*A mes très chers parents **Slimane** et **Djamila** qu'ont veillé sur moi le long de mes études, que DIEU me les protégés.*

*Qui ont œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, ses sacrifices consentis et ses conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.*

*A mon cher frère **Ayoub** et sa femme **Soumia** et mon petit ange **Maram Rinad** aucune dédicace ne saurait exprimer tout l'amour que j'ai pour vous, Votre joie et votre gaieté me comblent de bonheur.*

*A mes sœur **Hiba** et **Nouha**, Merci de m'avoir soutenu, Merci pour votre affection durant tout ce temps. Restons unis et soyons à la hauteur de nos parents. Que Dieu vous bénisse, et à la mémoire de **ma grande mère** j'aurai tant aimé que vous soyez présente.*

*A la personne la plus chère **Rochdi**, aucun mot ne pourra exprimer ta valeur pour moi, que je te remercie vraiment pour ton aide et ton soutien, avant, durant et après la réalisation de ce travail.*

*A ma douce binôme et amie **Amira** avec qui j'ai partagé tous les moments de stress de fatigue, mais aussi de fous rires, pour son soutien, sa présence et sa compréhension tout au long de ce travail, et à toute sa famille.*

*A mes chères **Anfel, Wiam, Manar, Fadoua** et ma belle **Rachda, Noussa, Tina et Roumi** et **Nouara** que j'ai vécu avec eux des beaux moments au cours de mon parcours  
A tous les membres du team 'A3marona A3malouna'*

*A toutes les personnes qui m'ont apporté leur soutien tant moral que physique et qui de loin ou de près ont contribué à la réalisation de ce travail*

*Je dédié ce travail*

***Nihal Hadil***

À Mes Chers Parents,  
**Abd errezak et Salima** Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.

Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours. Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en acquitterai jamais assez.

A mes grand parents **Ma et Bouy**, à la Mémoire de **mon grand-père**, J'aurais tant aimé que vous soyez présentss, **Djeda Saadia**, mes chères tantes et Mon oncle, Merci de m'avoir soutenu et témoigné votre affection durant tout ce temps.

A ma plus belle sœur **Soumia** et son marie **Nabil** et la petite gâtée **Miral** qui arrivera bientôt, aucune dédicace ne saurait exprimer tout l'amour que j'ai pour vous, Votre joie et votre gaieté me comblent de bonheur.

A mes frères **Amir, Walid, Aymen, Abdelghani, Aziz, Ali, Moncef, Raouf** et mon petit ange **Nour** et ma douce chatte **Elize** que Dieu, le tout puissant, vous protège et vous garde.  
A toute ma famille sans exception.

A ma binôme **Doudi** que j'ai rencontré au cours de mon cursus, pour son amour, son soutien, sa présence et sa compréhension tout au long de ce travail.

A mes cousine **Sara et Hanine** aucun mot ne pourra exprimer votre valeur pour moi, Votre rencontre est un grand honneur.

A mes chères copines **Sara, Nani et Yasmine** et leurs familles, Je ne peux trouver les mots sincères pour vous exprimer mon affection et mes pensées, vous êtes pour moi des sœurs sur qui je peux compter. En témoignage de l'amitié qui nous unit et des souvenirs de tous les moments que nous avons passés ensemble, je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.

A mes amis **Rachda, Cerine, Manel, Hassena, Nouara, Thiziri, Abir, Zino, Yacine, Sofiane, Adel et Tarek** que j'ai vécu avec eux des beaux moments au cours de mon parcours

A toute ma promo *Biotechnologie Microbienne*

Je dédié ce travail

**Mouchira**

## Table des matières

Liste des abréviations .....	<i>i</i>
Liste des figures .....	<i>ii</i>
Liste des tableaux .....	<i>iii</i>
Introduction.....	1

## Partie Synthèse Bibliographique

<b>Chapitre I : La phytothérapie.....</b>	<b>3</b>
<b>I. La phytothérapie .....</b>	<b>3</b>
1. Types de phytothérapie .....	3
1. La phytothérapie traditionnelle.....	3
2. La phytothérapie clinique.....	3
2. Le développement de la phytothérapie .....	4
3. L'usage de la phytothérapie .....	4
• Gargarisme.....	4
• Bain de bouche.....	4
<b>II. Le retour de la médecine vers l'utilisation des plantes médicinales .....</b>	<b>6</b>
4. Le giroflier ( <i>Syzygium aromaticum</i> ).....	6
4.1. Aspect botanique.....	6
4.2. Culture .....	7
4.3. Phyto-chimie et activités pharmacologiques de clou de girofle .....	7
4.4. Activité bactéricide de l'eugénol.....	8
4.5. Usage médical.....	9
• Traitement bucco-dentaire.....	9
• Antispasmodique.....	9
• Stimulant physique et intellectuel.....	9
4.6. Toxicité et effet nocif de <i>Syzygium aromaticum</i> .....	9
4.7. Les applications en odontologie .....	10
5. La cannelle ( <i>Cinnamomum spp</i> ).....	11
5.1. Aspects botanique .....	11
5.2. Culture.....	12
5.3. Phyto-chimie et activités pharmacologiques de clou de girofle.....	12
5.4. Activité bactériostatique de cinnamaldéhyde.....	13
5.5. Usage médical .....	14

5.6. Toxicité et effet nocif de <i>Cinnamomum spp</i> .....	14
5.7. Les applications en odontologie .....	14
<b>Chapitre II : Pathologies bucco-dentaires et biofilm .....</b>	<b>15</b>
<b>I. Généralités sur la cavité bucco-dentaire .....</b>	<b>15</b>
1. Description de la flore buccale physiologique .....	15
2. Les pathologies bucco-dentaires courantes .....	17
2.1. Les maladies parodontales .....	17
2.2. Les gingivites.....	17
2.3. Les parodontites.....	18
2.4. Les caries dentaires .....	18
3. Les pathologies de la muqueuse buccale .....	19
3.1. Stomatite.....	19
3.2. Aphtes .....	20
3.3. Abscess dentaire .....	20
3.4. Halitose ou mauvaise haleine .....	21
3.5. Douleur dentaire .....	21
4. Prévention et traitement des maladies bucco-dentaires .....	21
4.1. Prévention.....	21
4.2. Traitement des maladies bucco-dentaires .....	22
• Traitement de la carie.....	22
4.3. Traitement des maladies parodontales.....	22
• Traitement des gingivites .....	22
• Traitement des parodontites .....	22
<b>II. Le biofilm dentaire.....</b>	<b>23</b>
1. Définition de biofilm.....	23
2. Le biofilm dentaire associé à la santé .....	23

## **Partie Pratique**

<b>Chapitre I : Matériel et méthodes.....</b>	<b>25</b>
<b>I. Matériel végétal.....</b>	<b>25</b>
1. Préparation de la poudre.....	25
<b>II. Extraction des composés phénoliques .....</b>	<b>26</b>
1. Extraction par macération .....	26
1.1. Extraction méthanolique .....	26
1.2. Extraction éthanolique.....	26

1.3. Extraction par Soxhlet.....	26
III. Extraction aqueuse par infusion.....	27
IV. Extraction des huiles essentielles par hydrodistillation .....	27
V. Calcul de rendement des différentes extractions .....	28
VI. Evaluation de l'activité antibactérienne .....	29
1. Préparation de l'inoculum .....	29
2. L'activité antibactérienne .....	30
2.1. Préparation des extraits .....	30
2.2. Méthode de diffusion par puits .....	30
2.3. Méthode des spots.....	31
2.4. Détermination de la concentration minimale inhibitrice .....	31
2.5. La synergie entre l'antibiotique et l'huile essentielle .....	32
<b>Chapitre II : Résultats et discussion.....</b>	<b>33</b>
I. Le rendement d'extraction.....	33
1. Extraction des polyphénols par macération .....	33
2. Extraction de l'huile essentielle par hydro-distillation .....	33
II. Evaluation de l'activité antibactérienne .....	34
1. La méthode de diffusion par puits .....	34
2. La méthode des spots.....	37
3. La concentration minimale inhibitrice .....	39
4. Résultats de synergie entre l'antibiotique et l'huile essentielle .....	39
Discussion générale .....	42
<b>Conclusion .....</b>	<b>44</b>
<b>Références bibliographiques</b>	
<b>Annexes</b>	

## Liste des abréviations

**ATP** : Adenosine triphosphate

**CMI** : Concentration minimale inhibitrice.

**DMSO** : Diméthyle sulfoxyde.

**DO** : Densité Optique.

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé.

**HBD** : Hygiène buccodentaire.

**HE** : Huile essentielle

**LB** : Luria Bertani.

**MEch** : Masse de l'échantillon.

**MExt** : Masse D'extrait.

**PAE** : Pellicule acquise exogène.

**SARM** : Staphylococcus aureus Résistante au Methicilline.

**SFCO** : Société Française de Chirurgie Orale.

**UFC** : Unité Formant Colonie.



## Liste des figures

<b>Figure 01</b> : Boutons floraux et fleurs du giroflier .....	6
<b>Figure 02</b> : Structure du giroflier.....	6
<b>Figure 03</b> : <i>Cinamomum spp</i> (Cannelle).....	11
<b>Figure 04</b> : Représente la manifestation clinique de la gingivite au niveau de la cavité buccal .....	17
<b>Figure 05</b> : Représentation de la manifestation clinique de la parodontite.....	18
<b>Figure 06</b> : Représente la manifestation clinique de la carie dentaire .....	19
<b>Figure 07</b> : Représente la manifestation clinique de la stomatite.....	19
<b>Figure 08</b> : Représente la manifestation clinique des aphtes de la cavité buccale .....	20
<b>Figure 09</b> : Représente la manifestation clinique des abcès dentaire .....	20
<b>Figure 10</b> : Mise en évidence de plaque dentaire par utilisation d'un indicateur de plaque .....	23
<b>Figure 11</b> : le broyage des clous de girofle et les bâtons de cannelle avec le moulin électrique.....	25
<b>Figure 12</b> : Le montage du Soxhlet .....	27
<b>Figure 13</b> : Le montage d'hydro-distillateur de type Clevenger Schéma des cinq étapes de développement du biofilm une fois .....	27
<b>Figure 14</b> : Huile essentielle de Girofle utilisée.....	28
<b>Figure 15</b> : Ensemencement en striés sérés avec écouvillon .....	30
<b>Figure 16</b> : Remplissage de la microplaque.....	31
<b>Figure 17</b> : Boîtesensemencées pour tester la synergie entre l'ATB et l'HE.....	32
<b>Figure 18</b> : Rendement des différentes extractions .....	34
<b>Figure 19</b> : Synergie entre l'antibiotique et l'huile essentielle de la cannelle .....	40
<b>Figure 20</b> : Synergie entre l'antibiotique et l'huile essentielle de girofle.....	41

---

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> : Classification botaniques de <i>Syzygium aromaticum</i> (Clou de girofle).....	7
<b>Tableau 2</b> : Les constituants principaux de l'huile essentielle du girofle.....	8
<b>Tableau 3</b> : Classification botaniques de <i>Cinnamomum</i> (Cannelle) .....	12
<b>Tableau 4</b> : Le constituant principal de l'huile essentielle de la cannelle.....	13
<b>Tableau 5</b> : Charge bactérienne endogène de la cavité bucco-dentaire Gram+.....	16
<b>Tableau 6</b> : Charge bactérienne endogène de la cavité bucco-dentaire Gram.....	16
<b>Tableau 7</b> : Les souches bactérienne testées.....	29
<b>Tableau 8</b> : Rendement d'extraction des polyphénols de <i>Syzygium aromaticum</i> et <i>Cinnamomum spp</i> par soxhlet et macération alcoolique .....	33
<b>Tableau 9</b> : Rendement d'extraction de l'huile essentielle de <i>Cinamomum spp</i> .....	33
<b>Tableau 10</b> : Résultats de la méthode des puits pour <i>Syzygium aromaticum</i> .....	35
<b>Tableau 11</b> : Résultats de la méthode des puits pour <i>Cinamomum spp</i> .....	36
<b>Tableau 12</b> : Résultats de l'activité des extraits éthanolique par Soxhlet (50mg/ml) des deux plantes par la méthode des puits.....	36
<b>Tableau 13</b> : Résultats de la méthode des spots pour <i>Syzygium aromaticum</i> .....	37
<b>Tableau 14</b> : Résultats de la méthode des spots pour <i>Cinamomum spp</i> .....	38
<b>Tableau 15</b> : La concentration minimale inhibitrice de des extraits éthanoliques et les huile essentielles de <i>Syzygium aromaticum</i> et <i>Cinnamomum spp</i> . .....	39
<b>Tableau 16</b> : Résultats obtenus après la synergie huile essentiel/ATB des deux plantes....	39



# Introduction

## Introduction

Pendant des milliers d'années, les civilisations du monde entier ont utilisé des remèdes à base de plantes pour traiter quelque variété de maladies, La première preuve écrite de l'utilisation des plantes a été trouvée sur une tablette d'argile sumérienne, vieille d'environ 5000 ans (**Petrovdka, 2012**). De nos jours, dans de nombreux pays du monde, les plantes aromatiques et médicinales ont reçu de plus en plus d'attention (**Al-Tawaha et al., 2014**). Cela explique l'engouement mondial de la phytothérapie, Notre époque est profondément marquée par la recherche d'une vie plus saine et d'un retour à la nature (**Jean-Yves, 2010**).

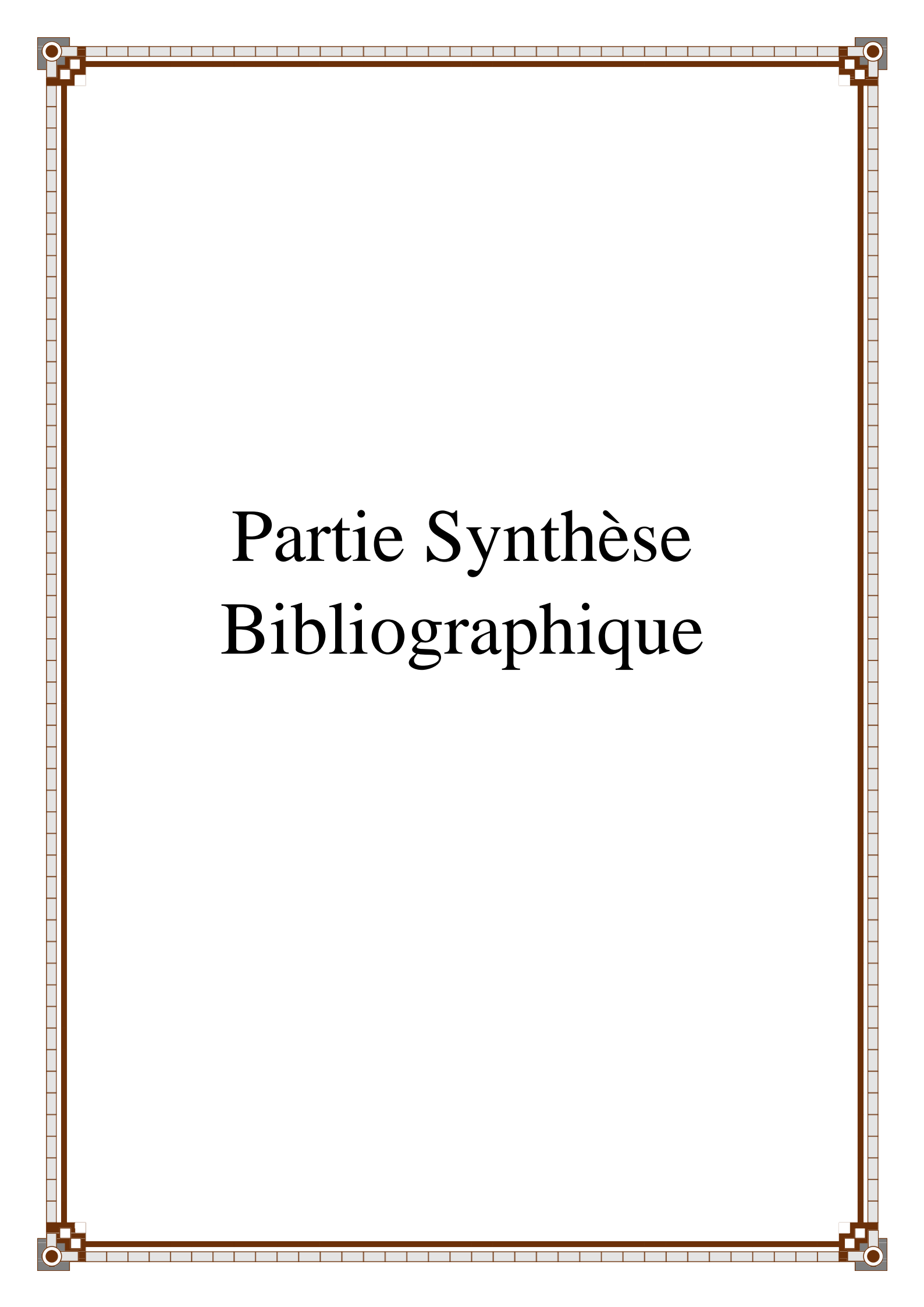
La phytothérapie en santé bucco-dentaire a retenue l'attention dernièrement et une pléthore d'essais cliniques ont été menées dans ce domaine (**John et Shantakumari, 2015 ; Ardizzoni et al., 2018**). De nombreuses investigations se sont concentrés sur les propriétés antimicrobiennes des substances médicales traditionnelles, comme les huiles essentielles et les composés phénoliques (**Wiwattanarattanabut et al., 2017**). De même, Bakhtari et ses collaborateurs ont démontré que les propriétés antibactériennes et antifongiques de ces substances bioactives sont significativement efficaces (**Bakhtari et al., 2019**). En outre, les produits d'hygiène bucco-dentaire à base d'extraits de plantes médicinales sont très répandus (**Quintas et al., 2015 ; Ardizzoni et al., 2018**).

