

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU  
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES  
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



## **MEMOIRE**

**DE FIN D'ETUDE**



**EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER**

**DOMAINE : SCIENCE DE LA NATURE ET DE LA VIE**

**SPECIALITE : BIOLOGIE DES POPULATIONS ET DES ORGANISMES**

## **THEME**

**Activité antimicrobienne des plantes médicinales  
sur des souches hospitalières**

**Réalisé par :**

MESSARA Hanane

&

CHEBAB Malika

**Soutenu le :** 27 /09/2022

**Membres de Jury composé de :**

|                       |                            |                                           |
|-----------------------|----------------------------|-------------------------------------------|
| <b>Président(e) :</b> | Mme BENAHMED DJILALI. A    | Professeur à l'UMMTO.                     |
| <b>Encadreur :</b>    | Mr MOUALEK. I              | Maître de conférences classe A à l'UMMTO. |
| <b>Co-encadreur :</b> | M <sup>lle</sup> AMROUN. D | LSP au CHU de Tizi-Ouzou.                 |
| <b>Examinatrice :</b> | Mme BERROUANE. N           | Maître assistante classe B à l'UMMTO.     |

**Année universitaire : 2021/2022**

# **Remerciements et dédicaces**

## REMERCIEMENTS

Nous remercions avant tout Allah tout puissant, de nous avoir guidé toutes les années d'étude et nous avoir donné la volonté, la patience et le courage pour terminer ce travail.

On tient également à exprimer notre profonde gratitude et sincères remerciements à notre promoteur Monsieur MOUALEK Idir maitre de conférence Classe A au département de biologie, faculté des sciences biologiques et sciences agronomiques, l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, d'avoir proposé et dirigé ce travail ; on le remercie infiniment pour ses importantes remarques, ses orientations et ses conseils, sa patience, sa confiance, tout au long de ce travail.

Nous adressons nos sincères remerciements à M<sup>lle</sup> AMROUN Dyhia laborantine de santé public Co-promotrice et maitre de stage du laboratoire de microbiologie à l'hôpital de Nedir Mohamed d'avoir guidé ce travail, on la remercie pour sa patience et ses conseils.

Nous adressons nos sincères remerciements aussi aux membres de jury, chacun de son nom, d'avoir accepté de juger et d'examiner notre travail.

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

## DÉDICACE

Je dédie ce mémoire

A mes très chers parents Tahar et Zohra que dieu les garde pour moi.

A ma grand-mère Dahbia que dieu la protège.

A mes sœurs Imane et Ahlam que j'adore énormément.

A ma tante Farroudja que j'aime beaucoup.

A Lyes qui n'a jamais cessé de m'encourager et qui a été toujours à mes côtés et me donner la force de continuer.

Enfin, à tous ceux qui m'ont donné l'aide et l'encouragement de près ou de loin.

*Hanane*

## DÉDICACE

Louange à Dieu tout puissant, qui m'a permis de voir ce jour tant attend

A mon très cher père Ahmed

Tu as toujours été pour moi un exemple du père respectueux, honnête, de la personne

Méticuleuse, je tiens à honorer l'homme que tu es.

Grâce à toi papa j'ai appris le sens du travail et de la responsabilité. Je voudrais te remercier pour ton amour, ta générosité, ta compréhension... Ton soutien fut une lumière dans tout mon parcours. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour l'estime et le respect que j'ai toujours eu pour toi, je t'aime papa.

A Ma chère mère Laifa

Qui m'a donné la vie qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, Tu m'as comblé avec ta tendresse et affection tout au long de mon parcours. Tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études. Qu'ALLAH te protège et donne la santé, le bonheur et longue vie.

A mes chères sœurs : Naima et son mari Mourad et farialle que j'aime beaucoup pour l'amour qu'elles me réservent je leur souhaite une vie pleine du bonheur et de succès.

A mes chers frères : Aissa, Hassan et Abdenacer

Aucune dédicace ne peut exprimer mon amour et ma gratitude de vous avoir comme sœurs et frères, Je ne pourrais jamais imaginer la vie sans vous, vous comptez énormément pour moi.

A tous les petits anges de ma famille « Ritadje, Abdou, Houda et Dina ».

A mes grands -parents

A la mémoire de mes chères grands- parents et mères qui nous ont quittées trop tôt Salem et Adidi que dieu garde dans son vaste paradis.

A la mémoire de mes grands- parents et mères Ahcene et Fatma.

Et a tous la famille CHEBAB et la famille ZAIDE.