Dans le domaine de la médecine dentaire, les pathologies les plus courantes sont d'origine microbienne (bactérienne et fongique). Parmi ces pathologies, les plus répandues sont les caries dentaires, les maladies parodontales ainsi que les lésions endodontiques sont causées par des espèces pathogènes bien connus tels que *Streptococcus mutans*, *Streptococcus salivarius*, *Streptococcus sanguinis*, *Porfiromonas gingivalis*, *Prevotella*, *Actinobacilus*, *Enterococcus faecalis*, *Candida albicans*, etc (**Yanakiev, 2020**).

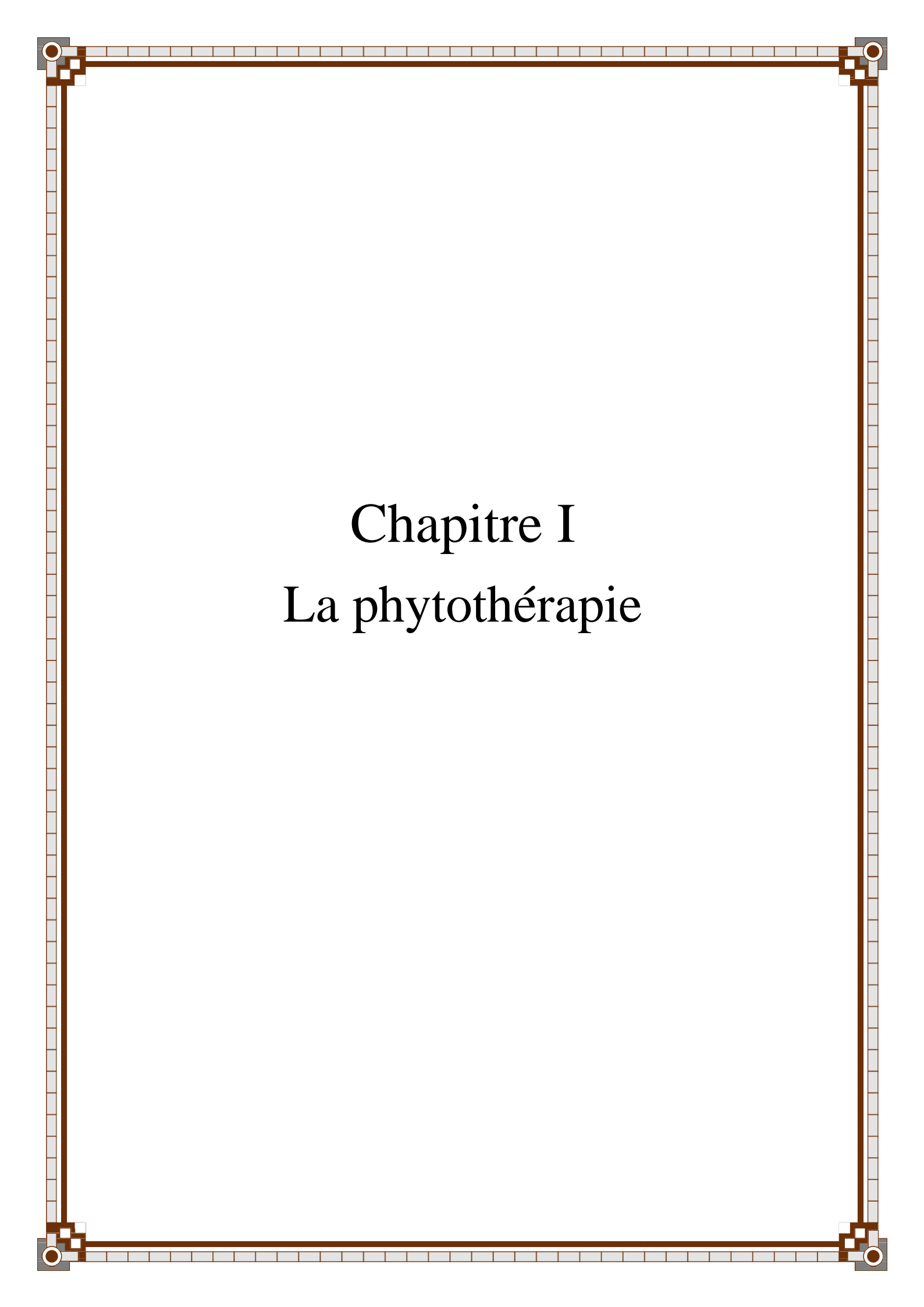
Ces résultats qui révèlent l'importance de l'utilisation de la phytothérapie contre les maladies de la cavité bucco-dentaires nous ont motivé à tester l'activité antibactérienne de deux plantes qui sont *Cinnamomum spp* (cannelle) et *Sygygium aromaticum* (clou de girofle). Ces plantes sont largement utilisés dans la médecine traditionnelle comme remède (sous forme de tisane, ajouté lors de la cuisson, et ajouté à l'eau pour gargarisme) pour certains pathologie ainsi que dans la cuisine algérienne comme épices ajoutés lors de la cuisson de différents plats.

Sur cela, notre travail est composé de deux grandes parties, dont l'une est une synthèse bibliographique englobe l'ensemble des connaissances et données sur la phytothérapie, les

pathologies de la cavité bucco-dentaire et les deux plantes utilisées dans l'étude en se basant sur des plusieurs études. Et l'autre est une partie expérimentale comporte les différentes les expérimentations et méthodes utilisées ainsi que les résultats obtenues comparés aux différents résultats obtenues dans les investigations déjà faites et une éventuelle conclusion et perspectives.



# Partie Synthèse Bibliographique



# Chapitre I

## La phytothérapie

## I. La phytothérapie

La phytothérapie (du grec *phytos*, « plante », et *therapeuo*, « soigner ») signifie l'utilisation des plantes et leurs métabolites pour se soigner et traités différentes maladies. Malgré le développement de la science et de différentes tests analytiques et médicamenteuses synthétiques, cet ancien système de guérison est pratiqué dans toutes les cultures du monde (**Kraft et Hobbs, 2004**). C'est une voie précieuse et efficace pour traiter de nombreux problèmes courants de santé (**Alam, 2008**).

Dans le domaine médicale, ce système de thérapie est appelé phytomédecine dans lequel les maladies et les troubles sont traités avec des plantes médicinales et des préparations à partir de ces principes actifs. La phytothérapie est un traitement complémentaire et alternatif qui a une efficacité scientifiquement bien reconnue (**Kraft et Hobbs, 2004**). Elle aide non seulement de soulager les symptômes, mais également résoudre les problèmes potentiels, et améliorer la fonction globale d'un organe ou d'un système spécifique (**Alam, 2008**).

### 1. Types de phytothérapie

On distingue deux types de phytothérapies :

#### 1.1. La phytothérapie traditionnelle

On la nommée traditionnelle parce qu'elle est très ancienne. Selon l'organisation mondiale de la santé cette phytothérapie constitue la principale composante de la médecine traditionnelle (**OMS, 2010**). La médecine traditionnelle est la base des connaissances, et les pratiques utilisées pour maintenir les êtres humains en santé ainsi que pour prévenir, traiter et guérir des maladies physiques et mentales, qui reposent sur les théories, croyances et expériences propres acquises ou transmises de génération à génération oralement ou par écrit (**OMS, 2000**).

#### 1.2. La phytothérapie clinique

C'est une thérapie qui n'agit que sur le symptôme, et prend en compte l'individu qui reçoit le traitement, avec sa réactivité fonctionnelle physiologique et biologique spécifique. Elle intègre l'étude de la plante médicinale dans la physiologie des êtres vivants (**Carillon, 2009**). La phytothérapie clinique renforce l'efficacité d'un traitement allopathique classique, son mode d'action est basé sur un traitement à long terme (**Chabrier, 2010**).



## 2. Le développement de la phytothérapie

Les plantes ont longtemps été appréciées pour leur capacité à soulager la douleur et à guérir. Aujourd'hui, nous comptons toujours sur les propriétés curatives des plantes dans environ 75% de nos médicaments. Pendant des siècles, les sociétés du monde entier ont formé leurs propres traditions pour comprendre les plantes médicinales et leurs utilisations. Certaines applications de ces médicaments semblent étranges et magiques, tandis que d'autres semblent sensées, mais ce sont toutes des tentatives pour surmonter la maladie et la douleur et améliorer la qualité de vie (**Chevallier, 2016**).

## 3. L'usage de la phytothérapie

L'étude de la médecine traditionnelle et plus précisément de traitement à base de plantes médicinales est particulièrement intéressante et bien développée en Algérie (**Bouzabata, 2017 ; Basli et al., 2012**).

De nos jours, la phytothérapie reprennent de l'importance car l'efficacité des médicaments conventionnels tels que les antibiotiques, qui avaient autrefois une efficacité quasi universelle contre les infections bactériennes sévères, est en déclin. Au fil des années, les organismes infectieux ont développé une résistance aux médicaments synthétisés (le résistance des espèces bactériens aux antibiotiques) (**Chevallier, 2016**).

Parmi de nombreux modes d'utilisation de phytothérapie, On cite l'usage externe, au niveau des muqueuses buccales et pharyngées, par bain de bouche et gargarisme, Utiliser pour soigner les pathologies buccodentaires telles que le mal de dents, la gingivite, les ulcères buccaux, les aphtes, les stomatites... etc (**El Rhaffari et Zaid, 2002**).

- **Gargarisme**

Liquide antiseptique utilisé pour se rincer la gorge, le pharynx, les amygdales et les muqueuses, à fin de les désinfecter ou les calmer, sans l'avalier. Cette remède constitué d'un infusé ou d'un décocté des plantes aussi chaud que possible (**Hoffmann, 2003 ; El Rhaffari et Zaid, 2002**).

- **Bain de bouche :**

La médication constituée d'un infusé, un décocté ou un macéré des plantes. Il est utilisée en contact avec les muqueuses de la cavité buccale pour traiter des affections buccales

(les aphtes, les ulcères buccaux, les stomatites....) (**Hoffmann, 2003 ; El Rhaffari et Zaid, 2002**).

## II. Le retour de la médecine vers l'utilisation des plantes médicinales

L'utilisation d'extraits de plantes et des dérivés de plantes est une source précieuse de médecine traditionnelle pour le traitement et la prévention de nombreuses maladies (Al-Bayati, 2007). Le développement de la résistance microbienne aux antibiotiques a incité les chercheurs à utiliser le monde végétal, en particulier les plantes médicinales et culinaires, pour trouver des molécules naturelles efficaces sans effets indésirables (Rauter *et al.*, 1989).

### 1. Le giroflier (*Syzygium aromaticum*)

Le clou de girofle (*Syzygium aromaticum*) est connu sous le nom arabe "El Krenfel" et est l'une des premières épices dans le commerce qui a prospéré depuis les temps anciens. Aujourd'hui, leur présence dans la cuisine indienne ou nord-africaine se mêle à d'autres épices (Ras el hanout du Maghreb) (Mbaveng & Kuete, 2017). Depuis des décennies, le clou de girofle est utilisé pour ses vertus culinaires et médicinales, il est beaucoup utilisé en médecine dentaire pour sa propriété d'anesthésique locale (Ohkubo et Shibata, 1997).



**Figure 1** Boutons floraux et fleurs du giroflier (Barbelet, 2015).



**Figure 2** Structure du giroflier (Benzeggouta, 2015).

#### 1.1. Aspects botaniques

*Syzygium aromaticum* est un arbre de la famille des Myrtacées (Tableau 01), de 12 à 15 mètres de haut, aux feuilles persistantes vert foncé, originaire d'Indonésie. Les fleurs se présentent sous la forme de longs pédicelles, avec une petite fleur au bout de la branche, La fleur a 4 pétales blanc rosé, caractérisé par des sépales rouges persistants (Figure 01et 02). Ceux-ci sont appelés clous de girofle sont cueillis avant épanouissement. Ils ont un aspect brun foncé caractéristique avec un arôme chaud, brulant, légèrement amer et fortement aromatique (Ghedira *et al.*, 2010).

**Tableau n°01** Classification botaniques de *Syzygium aromaticum* (Clou de girofle)  
(Barbelet, 2015).

Classification	
Embranchement	<i>Spermatophytes</i>
Sous embranchement	<i>Angiospermes</i>
Classe	<i>Dicotyledonae</i>
Sous classe	<i>Rosidae</i>
Ordre	<i>Myrtales</i>
Famille	<i>Myrtaceae</i>
Genre	<i>Syzygium</i>
Espèce	<i>Syzygium aromaticum</i>

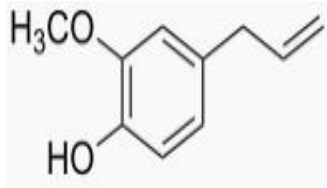
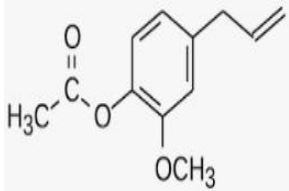
## 1.2. Culture

Le giroflier apprécie le sol fertile. Son développement nécessite une température moyenne de 22°C pour la récolte des clous ou les feuilles. Le giroflier produit des clous de la cinquième à la huitième année, et la récolte est exploitable après huit ans, mais il ne peut atteindre son plein rendement qu'à l'âge de 20 ans. Les arbres âgés de 75 à 80 ans peuvent produire jusqu'à 50Kg de clous frais chaque année. (Ranoarisoa km, 2012).

## 1.3. Phyto-chimie et activités pharmacologiques de clou de girofle

*Syzygium aromaticum* est l'une des sources les plus riches en composés phénoliques, principalement l'eugénol et l'acétate d'eugénol ( Tableau 02) ainsi que les composés volatils tels que l'huile essentielle de girofle sont connus pour leurs propriétés anti oxydantes et anti-inflammatoires (Oboh *et al.*, 2015) antibactériens, antifongiques, et insecticides (Beg & Ahmed, 2002 ;Burt & Reinders, 2003).

**Tableau n°02 : Les constituants principaux de l'huile essentielle du girofle**  
(Vercauteren, 2006).

	Densité (g/ml)	Poids moléculaire (g/mol)	Solubilité	Structure chimique
<b>Eugénol</b>	1.06	164.2	Insoluble dans l'eau et soluble dans les solvants apolaires	
<b>L'acétate D'eugényl</b>	1.075 à 1.085	206.24	/	

L'huile essentielle est très utilisée en médecine traditionnelle pour soulager les troubles gastro-intestinaux (Adeyemi *et al.*, 2003), les maladies infectieuses comme la malaria, la tuberculose et le choléra (Chandrasekaran & Venkatesalu, 2004).

Le clou de girofle est non seulement utilisé pour traiter les maux de dents, la bouche, de gorge, l'inflammation de la muqueuse buccale et la mauvaise haleine, il agit comme un Antirhumatismal topique, et il est efficace contre les douleurs musculaires (myalgie), sciatique et anesthésiques locaux. Le clou de girofle oral peut empêcher le ballonnement épigastrique, la digestion lente, éructations et flatulences (Van Wyk et Wink, 2004 ; Ghedira *et al.*, 2010).

#### 1.4. Activité bactéricide de l'eugénol

Le groupement hydroxyle de l'eugénol inhibe l'action des amylases et des protéases, induisant la détérioration de la membrane cellulaire et l'inhibition de l'activité des ATP synthétases membranaires. (Gill *et al.*, 2006). Bien que sa forte concentration provoque une lyse cellulaire (Burt, 2004).

### 1.5. Usage médical

- **Traitement buccodentaire**

L'eugénate composé d'eugénol ; présent dans les huiles essentielles du girofle, et d'oxyde de zinc, Il est utilisé comme pâte pour la reconstitution des dents. L'eugénol est aussi utilisé, comme anesthésiant et cautérisant pulpaire en cas d'alvéolite après extraction dentaire (Lamendin *et al.*, 2004).

- **Antispasmodique**

Les clous de girofle soulagent les troubles digestifs, tels que flatulences et coliques, Ils apaisent aussi la toux, les spasmes musculaires lors de leur application locale (Iserin *et al.*, 2001).

- **Stimulant physique et intellectuel**

Le girofle a un effet stimulant, aussi bien dans les cas d'asthénie intellectuelle ou la perte de mémoire, considéré comme aphrodisiaque, augmente également les contractions de l'utérus lors de l'accouchement (Iserin *et al.*, 2001).

### 1.6. Toxicité et effet nocif de *Syzygium aromaticum*

L'usage abusif du clou de girofle peut devenir toxique. De grandes quantités doivent être évitées pendant la grossesse. Le clou de girofle peut être irritant pour les voies gastro-intestinales et devrait être évité chez des personnes ayant des ulcères gastriques, des colites ou le syndrome du côlon irritable. Dans les surdoses, les clous de girofle peuvent causer des nausées, des vomissements, des diarrhées et de fortes hémorragies digestives. La surutilisation peut conduire à une insuffisance rénale, des hallucinations et même la mort.

L'huile essentielle de clou de girofle est en effet dermocaustique et irritante pour les voies respiratoires ce qui oblige à la diluer pour l'appliquer sur la peau. Il faut l'utiliser sur de courtes durées et avec l'avis du médecin. Elle ne peut pas être utilisée avec des médicaments anticoagulants.

L'huile essentielle de clou de girofle contient plus de 80% d'eugénol, qui est un composant allergène. Les personnes hypertendues doivent l'utiliser avec la plus grande prudence car elle peut augmenter la tension artérielle (Werner M *et al.*, 2008). La dose létale est estimée à 2 à 5g/Kg. Chez un enfant de 20Kg, un flacon de 10ml peut déjà entraîner de sérieuses lésions (Companie des Sens).

### 1.7. Les applications en odontologie

Montain et ces collaborateurs recommande un dentifrice dont le principe de fonctionnement comprend des huiles aux propriétés antiseptiques, antibactériennes et anti-inflammatoires (**Montain , 2002**). Une mention spéciale concernant *Eugenia caryophyllata*, élément caractéristique des soins bucco-dentaires traditionnels (**Rossi Pernel , 2005**).

Après avoir été utilisé avec succès comme analgésique antiseptique, antibactérien, et utilisé dans les cliniques dentaires comme pâtes et pansements temporaires, l'eugénie a été remplacée par un composé synthétique appelé "eugénol" un plus peu efficace (**Loncong , 2003**).

## 2. La cannelle (*Cinnamomum*)

Historiquement, Le nom de cannelle est conséquent du mot grec "kinnamon". La cannelle est réputée comme l'une des meilleures épices, avec un certain nombre d'utilisations culinaires dans la vie quotidienne (**Wijesekera, 1977**). Elle a été largement utilisée pour traiter plusieurs maladies dans la thérapie ayurvédique, et ses rôle d'agent antifatulent, anti-diarrhéique, antiémétique et stimulant de l'appétit (**Sulaiman, 2013**).



### 2.1. Aspects botaniques

*Cinnamomum* appartient au petit arbre à feuilles persistantes de la famille des *Lauraceae* (Tableau 03). Cet arbre peut grandir et atteindre une hauteur de 6 à 12 mètres. La tige est robuste avec un diamètre de 30 à 60 cm. L'écorce mature épaisse grise à brune, de nombreuses branches basses avec des feuilles effilées et arrondies, a une tige de petit diamètre.

Selon les propriétés chimiques la cannelle est épicées, légèrement sucrées, chaudes et parfumées. (**Sulaiman, 2013**).



**Tableau n°03** Classification botaniques de *Cinnamomum* (Cannelle) (**Ravindran et al., 2004**)

Classification	
Règne	<i>Plantae</i>
Embranchement	<i>Spermatophytes</i>
Sous-embranchement	<i>Angiospermes</i>
Classe	<i>Dicotylédones</i>
Ordre	<i>Laurales</i>
Famille	<i>Laurtaceae</i>
Genre	<i>Cinnamomum</i>
Espèce	<i>Cinamomum Spp</i>

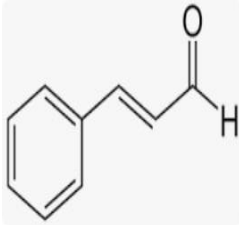
## 2.2. Culture

Le cannelier a besoin d'un sol léger et se multiplie par graines ou boutures. Il faut attendre 6 à 7 ans pour la première récolte. Ensuite, nous coupons les branches et enlevons l'écorce en grattant à l'aide un couteau spécial et séchez-le à l'ombre. Les troncs débarrassés de leur écorce sont eux aussi coupés un peu au-dessus du sol et les rejetons qui repoussent dans les 5 à 6 années qui suivent peuvent servir pour une nouvelle récolte. (**Baser et al., 2001**).

## 2.3. Phytochimie et activités pharmacologiques de la cannelle

Les ingrédients actifs de la cannelle sont le cinnamaldéhyde, le cinnamate, l'acétate de cinnomyne, le b-caryophyllène et même une certaine quantité d'eugénol comme l'indiquent Vangalapati et ses collaborateurs (**Vangalapati et al., 2012**) (Tableau 04). La cannelle a plusieurs applications dans les problèmes cliniques, elle est utilisée pour traiter la diarrhée et les maux d'estomac, prévenir les maladies respiratoires et les ulcères d'estomac. L'écorce de cannelle a un effet potentialisateur sur l'insuline. Elle peut être utilisée pour traiter le diabète de type 2 et réduire le cholestérol sérique (**Khan et al., 2003**). Le composé prédominant (45-65%) obtenu à partir de l'huile essentielle de l'écorce des canneliers est le cinnamaldéhyde (**Cheng, 1983 ; Shen et al., 2010**)

**Tableau n°04 :** Le constituant principal de l'huile essentielle de la cannelle  
(*Vercauteren, 2006*).

	Densité (g/ml)	Poids moléculaire (g/mol)	Solubilité	Structure chimique
<b>Cinnamaldéhyde</b>	0.98 à 1.05	132	Insoluble dans l'eau et soluble dans les alcools	

L'huile essentielle de la cannelle contient à la fois des principes antifongiques et antibactériens qui peuvent être utilisés pour prévenir la détérioration des aliments due à une contamination bactérienne (**Fabio *et al.*, 2003**). En outre, il est également prouvé que l'huile de cannelle est efficace contre certaines espèces de champignons toxico-gènes (**Junglal *et al.*, 2001**) et les pathogènes des voies respiratoires (**Viollon et Chaumont, 1994**).

L'eugénol est le deuxième composant le plus important, tandis que les constituants mineurs importants comprennent cinnzeylanine, cinnzeylanol (**Isogai *et al.*, 1977**) arabinoxylane (**Gowda, 1987**), 2'-benzoxycinnamaldéhyde et 2-hydroxy cinnamaldéhyde (**Lee *et al.*, 1999**).

#### 2.4. Activité bactériostatique de cinnamaldéhyde

Cette molécule peut inhiber les ATP synthétases bactériennes et provoquer la diminution de la production d'ATP intracellulaire (**Gill *et al.*, 2006**). De plus, sa fixation de aux protéines intra-cytoplasmiques par l'inactivation des aminoacides décarboxylases (**Guinoiseau, 2010**). Aussi elle a la capacité d'empêcher la formation complète des septa de division et induit une modification de la morphologie de certaines cellules bactériennes telle que *Bacillus cereus* (**Kwon *et al.*, 2003**).

## 2.5. Usage médical

En usage interne, la cannelle peut être utilisée contre la diarrhée, les inflammations de l'estomac et de l'intestin, la fièvre et la grippe. À signaler néanmoins qu'un usage médical de la cannelle est déconseillé pendant la grossesse. Des études récentes montrent que la cannelle fait baisser le taux de glucose dans le sang. Des essais ont en outre montré que l'écorce de cannelle infusée peut prévenir la formation d'ulcères de l'estomac (**St-Jean, 2006**).

La cannelle est également utilisée pour la fabrication de stomachiques aromatiques qui stimulent l'appétit, et même pour la fabrication de boissons gazeuses et de liqueurs ainsi que pour l'hygiène buccale et dans l'industrie cosmétique (**Iserin et al., 2001**).

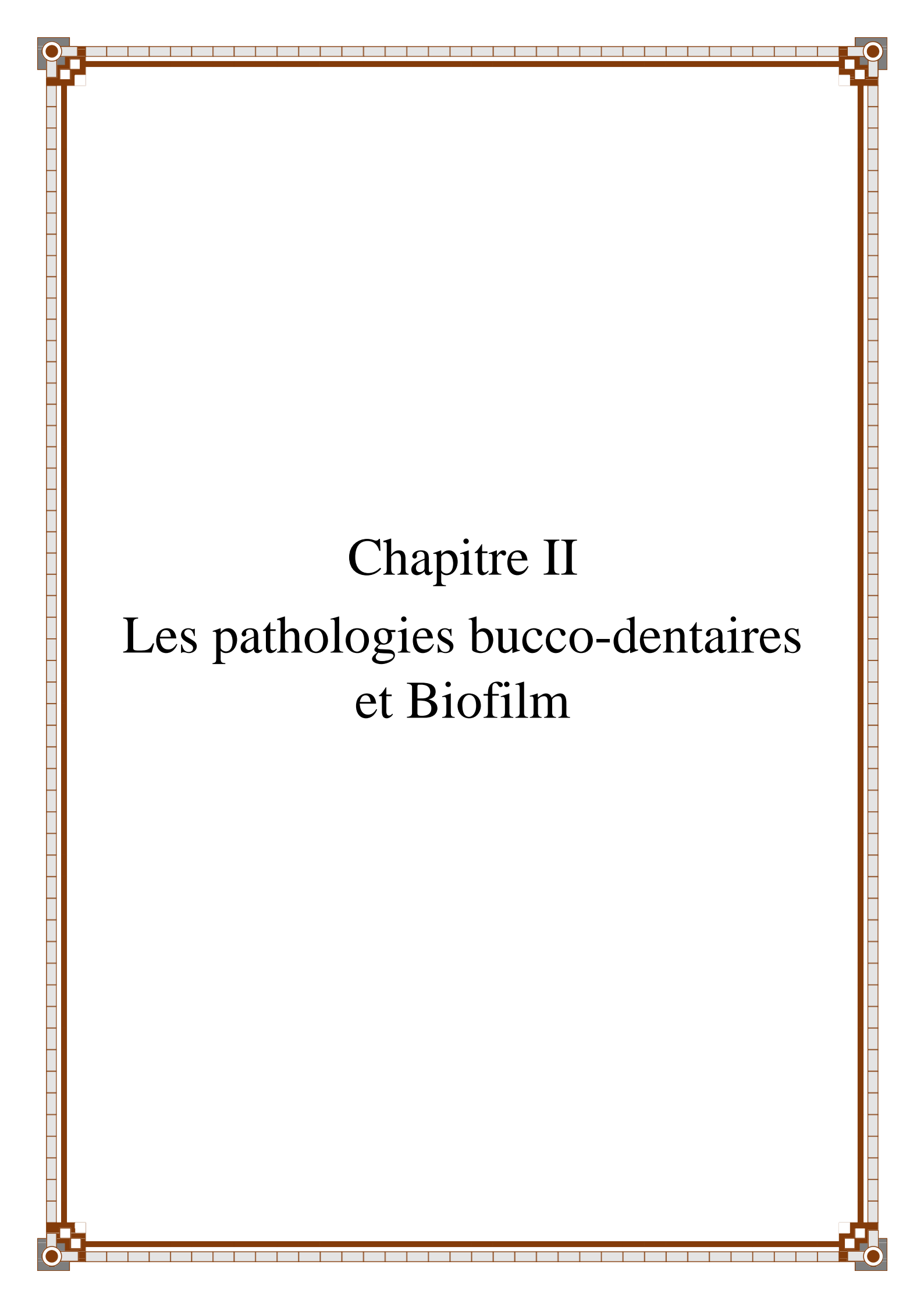
## 2.6. Toxicité et effet nocif de *Cinnamomum spp*

La toxicité de la cannelle principalement trouvée chez les travailleurs exposés à la poudre de cannelle, en particulier dans les endroits où se trouvent les usines de transformation de la cannelle (**Uragodac, 1984**).

La toxicité de l'huile essentielle de cannelle de *Ceylan* est principalement associée au cinnamaldéhyde et à l'eugénol. De plus, le cinnamaldéhyde est converti en acide cinnamique qui est décomposé en acide benzoïque ; diversifier le risque de toxicité. Cependant, les esters, les alcools et les aldéhydes sont tous aussi toxiques que l'acide cinnamique. La littérature médicale recense principalement des cas d'allergies et d'irritations locales. Ces effets irritant peuvent être plus ou moins violents; c'est pourquoi l'association internationale de la parfumerie (IFRA) recommande un code de bonnes pratiques pour ne pas utiliser la cannelle de Ceylan comme matière première pendant plus de 1% dans une seule préparation (**Garnero J, 1984**).

## 2.7. Les applications en odontologie

*Eugenia caryophyllata*, particulièrement associée à la cannelle de *Ceylan*, extraite de l'écorce de l'arbre, possède plus qu'une force et une puissance antibactérienne primaire, une propriété analgésique et stimulante à la fois sur la voie orale et sur le tube digestif et présente un effet bénéfique contre l'halitose (**Loncong A, 2003**).



# Chapitre II

## Les pathologies bucco-dentaires et Biofilm

## I. Généralités sur la cavité bucco-dentaire

Il est bien connu et accepté dans le monde entier que la cavité buccale est le miroir de la santé corporelle totale (**Deshpande et al., 2011**). La cavité buccale abrite un des écosystèmes bactériens les plus complexes de l'organisme : bactéries, levures, protozoaires et virus. Cette cavité naturelle constitue, avec le côlon, les parties les plus riches en microorganismes chez l'être humain. D'après nombreux auteurs cette flore microbienne est marquée par une diversité : un milligramme de plaque contient environ 100 millions de bactéries, 1 ml de salive contient un nombre moyen de 750 millions de bactéries (dont seule une faible partie est cultivable sur milieu de culture) (**Roberts, 2005**).

Pendant la petite enfance, le microbiome se développe comme le système immunitaire. In utero, la cavité buccale du fœtus est stérile, l'enrichissement de la cavité se fait d'abord à la naissance à travers le microbiote vaginal, intestinal et cutané de la mère, puis l'environnement. Le mode d'accouchement serait déterminant pour la diversité bactérienne de la cavité buccale (**Penders et al., 2006**). Pour cette implantation progressive du microbiome : les nouveau-nés nés par voie vaginale ont un microbiome de composition très diversifié proche du microbiote vaginal maternel, cependant ceux qui sont nés par césarienne ils ont une microflore diversifiée proche de l'environnement de la salle d'accouchement (**Dominguez-Bello et al., 2010**). La complexité de cet écosystème signifie qu'il existe une organisation structurale bactérienne rigoureuse (formation de biofilm) et une cascade d'interactions nutritives (**Sixou et al., 2007**).

### 1. Description de la flore bactérienne buccale physiologique

La cavité buccale servant d'écosystème de différentes souches bactériennes aussi bien de Gram positif que Gram Négatif (**OMS, 2007**). La flore bactérienne varie en fonction de divers facteurs tels que l'âge, le site de prélèvement et aussi selon l'état clinique.

En effet, chez les individus sains, ce sont les bactéries Gram-positives qui prédominent dans la cavité buccale. Tandis que chez ceux atteints d'infections parodontales, les bactéries Gram-négatives sont les bactéries les plus inquiétantes, tant en termes de quantité que de qualité, dans les différentes parties bucco-dentaires (**Aas J et al., 2005**).

La flore buccale s'est développée progressivement avant l'apparition de l'espèce finale. Elle dérive de ses besoins nutritionnels, nécessaires à sa croissance, de la salive et du liquide gingival. Une variation de la flore buccale a également commencé à se produire avec la

disparition des dents. Les premières bactéries à coloniser la cavité buccale, que l'on croyait pionnières, étaient encore peu nombreuses et *Streptococcus salivarius* et *Streptococcus mitis biovar 1* étaient les plus dominantes, et se différençaient selon leur site d'entrée dans la bouche (OMS, 2012).

**Tableau n°5** : Charge microbienne endogène à Gram+ de la cavité bucco-dentaire Gram + (OMS, 2012).

### Bactéries à Gram positives

Cocci aérobies anaérobies facultatifs :

<i>Streptocoques alpha hémolytiques</i>	++++
<i>Streptocoques bêta hémolytiques</i>	+
<i>Streptocoques non hémolytiques</i>	+++
<i>Staphylocoques</i>	+++
Cocci anaérobies	+++

Bacilles aérobies anaérobies facultatifs :

<i>Actéramyces</i>	+++
<i>Lactobacilles</i>	+++
<i>Diphthéroïdes</i>	++++

(++++ Habituellement présentes et majoritaires ; +++habituellement présentes et minoritaires ; +parfois et minoritaires).

**Tableau n°6** : Charge microbienne endogène à Gram- de la cavité bucco-dentaire Gram- (OMS, 2012).

### Bactéries à Gram négatives

Cocci aérobies anaérobies facultatifs	++++
Cocci anaérobies	++++
Bacilles aérobies anaérobies facultatifs	+

Bacilles anaérobies :

<i>Bacteroides</i>	+++
<i>Prevotella, Porphyromonas sp.</i>	+++
<i>Fucobactereo ssp.</i>	+++

Spirochètes	+++
-------------	-----

(++++ Habituellement présentes et majoritaires ; +++habituellement présentes et minoritaires ; +parfois et minoritaires).

## 2. Pathologies bucco-dentaires courantes

De nombreuses maladies peuvent survenir au niveau de la cavité. On peut distinguer trois groupes principaux : les maladies parodontales, les caries et les pathologies de la cavité buccale. Les deux premiers groupes de pathologies sont les plus fréquents (**Girard, 2010**).

Selon l'Organisation mondiale de la santé, « la santé fait référence à l'absence de douleur chronique à la bouche ou au visage, de lésions de la bouche ou de la gorge, de malformations congénitales telles que des lèvres gercées ou des fissures, une maladie parodontale, ainsi que d'autres maladies et troubles affectant le bouche, cavité buccale " (**Auriol et al., 2008**).

### 2.1. Les maladies parodontales

La maladie parodontale est la lésion chronique d'origine infectieuse la plus courante chez l'homme, avec une prévalence rapportée de 60 % dans la population générale (**Lamont et Jenkinson, 2010**). Ces maladies peuvent être divisées en deux grandes familles : la gingivite et la parodontite (**Girard, 2010**).

### 2.2. Les gingivites

La gingivite est l'inflammation de la gencive à cause d'une accumulation d'une plaque bactérienne en absence d'hygiène buccodentaire (HBD) (Figure 04). La quantité de plaque supra-gingivale est liée directement à l'évolution de l'inflammation : l'amélioration clinique suit rapidement l'éviction durable de cette plaque (**Girard, 2010**).