A mes chères amies :Nina , Lamia ,Syphax ,kha , Bou , Sarah , Yasmina , Rania ,En souvenir des moments heureux passés ensemble, avec mes vœux sincères de réussite, bonheur, santé et de prospérité.

A mon binôme et ma sœur Hanane pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension

Je te souhaite tous le bonheur et de la joie dans votre vie chérie.

*Mafika*

# Sommaire

# Sommaire

Liste des figures.

Liste des tableaux.

Introduction.....1

## PARTIE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.

### Chapitre I : Généralités sur les plantes médicinales

|                                                                          |   |
|--------------------------------------------------------------------------|---|
| I.1.Définition.....                                                      | 3 |
| I.2. Principe actif.....                                                 | 3 |
| I.3. Différentes techniques de préparation des plantes médicinales ..... | 3 |
| I.3.1.Décoction.....                                                     | 3 |
| I.3.2.Infusion. ....                                                     | 4 |
| I.3.3.Macération. ....                                                   | 4 |
| I.3.4.Cataplasme.....                                                    | 4 |
| I.3.5.Compresses. ....                                                   | 4 |
| I.3.6.Inhalation. ....                                                   | 4 |
| I.3.7.Bains de bouche et gargarismes.....                                | 5 |
| I.4.Avantages des plantes médicinales.....                               | 5 |

### Chapitre II : Description de quelque plantes médicinales

|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| II.1. <i>Romarinus officinalis</i> . .... | 7  |
| II.1.1.Classification systématique. ....  | 7  |
| II.1.2.Description botanique.....         | 7  |
| II.1.3. Répartition géographique. ....    | 9  |
| II.1.4.Usage traditionnel.....            | 9  |
| II.1.5.Usage moderne. ....                | 9  |
| II.2. <i>Syzygium aromaticum</i> .....    | 11 |
| II.2.1.Classification systématique. ....  | 11 |
| II.2.2.Description botanique.....         | 11 |

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| II.2.3.Répartition géographique. ....    | 12 |
| II.2.4.Usage traditionnel.....           | 13 |
| II.2.5.Usage moderne. ....               | 13 |
| II.3. <i>Pistacia lentiscus</i> .....    | 14 |
| II.3.1.Classification systématique. .... | 14 |
| II.3.2.Description botanique.....        | 14 |
| II.3.3.Répartition géographique. ....    | 16 |
| II.3.4.Usage traditionnel.....           | 17 |
| II.3.5.Usage moderne. ....               | 18 |

### **Chapitre III: Aperçu sur les activités biologiques**

|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| III.1. <i>Romarinus officinalis</i> ..... | 19 |
| III.1.1.Activité antifongique.....        | 19 |
| III.1.2.Activité antivirale.....          | 19 |
| III.1.3.Activité antioxydante. ....       | 20 |
| III.1.4.Activité antibactérienne. ....    | 20 |
| III.2. <i>Pistacia lentiscus</i> .....    | 23 |
| III.2.1. Activité antioxydante. ....      | 23 |
| III.2.2.Activité anti-inflammatoire.....  | 23 |
| III.2.3.Activité antibactérienne. ....    | 24 |
| III.2.4.Activité anti-tumoral. ....       | 25 |
| III.3. <i>Syzygium aromaticum</i> .....   | 25 |
| III.3.1.Activité antifongique.....        | 25 |
| III.3.2.Activité anti-inflammatoire.....  | 26 |
| III.3.3.Activité antivirale.....          | 26 |
| III.3.4.Activité antibactérienne. ....    | 26 |

### **Chapitre IV : Généralités sur les souches testées**

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| IV.1. <i>Escherichia coli</i> ..... | 27 |
| IV.1.1Classification.....           | 27 |
| IV.1.2.Caractérisation. ....        | 27 |
| IV.1.3.Habitat.....                 | 28 |



|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| IV.1.4. Physiopathologie .....            | 28 |
| IV.1.5. Mode de contamination.....        | 29 |
| IV.2. <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ..... | 30 |
| IV.2.1. Classification.....               | 30 |
| IV.2.2. Caractérisation. ....             | 31 |
| IV.2.3. Habitat.....                      | 31 |
| IV.2.4. Physiopathologie .....            | 32 |
| IV.2.5. Mode de contamination.....        | 32 |
| IV.3. <i>Acinetobacter sp</i> .....       | 32 |
| IV.3.1. Classification.....               | 32 |
| IV.3.2. Caractérisation. ....             | 33 |
| IV.3.3. Habitat.....                      | 34 |
| IV.3.4. Physiopathologie.....             | 34 |
| IV.3.5. Mode de contamination.....        | 34 |
| IV.4. <i>Staphylococcus aureus</i> .....  | 35 |
| IV.4.1. Classification.....               | 35 |
| IV.4.2. Caractérisation. ....             | 35 |
| IV.4.3. Habitat.....                      | 36 |
| IV.4.4. Physiopathologie.....             | 36 |
| IV.4.5. Mode de contamination.....        | 37 |
| IV.5. <i>Streptococcus sp</i> .....       | 38 |
| IV.5.1. Classification.....               | 38 |
| IV.5.2. Caractérisation. ....             | 38 |
| IV.5.3. Habitat.....                      | 38 |
| IV.5.4. Physiopathologie.....             | 38 |
| IV.5.5 Mode de contamination.....         | 39 |
| IV.6. <i>Candida albicans</i> .....       | 39 |
| IV.6.1. Classification.....               | 39 |
| IV.6.2. Caractérisation. ....             | 40 |
| IV.6.3. Habitat.....                      | 40 |