**Figure 4.** La manifestation clinique de la gingivite au niveau de la cavité buccal (Site 2)

### 2.3. Les parodontites

La gingivite peut se compliquer de parodontite si elle n'est pas traitée à temps, c'est la progression de la gingivite vers les tissus parodontaux profonds : os alvéolaire, tissu parodontal et ciment (Figure 05), avec formation d'une poche parodontale (**Girard, 2010**).



**Figure 5.** Représentation de la manifestation clinique de la parodontite (Site 2)

### 2.4. Les caries dentaires

La carie dentaire est une maladie post-éruptive du tissu dentaire calcifié. Elle se caractérise par la déminéralisation des tissus durs de la dent : l'émail, la dentine et le ciment forment une cavité en croissance vers l'intérieur de la dent (Figure 06).

En fait, la présence de résidus alimentaires glucidiques, la présence de communautés microbiennes et la faible résistance de l'hôte aux dents, favorisent la formation de la carie dentaire (**Girard, 2010**).





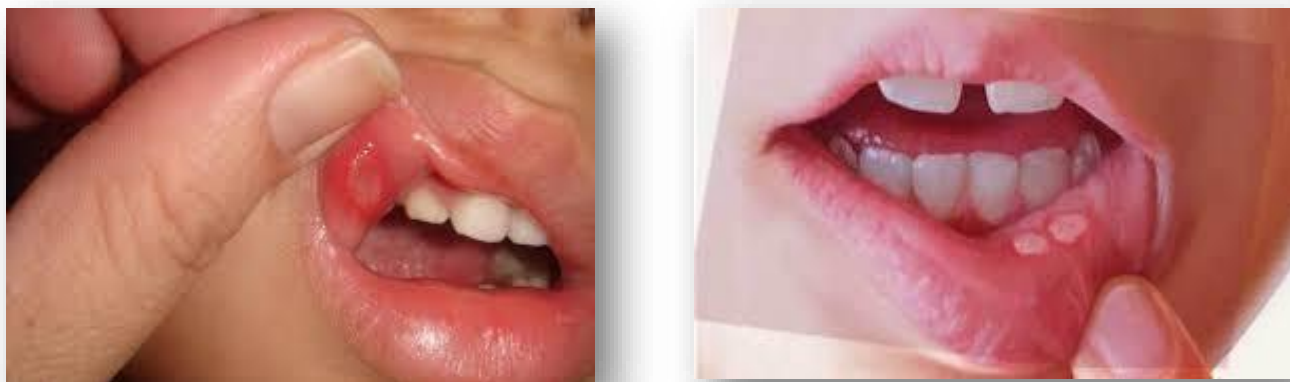
**Figure 6.** La manifestation clinique de la carie dentaire (Site 2)

### 3. Les pathologies de la muqueuse buccale

Les lésions de la muqueuse buccale peuvent apparaître sous forme d'ulcères, Desquamation de la muqueuse buccale, voire altération ou changement de couleur normale de la cavité (**Girard, 2010**).

#### 3.1. Stomatite

La stomatite fait référence à une inflammation de la muqueuse buccale, y compris les lèvres intérieures, les joues, les gencives, la langue et la gorge (**Oakley, 2011**).



**Figure 7 :** Représentation clinique de la stomatite (site 2).

### 3.2. Aphtes

Les aphtes sont de petites lésions superficielles de la bouche. Ces petits ulcères sont ronds ou ovoïdes, simples ou blancs et entourés d'une bordure rouge vif. Les aphtes sont très douloureux et gênants en mangeant (**Girard, 2010**).



**Figure 8.** La manifestation clinique des aphtes de la cavité buccale

(Site 2)

### 3.3. Abscess dentaire

Le terme abcès dentaire comprend toutes les infections bactériennes buccales localisées au niveau gingival ou au niveau péri-dentaire (**Katie et al., 1995**). C'est une accumulation de pus qui se forme après une infection bactérienne dans la bouche (**Riotte, 2015**).



**Figure 9.** La manifestation clinique des abcès dentaire (Site 2)

### 3.4. Halitose ou mauvaise haleine

L'halitose est définie par une sensation désagréable dans la bouche. Principalement due à la présence de certaines bactéries anaérobies qui se déposent par exemple sur les papilles de la langue et provoque une odeur désagréable (**Girard, 2010**).

### 3.5. Douleur dentaire

Les maux de dents sont le résultat d'une irritation ou d'une inflammation des nerfs de la pulpe et/ou la racine de la dent. Les causes courantes d'irritation ou d'inflammation qui causent de la douleur comprennent l'infection, la carie dentaire due à l'exposition des nerfs dans les maladies des gencives, la plaque au niveau ou en dessous de la ligne des gencives, les traumatismes, les tumeurs et les dents (**Waldman, 2013**).

## 4. Prévention et traitement des maladies bucco-dentaires

### 4.1. Prévention

La prévention de diverses caries et maladies parodontales est l'élimination régulière de la plaque dentaire due à l'hygiène bucco-dentaire avec la condition d'absorption topique de fluorure. Pour la carie dentaire, un brossage efficace des dents dès le plus jeune âge est le premier besoin. Cela doit s'accompagner d'une très bonne hygiène bucco-dentaire qui porte sur :

- Respectez le temps entre trois repas et restez loin de tout grignotage.
- Consommation limitée de produits trop sucrés.
- Une consommation équilibrée de produits carioprotecteurs.
- Mâcher de chewing-gum non sucrée en cas de difficulté de brossage des dents.

En cas des gingivites ; ils est conseillé d'utiliser des produits qui favorisent le découlement de la plaque dentaire, et d'utiliser des dentifrices anti-inflammatoires et meme à base des substances bioactives des plantes tels que l'eugenol (clou de girofle) et cinnamaldéhyde (cannelle) et des compléments anti-brossages tels que les brosettes, les filets, etc. De plus, l'utilisation régulière et complète du fluorure est l'un des éléments essentiels. Assurer l'efficacité des stratégies de prévention en santé dentaire. Toujours utiliser du fluor Il est sans danger s'il est utilisé à la dose recommandée. Par conséquent, le fluorure de sodium existe dans de nombreux dentifrices, l'OMS l'insère comme médicament essentiel dans liste des modèles. (**Société Française de Chirurgie Orale (SFCO), 2012**).

#### 4.2. Traitement des maladies bucco-dentaires

- **Traitement de la carie**

Lorsqu'il s'agit d'une carie superficielle, le dentiste découpera complètement l'email jusqu'à ce que la jonction interne soit remplacée par un composite, ou un autre matériau de reconstitution. Dans le cas de la jonction émail-dentine, le principe de l'intervention chirurgicale consiste en l'excision de l'émail non supporté, suivie d'un curetage de la dentine puis de l'utilisation de matériaux de reconstitution (**Haikel Y, 2001**). Le traitement de la carie dentaire peut également s'appuyer sur l'antibiothérapie mais l'utilisation d'anti-inflammatoires est déconseillée car ces derniers présentent différents signes et symptômes de la maladie.

Utilisation de certains probiotiques : certains types de bactéries lactiques ont impact sur la prévention de la colonisation orale du streptocoque Mutante. De même, certaines souches de *Streptococcus mutans* dépourvues d'acide lactique Déshydrogénase, donc l'acide lactique n'est pas produit, assurant La bactériocine détruit les autres souches sauvages de *Streptococcus mutans* (**Quencez, 2016**).

#### 4.3. Traitement des maladies parodontales

- **Traitement des gingivites**

La principale cible dans le traitement de la gingivite est la plaque dentaire. Il s'agit de sensibiliser les patients sur l'importance d'améliorer l'hygiène bucco-dentaire et de contrôler la plaque et leur expliquer la réversibilité de la gingivite et les orientés vers un détartrage. Et sur cela l'utilisation d'un soin éventuel et régulier par des produits antiseptiques et des dentifrices spéciaux est vivement recommandé (**Union française pour la santé buccodentaire, 1995**).

- **Traitement des parodontites**

La parodontite est irréversible si elle s'aggrave. Elle peut être basée sur un traitement non chirurgical ou un traitement chirurgical selon la gravité de la blessure infectieuse du patient (**Richard J et al., 2010**).

## 5. Le Biofilm Dentaire

### 1. Définition du biofilm

Biofilm est défini comme l'accumulation de microorganismes, d'espèces diverses, adhérant à une surface généralement en relation avec le milieu aquatique (**Bonnaure-Mallet *et al.*, 2006**). Les biofilms dentaires constituent un habitat important pour les bactéries dans la cavité buccale. Il s'agit d'une organisation bactérienne complexe qui se forme d'abord en correspondance avec le dépôt de glycoprotéines à la surface des tissus durs ou mous baignant dans la salive (**Eriksen *et al.*, 2006**).

Cette première couche porte le nom de pellicule exogène acquise. Cette couche, principalement composée de glycoprotéines (albumine, lysozyme, amylase, phosphoprotéines riches en cystéine, IgA (s), lactoferrine, protéines riches en proline, statherine, mucines...), est secondairement colonisée par des micro-organismes qui vont s'organiser en fonction de paramètres physico-chimiques, nutritionnels ou relationnels (**Diaz *et al.*, 2006**).



**Figure 10.** Mise en évidence de plaque dentaire par utilisation d'un indicateur de plaque (**Arweiler et Netuschil, 2016**).

### 2. Le biofilm dentaire associé à la santé

Les bactéries du biofilm dentaire vivent en symbiose avec relations mutuellement bénéfiques entre les membres des micro-organismes ainsi qu'entre ces communautés et leurs hôtes, avec des degrés de bénéfices variables. La santé bucco-dentaire peut être considérée comme un équilibre dans lequel les populations bactériennes coexistent et où aucun dommage irréparable ne se produit dans les tissus de l'hôte. Les bactéries du biofilm restent dans un

environnement sain avec un pH neutre grâce à un équilibre entre le taux lent de la production d'acide et l'alcalinité compensatrice.

Ces conditions stabilisent la composition du biofilm favorable à la santé tout en inhibant la croissance des bactéries associées aux caries dentaires et aux maladies parodontales (**Zaura et al., 2009**). La plaque se forme naturellement sur les dents les bactéries commensales sont essentielles à notre santé bucco-dentaire. Par leur simple présence dans la bouche, ils bloquent l'entrée de bactéries exogènes et souvent pathogènes (**Avila et al., 2009**).

En effet, ils colonisent toutes les surfaces et laissent très peu de sites d'attaches disponibles pour de nouveaux. Nous avons reconnu l'importance de cet effet après que l'utilisation d'antibactérien ait perturbé le microbiome général et facilité les bactéries exogènes (**Wade, 2013**).



# Partie Pratique



# Chapitre I

## Matériel et Méthodes



Dans le cadre d'élaboration de notre travail expérimental sur 'l'activité antibactérienne des extraits de *Cinnamomum spp* et *Syzygium aromaticum* en dentisterie' nous avons tracé une stratégie de travail qui se base sur l'obtention de la matière végétal des deux plantes choisit, par la suite procéder à l'extraction et en fin testé in vitro l'activité de nos extraits sur une séries d'espèces bactériennes. Notre choix s'est porté sur ces deux plantes en raison de leur utilisation quotidienne dans la cuisine Algérienne et leurs utilisation en médecine traditionnelle ; leur disponibilité sur le marché tout au long de l'année.

Ce travail a été effectué au laboratoire de la microbiologie (laboratoire 05), Département de Biologie, Faculté des sciences de la Nature et de la vie et sciences de la terre- Université Akli Mohand Oulhaj Bouira et le laboratoire de microbiologie appliquée Université de Béjaia, l'expérimentation s'est déroulé durant un mois et vingt-deux jours.

## I. Matériel végétal

Le matériel végétal constitué de 250 grammes du clou de girofle (*Syzygium aromaticum*) et 250 grammes des bâtons de la cannelle (*Cinnamomum Spp*) importés de l'Indonésie, est acheté chez un herboriste de la région de Bouira (Bouira).

### 1. Préparation de la poudre

L'extrait doit se faire à partir des poudres. Pour cela, on doit procéder de la matière végétale : Les bâtons de cannelle et les clous de girofle ont été broyés en poudres avec un moulin électrique (ENIEM-M40-24159).



**Figure 11** : le broyage des clous de girofle et les bâtons de cannelle avec le moulin électrique (original).

Par la suite, en utilisant un tamis de porosité de 500  $\mu\text{m}$  de diamètre pour tamiser la poudre de chaque plante et les stocker séparément dans des boîtes en verre fermé hermétiquement et à l'abri de la lumière et de l'humidité jusqu'à son utilisation.

## **II. Extraction des composés phénoliques**

Pour procéder à l'extraction des composés phénoliques, On a utilisé les méthodes les plus utilisés à savoir : l'extraction par macération, par soxhlet... Notre choix de solvants a pour but d'avoir le maximum de famille de métabolites secondaires capables d'avoir un effet antibactérien, pour cela nous avons utilisé les solvants y a compris l'éthanol, du méthanol et l'eau distillée.

### **1. Extraction par macération**

#### **1.1.Extraction méthanolique**

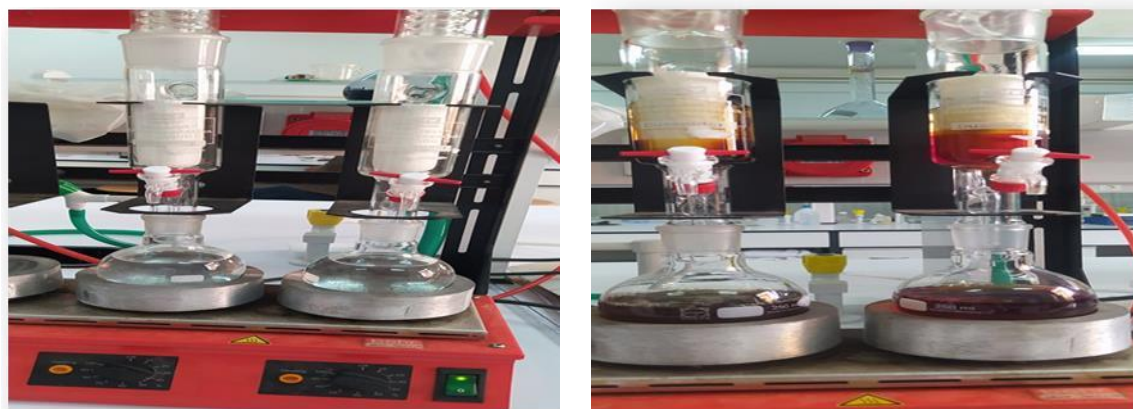
Cent millilitres de méthanol ont été ajoutés à 5 grammes d'épices broyées et le mélange est mis sous agitation à température ambiante pendant 24 heures. Après on a procédé à une filtration à l'aide du papier Whatman N°4, par la suite le solvant est évaporé dans l'étuve à 44 ° C. Enfin, l'extrait séché est collecté, pesé et conservé à 4 ° C jusqu'à son utilisation (**Atere et al., 2018**).

#### **1.2.Extraction éthanolique**

Cent millilitres d'éthanol (70%) ont été ajoutés à 5g d'épices broyées, par la suite le mélange est mis sous agitation à température ambiante après 24 heures. Après on a procédé à une filtration à l'aide du papier Whatman N°4, par la suite le solvant est évaporé dans l'étuve à 44°C.Enfin, l'extrait séché est collecté, pesé et conservé à 4°C jusqu'à son utilisation (**Senhaji et al., 2005**).

### **2. Extraction par soxhlet**

Vingt-cinq grammes d'épices broyées sont disposées dans une cartouche, puis elle est introduite dans un extracteur de type Soxhlet, l'appareil équipé à sa base d'un ballon dans lequel 250 ml de solvant sont introduits. La durée d'extraction est mesurée à partir de l'ébullition du solvant environ 6h au terme d'extraction, le mélange recueilli est soumis à une évaporation du solvant par l'étuve à 40°C (**Redfem et al., 2014**).



**Figure 12 :** Le montage du Soxhlet (original)

### III. Extraction aqueuse par infusion

Cinq gramme de broyat de chaque épice a été ajouté à 250ml de l'eau distillée chaude pendant 15 minutes, L'extrait obtenu après filtration sur papier Whatman N°4 est évaporé dans l'étuve à 44°C puis pesé et conservé à 4°C jusqu'à son utilisation (**Senhaji et al., 2005**).

### IV. Extraction des huiles essentielles par hydrodistillation

L'huile essentielle (HE) est extraite par hydro-distillation au moyen d'un appareil de type Clevenger (Figure 13)



**Figure 13 :** Le montage d'hydrodistillateur de type Clevenger (Original)

Cinquante gramme de la plante broyée ont été immergées dans 500ml d'eau distillée dans le ballon, puis l'ensemble a été porté à l'ébullition pendant 4h et 30 min. Le distillat récupéré est mis dans une ampoule à décanter dans le but de séparer l'huile essentielle de l'eau. L'huile essentielle a été récupérée et stockée à 4°C à l'obscurité jusqu'à son utilisation (**Zuzarte et al. 2011**).

A défaut du faible rendement des extractions des huiles essentielles, nous avons été obligé d'utiliser l'huile essentielle de Girofle commercialisée de la marque (Purenaissance Nature of Algeria)



**Figure 14 :** Huile essentielle de Girofle utilisée (Original)

## V. Calcul de rendement des différentes extractions

- Le rendement en extrait est exprimé en pourcentage par rapport au poids sec de la plante et est calculé par la formule (01) (Muniyandi et al., 2019):

$$\text{Rendement Extraction\%} = \text{MExt} / \text{MEch} \times 100 \dots \dots \dots (01)$$

Où : -MExt: Masse de l'extrait après évaporation du solvant en g.

-MEch: Masse de l'échantillon végétal en g.

- Le rendement en HE est exprimé en pourcentage par rapport au poids sec de la plante et est calculé par la formule (02) (Himed et al. 2020) :

$$\text{Rendement HE\%} = \text{M}' / \text{M} \times 100 \dots \dots \dots (02)$$

Où : -M' : Masse de l'HE obtenue en g.

-M : Masse de la matière végétale sèche utilisée en g.

## VI. Evaluation de l'activité antimicrobienne

La présence des substances bioactives dans les plantes peut conférer à ces derniers une activité antimicrobienne. C'est pourquoi, nous avons testé l'activité des différents extraits vis-à-vis quelques souches bactériennes (Tableau 07) obtenu du laboratoire de recherche à l'université de Béjaia.

**Tableau n°7** : Les souches bactériennes testées.

Numéro de la souche	La souche bactérienne
S1	<i>Klebsiella pneumoniae</i> (Souche obtenus de laboratoire de l'univ de Béjaia)
S2	<i>Enterococcus faecalis</i> (ATCC 29212)
S3	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (ATCC 6633)
S4	<i>Acenitobacter baumannii</i> (610)
S5	«Methicillin-resistant <i>Staphylococcus aureus</i> (MRSA)» (ATCC 43300)
S6	<i>Bacillus subtilis</i> (ATCC 6633)
S7	<i>Staphylococcus epidermidis</i> (Souche isolée des échantillons cliniques)
S8	<i>Escherichia coli</i> (ATCC 25922)
S9	<i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC 6538) (Souche isolée des produits alimentaire)

Notre choix de ces espèces bactériennes s'est basé principalement sur le pouvoir pathogène. Ces espèces bactériennes représentent les espèces les plus communes qui se trouvent dans la cavité buccale chez l'être humain, responsables des maladies de la paroi intérieure de la cavité buccale, son caractère pathogénique, et leur disponibilité au niveau du laboratoire.

### 1. Préparation de l'inoculum

Pré-ensemencement de chaque espèce sur gélose nutritive a été réalisé puis l'incubé pendant 24heurs à 37°C. Ensuite, On a procédé à préparer des suspensions bactériennes dans bouillon nutritif ou de l'eau physiologique (NaCl 0,9% dans une solution saline) à partir des boites cultivées. Puis on ajuste cette suspension en utilisant un spectrophotomètre pour

atteindre la norme Mc Farland 0,5 correspondant à la densité une DO optique comprise entre 0,08 et 0,1 lue à 625 nm, correspondant à contenir Environ 108 UFC / ml (CA-SFM, 2013).

## 2. L'activité antimicrobienne

### 2.1. Préparation des extraits

Les extraits alcooliques ainsi que l'aqueux de différentes masse (2mg ; 4mg ; 10mg) sont solubilisés dans 1 µl de diméthyle sulfoxide (DMSO), puis 999 µl d'eau distillée stérile.

### 2.2. Méthode de diffusion par puits

Après avoir coulé les boites, à l'aide d'une anse de platine on prélève une colonie bactérienne et en remet en suspension dans 1ml de l'eau physiologique stérile, avec agitation. A partir d'un inoculum dilué au 1/10 (environ 107 UFC/ml) (CA-SFM, 2013) et à l'aide d'un écouvillon stérile, On l'introduit dans la suspension bactérienne et essoré contre la paroi interne du tube, des stries parallèles et serrées que possible ont été réaliser à la surface d'une boite de Pétri préalablement coulée avec du milieu LB (Luria-Bertani). Répéter l'opération deux fois en tournant la boîte 90° et en tournant l'écouvillon sur lui-même (Gulluce *et al.*, 2007).



**Figure 15 :** Ensemencement en stries sérés avec écouvillon (original)

Par la suite on forme des puits de 6mm de diamètre, Puis dans les on dépose un volume de 50µl de notre solution mère qui a une concentration qui convienne aux essais dans les puits, et en laisse diffuser pendant 30 minutes à 4°C par la suite on incube le couvercle inversé pendant 24h à 37°C. Les diamètres d'inhibition sont ensuite mesurés (Bouyahya *et al.*, 2017).

### 2.3. Méthode des spots

Dans des tubes à essais, on additionne un volume correspondant aux concentrations (2, 4, 10 mg/ml) de nos extraits à un volume de 20ml de gélose en surfusion. Après une douce agitation, On verse le contenu du tube dans la boîte. L'ensemencement va se faire par un dépôt de spot de volume de 2 $\mu$ l de la suspension bactérienne. Par la suite on laisse diffuser pendant 30 minutes et on incube le couvercle inversé (**Fleming et al., 1975**). Lecture des résultats se fait après 24 heures d'incubation à 37°C en notant présence ou absence de croissance.

### 2.4. Détermination de la concentration minimale inhibitrice

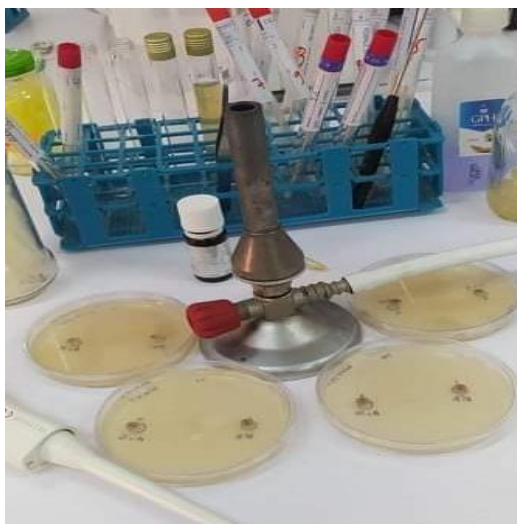
La concentration minimale inhibitrice (CMI) est définie comme étant la concentration la plus faible de la substance antimicrobienne qui inhibe la croissance des microorganismes. A partir d'une culture jeune des souches bactériennes testées (*Escherichia coli* ; *Staphylococcus epidermidis* ; *Pseudomonas aeruginosa* ; *Acinetobacter baumannii*) en boîte sur milieu Luria-Bertani (LB), 20  $\mu$ l de la suspension bactérienne a été prélevé et placé dans un tube à eppendorf contenant 1mL de l'eau peptone. Pour chaque ligne de la microplaque, On dépose 100 $\mu$ l de l'eau peptone. Par la suite les extraits à tester sont répartis dans les 11 puits suivant un gradient décroissant de la concentration (10mg/ml,5mg/ml,2.5mg/ml,1.25mg/ml,0.652mg/ml,0.312mg/ml,0.156mg/ml,0.078mg/ml,0.033mg/ml,0.019mg/ml,0.009mg/ml). Le puits N°12 sert au contrôle de la croissance et de la stérilité du milieu.



Enfin, les puits sont inoculés avec les suspensions bactériennes 5 $\mu$ l. Les plaques sont scellées et placées dans une étuve à 37°C pendant 24 heures (**CLSI, 2006**).

### 2.5. La synergie entre l'antibiotique et l'huile essentielle

La méthode de diffusion sur disque a été utilisée pour avoir combiné entre un antibiotique et l'huile essentiel des deux plantes étudiées (*Cinnamomum spp* et *Syzygium aromaticum*), elle s'avère être simple, pratique et reproductible pour étudier la sensibilité et la résistance des bactéries aux huiles essentielles ainsi que l'interaction entre l'antibiotique utilisé et l'huile essentielle des deux plantes.



**Figure 17 :** Boîtes ensemencées pour tester la synergie entre l'ATB et l'HE (original).

Cette méthode consiste à mettre en évidence la sensibilité des agents microbiens sur un milieu de culture gélosé au contact d'huiles essentielles et l'antibiotique utilisé (Tétracycline), dans le but d'estimer leurs effets antibactériens. Des disques d'antibiotique, imprégnés d'huiles essentielles (10  $\mu$ l) sont déposés à la surface du milieu de culture gélosé ensemencés par une suspension des souches bactériennes (ajustée à  $10^8$  bactéries/ml), et l'incubation est effectuée à 37 °C pendant 24 heures (Maidment *et al.*, 2009).





# Chapitre II

## Résultats et Discussion

## I. Le rendement d'extraction

### 1. Extraction des polyphénols par macération

Le rendement d'extraction par macération à l'échelle de laboratoire à partir de la poudre des Clous de girofle et de la cannelle, selon deux diamètres (500 $\mu$ m)

**Tableau 8 :** Rendement d'extraction des polyphénols de *Syzygium aromaticum* et *Cinnamomum spp* par soxhlet et macération alcoolique.

Espèce Méthode D'extraction	<i>Syzygium aromaticum</i>	<i>Cinnamomum spp</i>
<b>Soxhlet</b>	29.36 %	12.44 %
<b>Macération Methanolique</b>	12%	8%
<b>Macération Ethanolique</b>	4%	4%

Les rendements sont déterminés par rapport à 25g de matériel végétal ayant subi l'extraction par soxhlet et 5g de la poudre de chaque plante ayant subi l'extraction par macération alcoolique. Les résultats sont exprimés en pourcentage (%).

Nous observons que les rendements en extraits des deux plantes utilisées varient de 4% à 29% en fonction du solvant et de la méthode utilisée. En effet, le rendement le plus élevé est celui obtenu avec l'extrait éthanolique par soxhlet (29.36%) pour le girofle et de (12.44%) pour la cannelle, suivi de celui de l'extrait methanolique (12 %) pour le girofle et (8%) pour la cannelle. Par ailleurs, le rendement de l'extrait éthanolique des deux plantes est de 4%.

### 2. Extraction de l'huile essentielle par hydro-distillation :

**Tableau 9 :** Rendement d'extraction de l'huile essentielle de *Cinnamomum spp*

Espèce	Couleur	Poids	<i>Cinnamomum spp</i>
<b>Rendement</b>	Jaune clair	0.45g	2.23%

Le rendement de l'H E extraite par hydrodistillation à l'échelle de laboratoire à partir de la poudre de la cannelle, Ce faible rendement qui est de 2.23% est probablement dû à une perte d'huile dans la phase aqueuse du distillat et pour la simplicité de notre dispositif d'hydro-distillation.

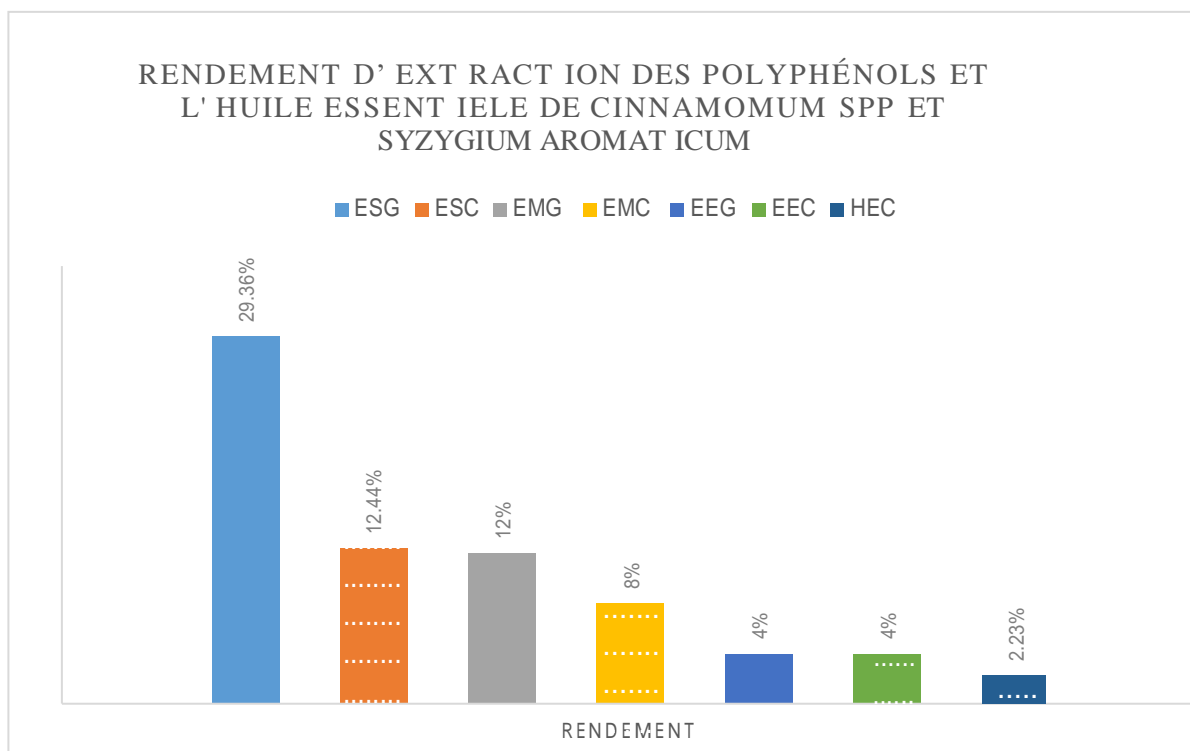


Figure 18 : Rendement des différentes extractions

## II. Evaluation de l'activité antibactérienne

D'après les investigations et les résultats obtenus (Tableaux) de l'activité antibactérienne des différents extraits vis-à-vis des souches bactériennes standards

### 1. La méthode de diffusion par puits

Les résultats relatifs à l'étude de l'activité antibactérienne des trois extraits des deux plantes sur les neuf souches obtenues par la méthode des puits sont représentés dans les tableaux (10), (11) et (12).

**Tableau 10** : Résultats de la méthode des puits (mm de diamètre) pour *Syzygium aromaticum*

Test Extraits	Souche Cont Mg/ml	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	S4 (mm)	S5 (mm)	S6 (mm)	S7 (mm)	S8 (mm)	S9 (mm)
Aqueux	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	6	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	6
Methanolique	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	4	6	9	6	6	6	6	<b>14</b>	<b>13</b>	6
	10	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>8</b>
Ethanolique	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	4	6	<b>7</b>	<b>7</b>	6	6	6	6	<b>7</b>	6
	10	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>12</b>

(ND) : Non déterminé

On constate que l'extrait aqueux girofle a donné un effet inhibiteur entre 7mm et 10 mm à une concentration de 10mg/ml avec toutes les souches sauf SARM et *Staphylococcus aureus*. Par ailleurs, l'extrait methanolique de *Syzygium aromaticum* a donné une zone d'inhibition seulement avec *Enterococcus faecalis* (9mm) et *Staphylococcus epidermidis* (14mm) et *Escherichia coli* (13 mm) à une concentration de 4mg/ml, et on a constaté qu'il avait une activité sur toutes les souches testées et il présente une zone d'Inhibition d'un diamètre qui varie entre (7mm et 9mm) à une concentration de 10mg/ml.

On note une faible activité à une concentration de 4mg/ml d'extrait ethanolique d'une zone de 7mm de diamètre chez *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Escherichia coli*, par contre le meme extrait à une concentration de 10mg/ml a donné un effet inhibiteur de (11mm à 12mm) avec toutes les souches testées.

**Tableau 11** : Résultats des différents extraits de la cannelle par la méthode des puits (mm de diamètre).

Test Extraits	Souche Cont Mg/ml	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
		Aqueux	2	6	6	6	6	6	6	6
	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10	6	6	9	6	6	6	6	6	6
Méthanolique	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Éthanolique	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

(ND) : Non déterminé

Nous observons que, L'extrait aqueux de *Cinnamomum Spp* a donné une faible activité à une concentration de 10 mg/ml et il présente une zone d'inhibition d'un diamètre de 9mm vis-à-vis *Pseudomonas aeruginosa* ; Par contre, les autres extraits (méthanolique, éthanolique, aqueux) à différentes concentrations n'ont exercé aucune activité inhibitrice sur les souches testées.

**Tableau 12** : Résultats de l'activité des extraits éthanolique par soxhlet (50mg/ml) des deux plantes par la méthode des puits

Espèce	S3	S8
<i>Cinnamomum spp</i>	6mm	6mm
<i>Syzigium aromaticum</i>	9mm	<b>10mm</b>
Combinaison entre les deux extraits des deux plantes	8mm	9mm
Antibiotique	R	R

On note que l'extrait éthanolique par soxhlet du *Syzigium aromaticum* a donné une activité vis-à-vis les deux souches testées avec une zone d'inhibition entre 9mm et 10mm de diamètres à une concentration de 50mg /ml.

On a constaté que la combinaison entre les deux extraits des deux plantes à la même concentration a donné un effet inhibiteur avec une zone d'inhibition de 8mm et 9mm avec les souches testées. Par contre l'extrait éthanolique par soxhlet de la cannelle n'a donné aucune activité.

## 2. Résultats de la méthode des spots

Les résultats relatifs à l'étude de l'activité antibactérienne des quatre extraits des deux plantes sur les neuf souches obtenus par la méthode des spots sont représentés dans le tableau n° (13) et (14).

**Tableau 13 :** Résultats des différents extraits de girofle par la méthode des spots

Test Extraits	Souche Cont Mg/ml	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
		Aqueux	0,1	+	+	+	+	+	+	+
0,2	+		+	+	+	+	+	+	+	+
0,3	+		+	+	+	+	+	+	+	+
Methanolique	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	0,2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	0,3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ethanolique	0,1	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0,2	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0,3	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Soxhlet	0,1	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0,2	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0,3	+	+	+	+	+	+	+	+	+

(+) : présence de la croissance bactérienne (absence d'activité), (-) : Inhibition de la croissance bactérienne (présence activité), (ND) : Non déterminé

Nous observons que tous les extraits du girofle n'ont montrés aucune activité antibactérienne à différentes concentrations testées sur les souches.

**Tableau 14** : Résultats des différents extraits de la cannelle par la méthode des spots

Test Extrait	Souche									
	Cont Mg/ml	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
Aqueux	0,1	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0,2	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0,3	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Methanolique	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	0,2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	0,3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ethanolique	0,1	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0,2	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0,3	+	+	-	+	+	+	+	+	+
Soxhlet	0,1	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0,2	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0,3	-	+	+	-	+	+	+	+	+

(+) : présence de la croissance bactérienne (absence d'activité), (-) : Inhibition de la croissance bactérienne (présence activité), (ND) : Non déterminé

Les différents extraits de la cannelle ont été testés sur tous les espèces étudiées, l'essai a montré que presque tous les extraits n'ont aucune activité antimicrobienne aux différentes concentrations utilisées, sauf l'extrait éthanolique à une concentration de 0.3mg/ml a donné un effet inhibiteur avec *Pseudomonas aeruginosa*, d'autre part l'extrait éthanolique par soxhlet a donné une activité vis-à-vis *Klebsiella pneumonia* et *Acenitobacter baumannii* à une concentration de 0.3mg/ml.

### 3. La concentration minimale inhibitrice:

On a utilisé la méthode décrite en 2006 par la CLSI. Cette méthode donne des résultats rapides, reproductibles et économiques afin de déterminé les concentrations minimales inhibitrices (CMI) des différents extraits vis-à-vis les souches testées.

**Tableau 15:** La concentration minimale inhibitrice de des extraits éthanoliques et les huile essentielles de *Syzigium aromaticum* et *Cinnamomum spp.*

Souches	<i>Cinnamomum spp</i>		<i>Syzigium aromaticum</i>	
	E. éth (mg/ml)	HEs (mg/ml)	E. éth(mg/ml)	HEs(mg/ml)
<b>S1</b>	$1.56 \times 10^{-3}$	$0.39 \times 10^{-4}$	$1.56 \times 10^{-3}$	$5 \times 10^{-2}$
<b>S2</b>	$2,5 \times 10^{-2}$	$1.56 \times 10^{-3}$	$0.19 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^{-1}$
<b>S3</b>	$0.78 \times 10^{-4}$	$3.12 \times 10^{-3}$	$3.12 \times 10^{-3}$	1
<b>S4</b>	$5 \times 10^{-2}$	$0.39 \times 10^{-4}$	$12.5 \times 10^{-2}$	$1 \times 10^{-1}$

*E.éth:* extrait éthanolique, *HEs:* huile essentielle

Nous observons que l'extrait éthanolique du girofle est le plus actif vis-à-vis les quatre souches bactériennes testées avec une CMI de  $0,19 \times 10^{-4}$  mg/ml. On constate que l'huile essentiel de la cannelle est le plus active vis-à-vis les souches bactérienne testées avec une CMI de  $0.39 \times 10^{-4}$ mg/ml.

### 4. Résultats de synergie entre l'antibiotique et l'huile essentielle

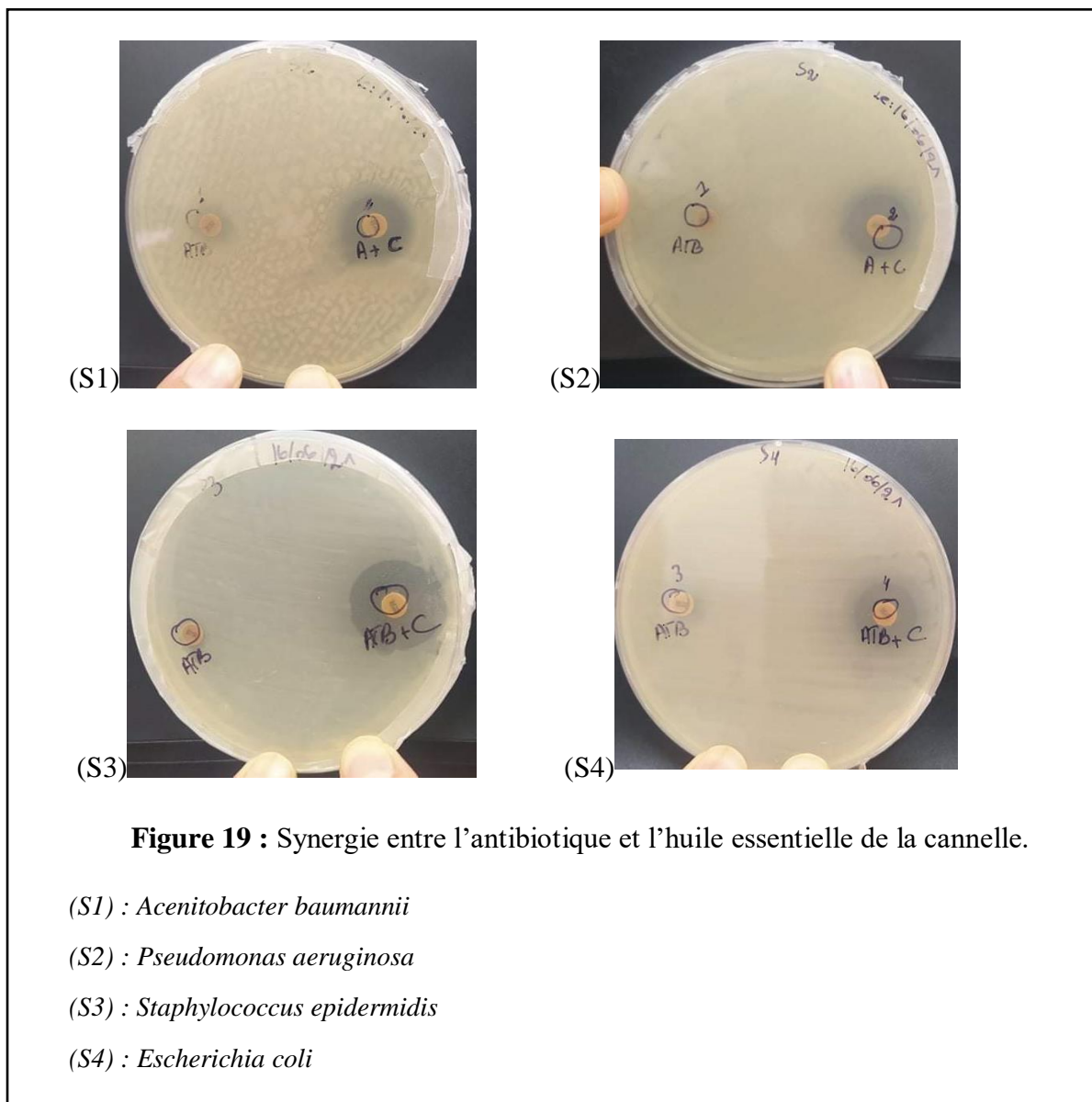
La sensibilité des bactéries testées est visible grâce à la formation d'un halo clair autour des disques contenant ces huiles. Le pouvoir inhibiteur des huiles essentielles est ainsi évalué par la détermination de l'ampleur du diamètre de la zone d'inhibition formée (**Ponce et al., 2003**).

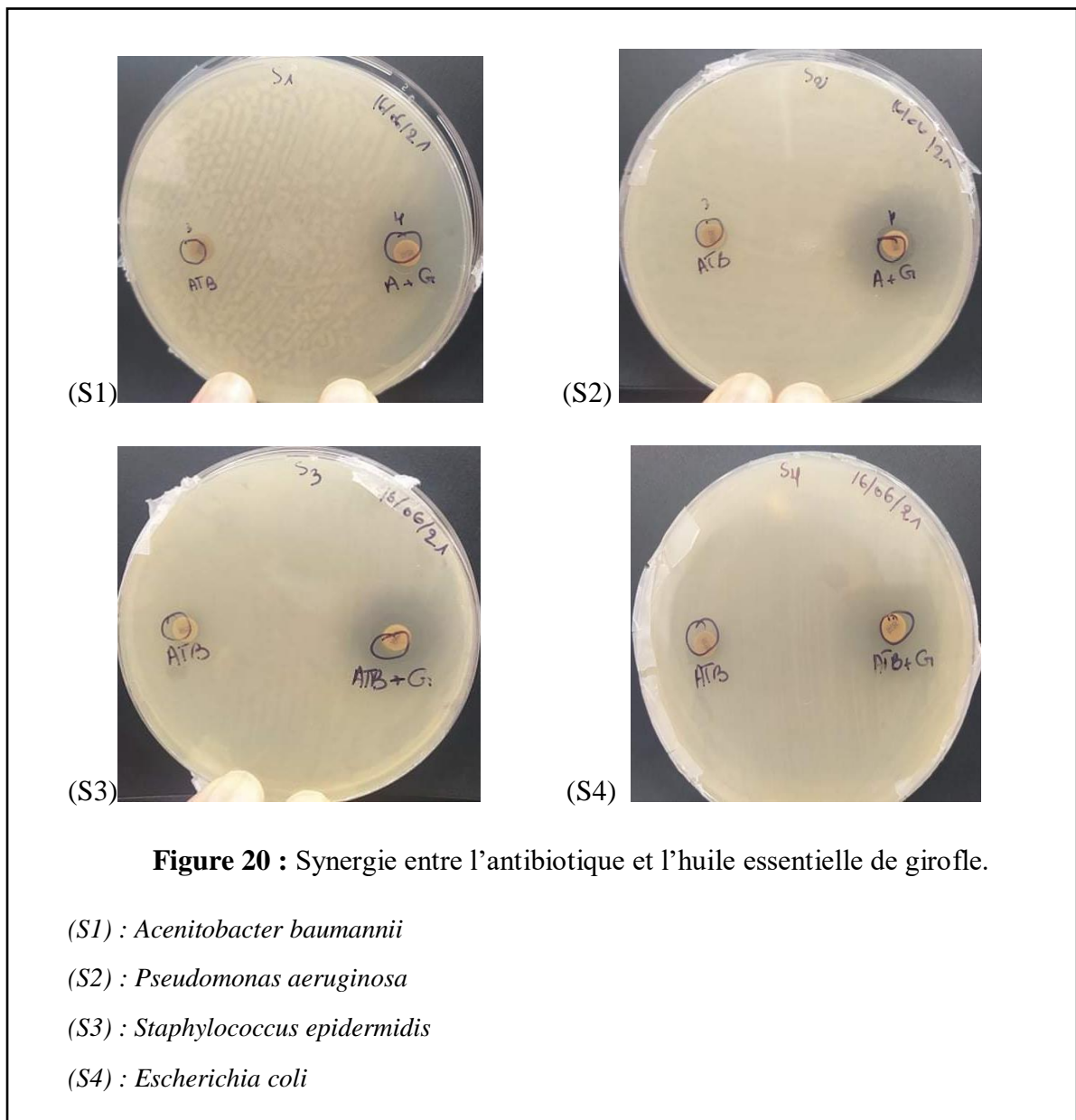
**Tableau 16 :** Résultats obtenus après la synergie huile essentiel/ATB des deux plantes (mm de diamètre)

Souches	HE de Girofle +ATB (mm)	HE de Cannelle +ATB (mm)	ATB (mm)
<i>Acenitobacter baumannii</i>	21	24	Résistance
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	24	16	Résistance
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	<b>25</b>	20	Résistance
<i>Escherichia coli</i>	23	17	Résistance



Au niveau du tableau 16 nous présentons les résultats de chaque souche testée, les diamètres (en mm) de la zone d'inhibition de croissance aux différentes huiles essentielles et antibiotique testé. Les résultats montrent une sensibilité significatif des souches vis-à-vis l'huile essentiel de la cannelle associée à l'antibiotique avec des diamètres varies entre 16mm et 24mm (figure 19), les souches testées sont également sensible à l'antibiotique imprégné avec l'huile essentiel de girofle avec des zones d'inhibition qui varies entre 21mm et 25mm de diamètres (figure 20). Cependant aucune activité antimicrobienne n'a été constatée et les souches présentent une résistance dans le cas de disque d'antibiotique seul.





## Discussion générale

L'étude de l'activité antibactérienne des extraits de plante a capté l'attention de nombreux scientifiques (Akiyama *et al.*, 2001 ; Yap *et al.*, 2013; Mostaqim *et al.*, 2019 ;Oluwasina *et al.*, 2019). Ceci est lié principalement au besoin d'avoir de nouvelle alternative pour les molécules d'antibiotique qui eux ont exprimé leurs échec dans le milieu clinique suite à l'apparition du phénomène de la multirésistance chez de nombreuses espèces microbienne. C'est ce qui nous a également incités à faire criblage de l'activité antibactérienne des extraits de *Syzigium aromaticum* et de *Cinnamomum spp* sur des agents pathogènes de la cavité buccale. A partir de poudre de *Syzigium aromaticum* et de *Cinnamomum spp* nous avons procédé à une extraction des composés phénoliques (Macération et Soxhlet) et des huiles essentielles suivant l'hydro-distillation. Au terme d'une cascade des essais et d'analyse nous avons pu révéler que les extraits de poudre de girofle obtenu par macération dans l'éthanol, méthanol et dans l'eau à une concentration de 10mg/ml, ils ont exprimé une activité antibactérienne sur les souches testées à savoir : *Klebsiella pneumonia*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acenitobacter baumannii*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus epidermidis* et *Escherichia coli* à l'exception de MRSA « *Methicillin-resistant Staphylococcus aureus (SARM)* » et *Staphylococcus aureus*. Cependant, les extraits de poudre de cannelle obtenue par macération dans l'éthanol, méthanol et dans l'eau à une concentration respective de 2 mg/ml, 4mg/ml et 10 mg/ml n'ont pas d'activité antibactérienne sur la totalité des souches. Mais l'extrait de cannelle (50mg/ml) obtenue avec une extraction au soxhlet a exprimé une activité sur la souche *Escherichia coli*. Et pour les huiles essentielles obtenues de nos plantes ont également exprimé une variabilité entre les souches. Avec la poudre de cannelle la CMI est de 0.39, 1.56, 3.12 et 0.39mg/ml avec les souches respectives : *Klebsiella pneumonia*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Acenitobacter baumannii*. Et pour la poudre de clous de girofle la CMI est beaucoup plus importante (50, 100, 1000, 100 mg/ml) avec *Klebsiella pneumonia*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Acenitobacter baumannii*.

Nos résultats corroborent avec les investigations élaborées par un nombre de scientifiques à travers le monde, soit sur avec les extraits de *Syzigium aromaticum* et de *Cinnamomum spp*. Yap et ces collaborateurs ont montré que l'extrait de *Cinnamomum zeylanicum* obtenus avec différents solvants organiques tels que le méthanol exprime une activité antibactérienne sur les souches *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27859,

*Staphylococcus aureus* 6538 P, *Escherichia coli* ATCC 8739, *Enterobacter cloacae* ATCC 13047 (Yap *et al.*, 2013). L'huile essentielle de cannelle testée sur *Salmonella typhi*, *Salmonella paratyphi* A, *E. coli*, *S. aureus* et *Pseudomonas fluorescens*, avec une CMI qui varie de 2.9 to 4.8 mg/ml (Naveed *et al.*, 2013). D'autre part, plusieurs études également ont prouvé l'activité antibactérienne des extraits éthanolique et aqueux de clous de girofle sur les bactéries à Gram-positive tels que les *Staphylococcus aureus* et Gram-négative à savoir *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa* (Mostaqim *et al.*, 2019).

L'activité de nos extraits soit de *Syzigium aromaticum* ou de *Cinnamomum spp* est principalement liée à la composition phytochimique de ces plantes. *Syzigium aromaticum* est caractérisée par une composition complexe en alcaloïdes, tanins, flavonoïdes et terpènes. L'action en synergie ou en individuel de ces composants phytochimiques peut être à l'origine de l'activité antimicrobienne. Les tanins sont connus pour avoir des activités inhibitrices sur la croissance de *S. aureus* et *P. aeruginosa* (Akiyama *et al.*, 2001). Les flavonoïdes provoquent la lyse de la membrane et par conséquent la mort de la cellule (Aransiola *et al.*, 2014). Ces mécanismes d'action des tanins et des flavonoïdes pourraient être à l'origine des effets bactéricides et/ou bactériostatiques donnés par les extraits aqueux, hydroéthanoliques et éthanoliques de *S. aromaticum* sur les microorganismes testés (Oluwasina *et al.*, 2019).

Le potentiel antibactérien des extraits testés soit de *Syzigium aromaticum* ou de *Cinnamomum spp* nous oriente vers une production d'un dentifrice efficace qui pourra protéger la cavité buccale des agents pathogènes qui la menacent.



# Conclusion

## Conclusion

Depuis les époques antiques, il est connu que quelque plantes et épices ont des diverses activités biologiques telles que l'activité antibactérienne laquelle a eu un intérêt considérable pour l'élimination des microorganismes qui ont causant des infections chroniques. L'utilisation des plantes médicinale en phytothérapie reçu un grand intérêt dans la recherche biomédicale. Pour cela, la phytothérapie peut continuer une médecine alternative ou au moins comme un complément à la pharmacie classique. La nécessité de trouver de nouvelles molécules reste une priorité de santé publique.

Dans notre travail, nous intéresse à évaluation de l'activité antibactérienne des extraits aqueux et alcooliques ainsi que les huiles essentielles du clou de girofle et la cannelle à différentes concentrations et d'étudier leurs effet sur les souches bactériennes à savoir : *Klebsiella pneumonia*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acenitobacter baumannii*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus aureus resistente au Méricillin* et *Escherichia coli*. Cette étude révèle que les huiles essentielles, les extraits et les principaux composants de clou de girofle et la cannelle présentent une activité antibactérienne significative contre les agents pathogènes causant des pathologies buccodentaires. Dans ce contexte, L'extraction des composés phénoliques est une étape nécessaire pour la valorisation des principes actifs des deux plantes, elle dépend de la méthode et du solvant approprié qui préservent leurs propriétés biologiques. Les résultats ont démontrés la présence d'une activité antibactérienne des extraits testés et les huiles essentiels des deux plantes et présentent des zones d'inhibition varies de 7mm à 25mm de diamètres pour les souches testés tout au long de l'étude avec les différentes concentrations.

En perspective, Des recherches complémentaires sont nécessaires pour sélectionner et de déterminer les principes actifs responsables de cette activité antibactérienne, et l'exploitation des extraits comme moyen préventif contre les problèmes buccodentaires.



# Références Bibliographiques

## Références Bibliographiques

### A

- Aas, J. A., Paster, B. J., Stokes, L. N., Olsen, I., & Dewhirst, F. E. (2005). Defining the normal bacterial flora of the oral cavity. *Journal of clinical microbiology*, 43(11), 5721-5732.
- Adeyemi, O. O., Okpo, S. O., & Adesanya, A. A. (2003). Gastrointestinal activity of the aqueous extract of a Nigerian polyherbal preparation. *West African Journal of Pharmacology and Drug Research*, 19, 22-27.
- Akiyama, H., Fujii, K., Yamasaki, O., Oono, T., & Iwatsuki, K. (2001). Antibacterial action of several tannins against *Staphylococcus aureus*. *Journal of antimicrobial chemotherapy*, 48(4), 487-491.
- Alam M.Z., 2008. *Herbal Medicines*. Ed. APH Publishing Corporation. 254 p.
- Aransiola, M. N., Ehikhase, C., Mmegwa, J. C., & Wahab, I. O. (2014). Antibacterial and antifungal activities of *Jatropha multifida* (Ogege) sap against some pathogens. *IOSR J Pharm Biol Sci*, 9(4), 53-7.
- Ardizzoni, A., Pericolini, E., Paulone, S., Orsi, C. F., Castagnoli, A., Oliva, I., ... & Blasi, E. (2018). In vitro effects of commercial mouthwashes on several virulence traits of *Candida albicans*, *viridans streptococci* and *Enterococcus faecalis* colonizing the oral cavity. *PLoS One*, 13(11), e0207262.
- Arweiler, N. B., & Netuschil, L. (2016). The oral microbiota. *Microbiota of the Human Body*, 45-60.
- Arweiler, N. B., & Netuschil, L. (2016). The oral microbiota. *Microbiota of the Human Body*, 45-60.
- Atere, T. G., Akinloye, O. A., Ugbaja, R. N., Ojo, D. A., & Dealtry, G. (2018). In vitro antioxidant capacity and free radical scavenging evaluation of standardized extract of *Costus afer* leaf. *Food Science and Human Wellness*, 7(4), 266-272. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2018.09.004>
- Auriol, M. M., Le Charpentier, Y., & Le Naour, G. (2008). *Histologie du parodonte*. EMC—Médecine Buccale, 28(10).
- Avila, M., Ojcius, D. M., & Yilmaz, Ö. (2009). The oral microbiota: living with a permanent guest. *DNA and cell biology*, 28(8), 405-411.

### B

- Bakhtiari, S., Jafari, S., Taheri, J. B., Kashi, T. S. J., Namazi, Z., Iman, M., & Poorberafeyi, M. (2019). The effects of cinnamaldehyde (Cinnamon derivatives) and nystatin on *Candida albicans* and *Candida glabrata*. *Open access Macedonian journal of medical sciences*, 7(7), 1067.



- Başer, K. H. C., Tümen, G., Tabanca, N., & Demirci, F. (2001). Composition and antibacterial activity of the essential oils from *Satureja wiedemanniana* (Lallem.) Velen. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 56(9-10), 731-738.
- Basli, A., Chibane, M., Madani, K., & Oukil, N. (2012). Activité antibactérienne des polyphénols extraits d'une plante médicinale de la flore d'Algérie: *Origanum glandulosum* Desf. *Phytothérapie*, 10(1), 2-9.
- Benzeggouta, N. (2015). Evaluation des effets biologiques des extraits aqueux de plantes médicinales seules et combinées.
- Beg, A. Z., & Ahmad, I. (2002). In vitro fungitoxicity of the essential oil of *Syzygium aromaticum*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 18(4), 317-319.
- Bolton, J.L. (2014). Quinone methide bioactivation pathway: contribution to toxicity and/or cytoprotection?. *Current organic chemistry*, 18(1), 61-69.
- Bonnaure-Mallet, M., Chardin, H & Barsotti, O. (2006). *Microbiologie en odontostomatologie*. Maloine.
- Bouchard, P. (2015). *Parodontologie & dentisterie implantaire-Volume 2: Thérapeutiques chirurgicales* (Coll. Dentaire). Lavoisier.
- Boukhatem Fadhila, (2017). Activité antibactérienne de l'huile essentielle de deux épices : *Syzygium Aromaticum* et *Illicium Verum*. Mémoire de fin d'études : Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. p 1-79.
- Bouyahya, A., Et-Touys, A., Bakri, Y., Talbau, A., Fellah, H., Abrini, J., & Dakka, N. (2017). Chemical composition of *Mentha pulegium* and *Rosmarinus officinalis* essential oils and their antileishmanial, antibacterial and antioxidant activities. *Microbial pathogenesis*, 111, 41-49.
- Bouzabata, A. (2017). Les médicaments à base de plantes en Algérie: réglementation et enregistrement. *Phytothérapie*, 15(6), 401-408.
- Burt, S. A., & Reinders, R. D. (2003). Antibacterial activity of selected plant essential oils against *Escherichia coli* O157: H7. *Letters in applied microbiology*, 36(3), 162-167.

## C

- Carillon, A. (2009). Place de la phytothérapie dans les systèmes de santé au XXI<sup>e</sup>s.
- Clinical and Laboratory Standards Institute (2006) Performance standards for antimicrobial disk susceptibility tests, approved standard, M2-A9, 9th ed., CLSI, Wayen, PA.
- Chabrier J.Y., 2010. *Plantes médicinales et formes d'utilisation en phytothérapie*, Thèse. Université Henri Poincaré - Nancy1. 156p.
- Chabrier, J. Y. (2010). *Plantes médicinales et formes d'utilisation en phytothérapie* (Doctoral dissertation, UHP-Université Henri Poincaré).

Chevalier A., (2016). Encyclopedia of Herbal Medicine. 3 ème édition, Ed. DK Publishing. New York, 335p.

Chandrasekaran, M., & Venkatesalu, V. (2004). Antibacterial and antifungal activity of *Syzygium jambolanum* seeds. *Journal of ethnopharmacology*, 91(1), 105-108.

CLSI 2006 : Clinical and laboratory standerds institue

CA-SFM : Comité de l'antibiogramme de la société française de microbiologie. Recommandations 2013, Coordonnateur : Pr C.J. SOUSSY, Centre Hospitalier Universitaire, Henri Mondor, 94010 Créteil Cedex., <http://www.sfm-microbiologie.org/>

## D

Deshpande, R. R., Kale, A. A., Ruikar, A. D., Panvalkar, P. S., Kulkarni, A. A., Deshpande, N. R., & Salvekar, J. P. (2011). Antimicrobial activity of different extracts of *Juglans regia* L. against oral microflora. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 3(2), 200-201.

Diaz, P. I., Chalmers, N. I., Rickard, A. H., Kong, C., Milburn, C. L., Palmer Jr, R. J., & Kolenbrander, P. E. (2006). Molecular characterization of subject-specific oral microflora during initial colonization of enamel. *Applied and environmental microbiology*, 72(4), 2837-2848.

Dominguez-Bello, M. G., Costello, E. K., Contreras, M., Magris, M., Hidalgo, G., Fierer, N., & Knight, R. (2010). Delivery mode shapes the acquisition and structure of the initial microbiota across multiple body habitats in newborns. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(26), 11971-11975.

## E

El Rhaffari, L., & Zaid, A. (2002). Pratique de la phytothérapie dans le sud-est du Maroc (Tafilalet): Un savoir empirique pour une pharmacopée rénovée.

Eriksen, H. M., Dimitrov, V., Rohlin, M., Petersson, K., & Svensäter, G. (2006). The oral ecosystem: implications for education. *European journal of dental education*, 10(4), 192-196.

## F

Fleming, H. P., Etchells, J. L., & Costilow, R. N. (1975). Microbial inhibition by an isolate of *Pediococcus* from cucumber brines. *Applied microbiology*, 30(6), 1040-1042.

Fronty P, Sapanet M, Georget C, Collet G. (2005). L'identification estimative. Première partie. L'avis de recherche, l'odontogramme numérique. Poitiers: Atlantique.

## G

- Garnero J. (1984). La cannelle de Ceylan: son huile essentielle et ses produits d'extraction. 11: 5-15.
- Gill A.O et Holley R.A. (2006). Inhibition of membrane bound ATPases of *Escherichia coli* and *Listeria monocytogenes* by plant oil aromatics. *International Journal of Food Microbiology*. 111 : 170 - 174.
- Girard, G. (2010). Les propriétés des huiles essentielles dans les soins bucco-dentaires d'hier à aujourd'hui. Mise au point d'un modèle préclinique de lésion buccale de type aphte pour tester les effets thérapeutiques des huiles essentielles (Doctoral dissertation, UHP-Université Henri Poincaré).
- Ghedira, K., Goetz, P., & Le Jeune, R. (2010). *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry (Myrtaceae) Giroflier. *Phytothérapie*, 8(1), 37-43.
- Gowda, D. C., & Sarathy, C. (1987). Structure of an L-arabino-D-xylan from the bark of *Cinnamomum zeylanicum*. *Carbohydrate research*, 166(2), 263-269.
- Guinoiseau, E. (2010). Molécules antibactériennes issues d'huiles essentielles: séparation, identification et mode d'action (Doctoral dissertation, Université de Corse).
- Gulluce, M., Sahin, F., Sokmen, M. Ü. N. E. V. V. E. R., Ozer, H., Daferera, D., Sokmen, A. T. A. L. A. Y., ... & Ozkan, H. İ. C. A. B. İ. (2007). Antimicrobial and antioxidant properties of the essential oils and methanol extract from *Mentha longifolia* L. ssp. *longifolia*. *Food chemistry*, 103(4), 1449-1456.

## H

- Haikel Y. (2001). Carie dentaire. In E. Piette, & M. Goldberg, *La dent normale et pathologique*. Bruxelles : De Boeck Universite. pp. 99- 125
- Himed L1\*, Merniz S2, Benbraham M1, Boudjouada E1 et Barkat M1, PRESERVATION DU CONCENTRE DE TOMATE PAR UN AGENT ANTIFONGIQUE (HUILE ESSENTIELLE DU CITRON), *Afr. J. Food Agric. Nutr. Dev.* 2020; 20(2): 15608-15618, DOI: 10.18697/ajfand.90.18870.
- Hoffmann D., (2003). *Medical Herbalism: The Science Principles and Practices Of Herbal Medicine*. Ed. Healing Arts Press; 672p.
- Høiby, N., Ciofu, O., Johansen, H. K., Song, Z. J., Moser, C., Jensen, P. Ø., ... & Bjarnsholt, T. (2011). The clinical impact of bacterial biofilms. *International journal of oral science*, 3(2), 55-65.

**I**

- Iserin, P., Masson, M., Restellini, J., Ybert, E., De Laage de Meux, A., Moulard, F., & Vican, P. (2001). Larousse des plantes médicinales: identification. préparation, soins. 2ième édition Larousse, VUEF, pp13-16, 291-296.
- Iserin, P. (2001). Larousse encyclopédie des plantes médicinales. Identification, Préparations, soins. 2nd edition, Dorling Kindersiey Limited, Londres.
- Isogai, A., Murakoshi, S., Suzuki, A., & Tamura, S. (1977). Chemistry and biological activities of cinnzeylanine and cinnzeylanol, new insecticidal substances from *Cinnamomum zeylanicum* Nees. *Agricultural and Biological Chemistry*, 41(9), 1779-1784.

**J**

- John, L. J., & Shantakumari, N. (2015). Herbal medicines use during pregnancy: a review from the Middle East. *Oman medical journal*, 30(4), 229.

**K**

- Khan, A., Safdar, M., Khan, M. M. A., Khattak, K. N., & Anderson, R. A. (2003). Cinnamon improves glucose and lipids of people with type 2 diabetes. *Diabetes care*, 26(12), 3215-3218.
- Kraft, K., & Hobbs, C. (2004). Pocket guide to herbal medicine. Georg Thieme Verlag.
- Kolenbrander, P. E. (2011). Multispecies communities: interspecies interactions influence growth on saliva as sole nutritional source. *International journal of oral science*, 3(2), 49-54.
- Kwon, J. A., Yu, C. B., & Park, H. D. (2003). Bacteriocidal effects and inhibition of cell separation of cinnamic aldehyde on *Bacillus cereus*. *Letters in applied microbiology*, 37(1), 61-65.

**L**

- Lamont, R. J., & Jenkinson, H. F. (2010). Oral microbiology at a glance (Vol. 38). John Wiley & Sons.
- Lawrence, J. R., & Korber, D. R. (1991). Hoyle, BD, Costerton, JW and DE Caldwell: Optical sectioning of microbial biofilms. *J. Bacteriol*, 173, 6558-6567.
- Lee, C. W., Hong, D. H., Han, S. B., Park, S. H., Kim, H. K., Kwon, B. M., & Kim, H. M. (1999). Inhibition of human tumor growth by 2'-Hydroxy- and 2'-benzoyl-oxycinnamaldehydes. *Planta medica*, 65(03), 263-266.
- Locong, A., & Ruel, D. (2003). Guide des interactions médicaments, nutriments et produits naturels. Presses Université Laval.

## M

- Maidment, C., Dyson, A., & Beard, J. (2009). A study into measuring the antibacterial activity of lysozyme-containing foods. *Nutrition & Food Science*.
- Maralhas, A., Monteiro, A., Martins, C., Kranendonk, M., Laires, A., Rueff, J., & Rodrigues, A. S. (2006). Genotoxicity and endoreduplication inducing activity of the food flavouring eugenol. *Mutagenesis*, 21(3), 199-204.
- Marsh P.D. (2004). "Dental plaque as a microbial biofilm." *Caries Res* 38(3): 204-11.
- Marsh, P. D. (2009). Dental plaque as a biofilm: the significance of pH in health and caries. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ: 1995)*, 30(2), 76-8.
- MacWilliams, M. P., & Liao, M. K. (2006). Luria broth (LB) and Luria agar (LA) media and their uses protocol. ASM MicrobeLibrary. American Society for Microbiology.
- Muniyandi, K., George, E., Sathyanarayanan, S., George, B. P., Abrahamse, H., Thamburaj, S., & Thangaraj, P. (2019). Phenolics, tannins, flavonoids and anthocyanins contents influenced antioxidant and anticancer activities of Rubus fruits from Western Ghats, India. *Food Science and Human Wellness*, 8(1), 73-81.

## N

- Naveed, R., Hussain, I., Tawab, A., Tariq, M., Rahman, M., Hameed, S., ... & Iqbal, M. (2013). Antimicrobial activity of the bioactive components of essential oils from Pakistani spices against Salmonella and other multi-drug resistant bacteria. *BMC complementary and alternative medicine*, 13(1), 1-10.
- Niu, C., Afre, S., & Gilbert, E. S. (2006). Subinhibitory concentrations of cinnamaldehyde interfere with quorum sensing. *Letters in applied microbiology*, 43(5), 489-494.

## O

- Oakley A., (2011). Topics A–Z – Stomatitis. Consulté le 14 juin 2021. <https://dermnetnz.org/topics/stomatitis/>
- Oboh, G., Agunloye, O. M., Adefegha, S. A., Akinyemi, A. J., & Ademiluyi, A. O. (2015). Caffeic and chlorogenic acids inhibit key enzymes linked to type 2 diabetes (in vitro): a comparative study. *Journal of basic and clinical physiology and pharmacology*, 26(2), 165-170.
- Ohkubo, T., & Shibata, M. (1997). The selective capsaicin antagonist capsazepine abolishes the antinociceptive action of eugenol and guaiacol. *Journal of Dental Research*, 76(4), 848-851.
- Oluwasina, O. O., Ezenwosu, I. V., Ogidi, C. O., & Oyetayo, V. O. (2019). Antimicrobial potential of toothpaste formulated from extracts of *Syzygium aromaticum*, *Dennettia tripetala* and *Jatropha curcas* latex against some oral pathogenic microorganisms. *AMB Express*, 9(1), 1-13.

Organisation mondiale de santé. Santé bucco-dentaire. Aide-mémoire, février 2007, n°318

Organisation mondiale de la santé (OMS). Santé bucco-dentaire –Aide-mémoire 2012. Genève: OMS; 2012

## P

Penders, J., Thijs, C., Vink, C., Stelma, F. F., Snijders, B., Kummeling, I., ... & Stobberingh, E. E. (2006). Factors influencing the composition of the intestinal microbiota in early infancy. *Pediatrics*, 118(2), 511-521.

Ponce, A. G., Fritz, R., Del Valle, C., & Roura, S. I. (2003). Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard. *LWT-Food Science and Technology*, 36(7), 679-684.

## Q

Quencez, J. (2016). Les petites pathologies buccales: conseils à l'officine (Doctoral dissertation, Université de Lorraine)

Quintas, V., Prada-Lopez, I., Donos, N., Suarez-Quintanilla, D., & Tomas, I. (2015). Antiplaque effect of essential oils and 0.2% chlorhexidine on an in situ model of oral biofilm growth: a randomised clinical trial. *PLoS One*, 10(2), e0117177.

## R

Ravindran, P. N., Shylaja, M., Babu, K. N., & Krishnamoorthy, B. (2003). Botany and crop improvement of cinnamon and cassia. In *Cinnamon and cassia* (pp. 30-95). CRC Press.

Redfern, J., Kinninmonth, M., Burdass, D., & Verran, J. (2014). Using soxhlet ethanol extraction to produce and test plant material (essential oils) for their antimicrobial properties. *Journal of microbiology & biology education*, 15(1), 45-46. <https://doi.org/10.1128/jmbe.v15i1.656>

Riotte B., (2017). *Mon guide Huiles essentielles*. Ed. Lulu, 186 p.

Roberts, A. (2005). Bacteria in the mouth. *Dental Update*, 32(3), 134-142.

Rossi Pernel C. (2005) *Le Dicodent, vos dents ont des choses à vous dire*. Ed2. Tredaniel. France. 213-214.

Rudney, J. D., & Chen, R. (2006). The vital status of human buccal epithelial cells and the bacteria associated with them. *Archives of oral biology*, 51(4), 291-298.

## S

Saeed, S. A., Simjee, R. U., Shamim, G., & Gilani, A. H. (1995). Eugenol: a dual inhibitor of platelet-activating factor and arachidonic acid metabolism. *Phytomedicine*, 2(1), 23-28.

- Senhaji, O., Faid, M., Elyachioui, M., & Dehhaoui, M. (2005). Étude de l'activité antifongique de divers extraits de cannelle. *Journal de Mycologie Médicale*, 15(4), 220-229.
- Shen, S., Samaranayake, L. P., & Yip, H. K. (2005). Coaggregation profiles of the microflora from root surface caries lesions. *Archives of Oral Biology*, 50(1), 23-32.
- Shen, Y., Fukushima, M., Ito, Y., Muraki, E., Hosono, T., Seki, T., & Ariga, T. (2010). Verification of the antidiabetic effects of cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) using insulin-uncontrolled type 1 diabetic rats and cultured adipocytes. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 74(12), 2418-2425.
- Sixou, M., Diouf, A., & Alvares, D. (2007). Biofilm buccal et pathologies buccodentaires. *Antibiotiques*, 9(3), 181-188.
- Société Française de Chirurgie Orale (SFCO). Prise en charge des foyers infectieux bucco-dentaires. *Med Buccale Chir Buccale* 2012;18:251-314
- St-Jean R. (2006). La cannelle est efficace contre le diabète. *Dossier Santé/Médicaments*. P : 1-2.
- Svensater G. and G. Bergenholtz (2004). "Biofilms in endodontic infections." *Endodontic topics* 9: 27- 36.
- Site 01 : [afblum.be](https://afblum.be). Disponible [en ligne] sur : <https://www.msmanuals.com/fr/professional/troubles-dentaires> [Consulté le 12 mai 2021].
- Site 02 : [campus.chirurgiedentaire.fr](http://campus.chirurgiedentaire.fr). Disponible [en ligne] sur <http://campus.chirurgiedentaire.fr/spip.php?article162> [Consulté le 12 mai 2021].

## U

- Uragoda, C. G. (1984). Asthma and other symptoms in cinnamon workers. *Occupational and Environmental Medicine*, 41(2), 224-227.

## V

- Van Wyk, B. E., & Wink, M. (2018). *Medicinal plants of the world*. CABI. pp 43, 349
- Vercauteren, J. (2006). Plan, schémas, formules du cours de pharmacognosie. Université de Montpellier. P: 113-12

## W

- Wade, W. G. (2013). The oral microbiome in health and disease. *Pharmacological research*, 69(1), 137-143.
- Waldman, S. D. (2016). *Atlas of pain management injection techniques e-book*. Elsevier Health Sciences. 520 p.

Wijesekera, R. O. (1978). Historical overview of the cinnamon industry. *CRC critical reviews in food science and nutrition*, 10(1), 1-30.

Wiwattananarattanabut, K., Choonharuangdej, S., & Srithavaj, T. (2017). In vitro anti-cariogenic plaque effects of essential oils extracted from culinary herbs. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 11(9), DC30.

## Y

Yanakiev, S. (2020). Effects of cinnamon (*Cinnamomum* spp.) in dentistry: A review. *Molecules*, 25(18), 4184.

Yap, P. S. X., Lim, S. H. E., Hu, C. P., & Yiap, B. C. (2013). Combination of essential oils and antibiotics reduce antibiotic resistance in plasmid-conferred multidrug resistant bacteria. *Phytomedicine*, 20(8-9), 710-713.

## Z

Zijngel, V., van Leeuwen, M. B. M., Degener, J. E., Abbas, F., Thurnheer, T., Gmür, R., & M. Harmsen, H. J. (2010). Oral biofilm architecture on natural teeth. *PloS one*, 5(2), e9321.

Zuzarte, M., Gonçalves, M. J., Cavaleiro, C., Canhoto, J., Vale-Silva, L., Silva, M. J., ... & Salgueiro, L. (2011). Chemical composition and antifungal activity of the essential oils of *Lavandula viridis* L'Her. *Journal of medical microbiology*, 60(5), 612-618.

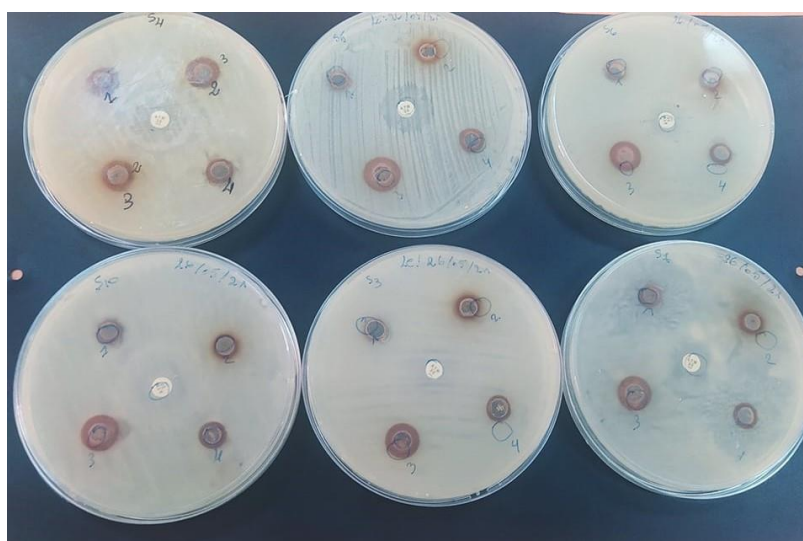
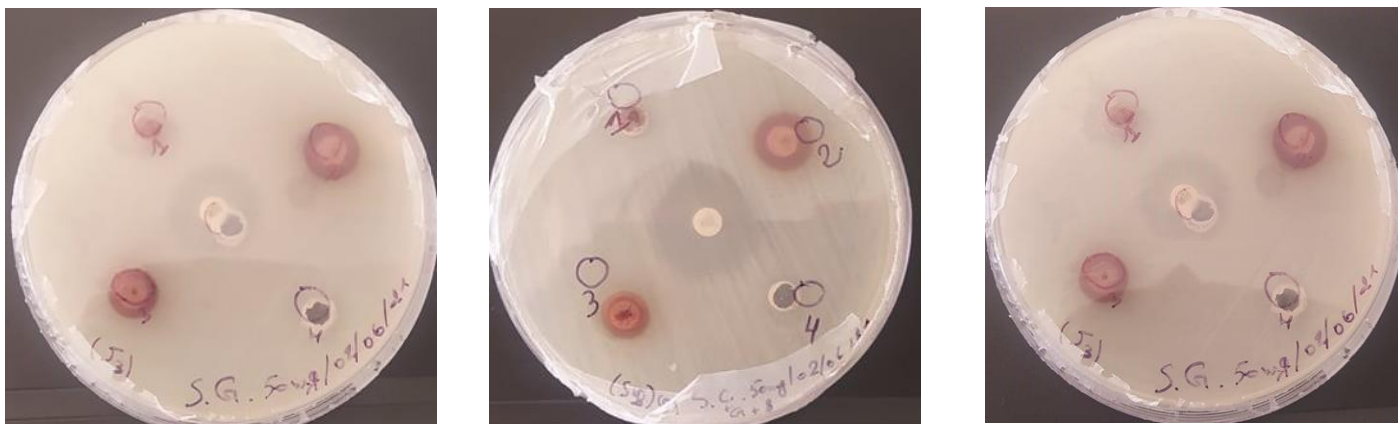


# Annexes

**Annexe 01** : Composition des solutions.

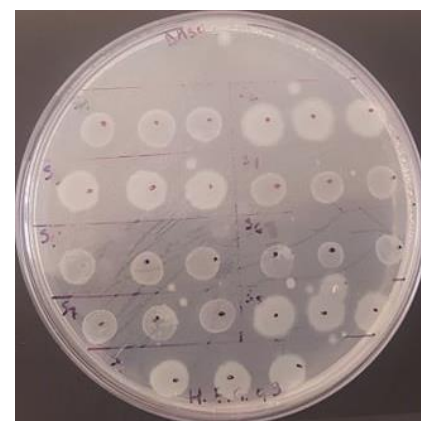
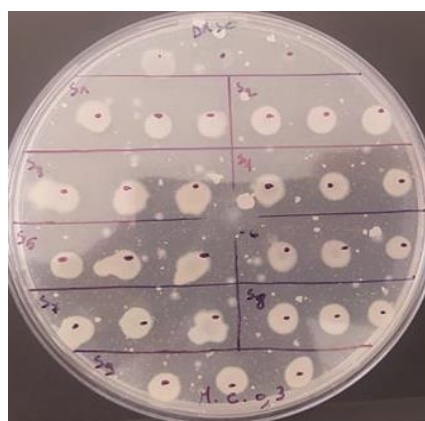
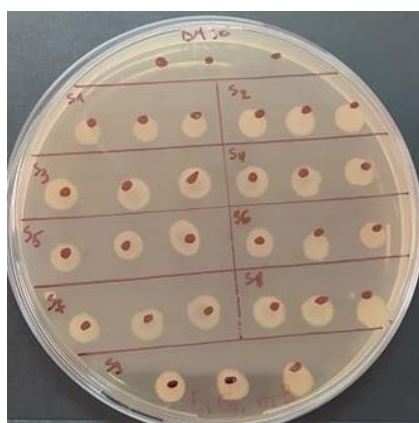
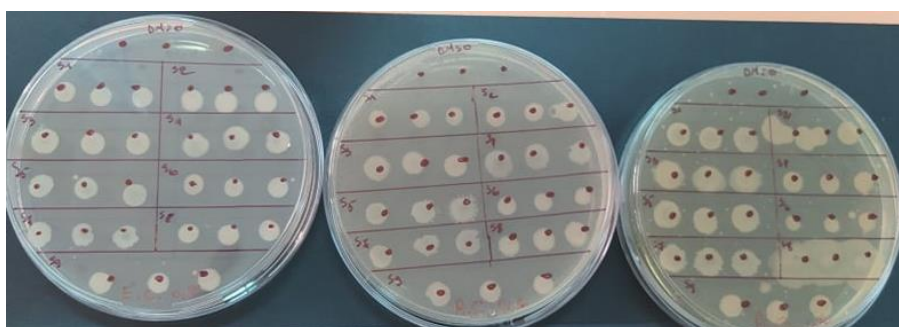
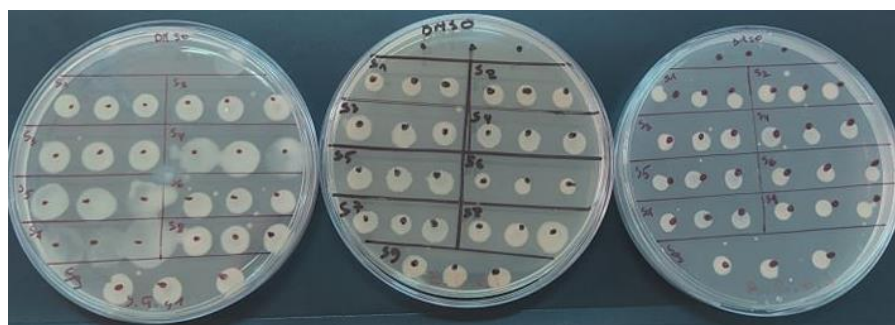
- **Composition des milieux de culture :**
  - a. **Composition du milieu Luria Bertani (LB) :** pour 1 l (MacWilliams et Liao, 2006)

<b>Composition</b>	<b>Mesures (g.L<sup>-1</sup>)</b>
Tryptone	10
Extrait de levure	5
NaCl	10
Agar	15
pH	7,00 (+/- 0,2)

**Annexe 02 : Résultats de l'évaluation de l'activité antibactérienne.****1. La méthode des puits :**

Figures représentatives des différents résultats obtenus lors de l'évaluation de l'activité antibactérienne des différents extrais étudiés face aux souches testées par la méthode des puits.

## 2. La méthode des spots :



Figures représentatives des résultats obtenus par la méthode des spots des différents extraits étudiés sur les souches testés lors de l'évaluation de l'activité antibactérienne

## Résumé

La tolérance des bactéries aux antibiotiques est devenue un problème majeur de santé, d'où la nécessité de l'utilisation de la phytothérapie. L'objectif de notre travail est d'évaluer l'activité antibactérienne des extraits de *Cinnamomum Spp* et *Syzygium aromaticum*. Les extraits ont été préparés par plusieurs méthodes d'extraction. Ces derniers ont été testés à différentes concentrations sur les souches bactériennes standards en utilisant la méthode de diffusion sur puits et la méthode des spots. Les résultats obtenus montrent que l'extrait aqueux, l'extrait méthanolique, extrait obtenu par soxhlet ainsi que l'huile essentiel des deux plantes ont un effet antibactérien significatif sur *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli* et *Pseudomonas*, avec des diamètres qui varié de 9mm à 17mm. Les espèces *Pseudomonas* et *Escherichia coli* sont les plus sensibles aux extraits en comparant avec le reste des souches testées. Après l'incubation, on a trouvé que l'extrait de cannelle a un effet sur *Klebsiella* et *Acintobacter* seulement. La détermination de la concentration minimale inhibitrice sur milieu liquide des extraits a été déterminée par spectrophotométrie (*microplaque reader*), de même, la synergie entre un antibiotique et l'huile essentielle des deux matrices a été évalué en mesurant le diamètre d'inhibition dont la synergie la plus significative a été observée entre l'antibiotique et l'huile essentielle de girofle avec une zone d'inhibition de 25mm de diamètre. D'après ces résultats, on constate que les extraits des deux plantes étudiées ont un effet antibactérien significatif sur certaines des souches testées et peuvent être utilisé pour guérir ou prévenir des pathologies de la cavité bucco-dentaire.

**Mots clés :** Cannelle, Girofle, phytothérapie, activité antibactérienne, dentisterie, substances bioactives.

## Abstract

The tolerance of strains to antibiotics has become a major health problem, hence the need for the use of phytotherapy. The objective of our work is to evaluate the antibacterial activity of extracts of *Cinnamomum Spp* and *Syzygium aromaticum*. The extracts were prepared by several extraction methods. These were tested at different concentrations on standard bacterial strains using the well diffusion method and the spot method. The results obtained show that the aqueous extract, the methanolic extract, the extract obtained by soxhlet as well as the essential oil of the two plants have a significant antibacterial effect on *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli* and *Pseudomonas*, with diameters varying from 9mm to 17mm. *Pseudomonas* and *Escherichia coli* species were the most sensitive to the extracts when compared to the rest of the strains tested. After incubation, it was found that cinnamon extract has an effect on *Klebsiella* and *Acintobacter* only. The determination of the minimum inhibitory concentration on liquid medium of the extracts was determined by spectrophotometry (*microplate reader*), similarly, the synergy between an antibiotic and essential oil of both matrices was evaluated by measuring the inhibition diameter of which the most significant synergy was observed between the antibiotic and clove essential oil with an inhibition zone of 25mm in diameter. From these results, it can be seen that the extracts of the two plants studied have a significant antibacterial effect on some of the strains tested and can be used to cure or prevent pathologies of the oral cavity.

**Key words :** Cinnamon, Clove, phytotherapy, antibacterial activity, dentistry, bioactive substances.

## الملخص

أصبح تحمل السلالات للمضادات الحيوية مشكلة صحية كبيرة، ومن ثم الحاجة إلى استخدام العالج بالنباتات. الهدف من عملنا هو تقييم النشاط المضاد للبكتيريا لمستخلصات القرفة والقرنفل. تم تحضير المستخلصات اختبارها بتركيزات مختلفة على سلالات بكتيرية قياسية باستخدام طريقة انتشار البئر وطريقة البقع. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن المستخلصات والزيوت الأساسية للنبتين لهما تأثير مضاد للجراثيم على السلالات المستعملة في الدراسة. تم تحديد الحد الأدنى للتركيز المثبط على الوسط السائل للمستخلصات، وكذلك، تم تقييم التآزر بين المضاد الحيوي والزيت الأساسي لكل نبتة. التثبيط الأكثر أهمية لوحظ بين المضاد الحيوي وزيت القرنفل الأساسي من هذه النتائج، يمكن ملاحظة أن مستخلصات النبتتين المدروستين لها تأثير مضاد للجراثيم كبير على بعض السلالات المختبرة. ويمكن استخدامها للشفاء أو الوقاية أمراض تجويف الفم.

**الكلمات المفتاحية:** القرنفل، القرفة، التداوي بالأعشاب، نشاط مضاد للجراثيم، طب الاسنان.