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| IV.6.4. Physiopathologie.....       | 41 |
| IV.6.5.. Mode de contamination..... | 41 |

## **PARTIE II : ETUDE EXPERIMENTALE.**

|                                                                             |           |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Matériel et méthodes .....</b>                                           | <b>42</b> |
| -Présentation du lieu de l'étude expérimentale. ....                        | 42        |
| <b>Matériel .....</b>                                                       | <b>42</b> |
| 1. Matériel végétale .....                                                  | 42        |
| 2. Matériel biologique .....                                                | 42        |
| 2.1. Souches bactériennes .....                                             | 42        |
| 2.2. Souche fongique.....                                                   | 42        |
| 3. Matériel non biologique .....                                            | 43        |
| 3.1. Matériel utilisé dans l'évaluation de l'activité antimicrobienne. .... | 43        |
| <b>Méthodes :.....</b>                                                      | <b>43</b> |
| 1. Préparation de l'extrait.....                                            | 43        |
| 2. Evaluation de l'activité antimicrobienne. ....                           | 44        |
| 2.1. Repiquage des souches.....                                             | 44        |
| 2.2. Préparation de l'inoculum. ....                                        | 44        |
| 2.3. Ensemencement.....                                                     | 44        |
| 2.4. Dépôt des disques.....                                                 | 44        |
| 2.5. Lecture des résultats.....                                             | 45        |
| 3. Evaluation de l'activité antifongique. ....                              | 45        |
| <b>Résultat et discussion.....</b>                                          | <b>46</b> |
| <b>Conclusion .....</b>                                                     | <b>50</b> |
| <b>Résumé</b>                                                               |           |
| <b>Références bibliographiques</b>                                          |           |

## LISTE DES FIGURES

|                                                                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figure 01 :</b> Feuilles et fleurs de <i>Rosmarinus officinalis</i> L. ....                                       | 8  |
| <b>Figure 02 :</b> Clou de girofle. ....                                                                             | 11 |
| <b>Figure 03 :</b> Fleurs du giroflier et quelques boutons floraux. ....                                             | 12 |
| <b>Figure 04 :</b> Vue rapproché des feuilles de girofle jeunes et matures ....                                      | 12 |
| <b>Figure 05:</b> Inflorescence de <i>Pistacia lentiscus</i> . ....                                                  | 15 |
| <b>Figure 06 :</b> Appareil végétatif du lentisque : écorces, feuilles et fleurs <b>(a)</b> , fruit <b>(b)</b> ..... | 15 |
| <b>Figure 07:</b> Répartition géographique de lentisque dans le monde ....                                           | 16 |
| <b>Figure 08 :</b> Aire de répartition de <i>Pistacia lentiscus</i> L. autour du bassin Méditerranée.....            | 17 |
| <b>Figure 09 :</b> Observation microscopique d' <i>Escherichia coli</i> .....                                        | 28 |
| <b>Figure 10 :</b> Observation microscopique de <i>Pseudomonas aeruginosa</i> . ....                                 | 31 |
| <b>Figure 11 :</b> Observation microscopique d' <i>Acinetobacter</i> ....                                            | 33 |
| <b>Figure 12 :</b> <i>Staphylococcus aureus</i> avec coloration de Gram au grossissement 10x100.....                 | 36 |
| <b>Figure 13 :</b> <i>Candida albicans</i> .....                                                                     | 40 |

## LISTE DES TABLEAUX

| Tableau | Titre                                                            | Page |
|---------|------------------------------------------------------------------|------|
| 1       | Classification d' <i>Escherichia coli</i> .                      | 27   |
| 2       | Nomenclature actuelle du genre <i>Acinetobacter</i> .            | 33   |
| 3       | Bactéries utilisées et les références des souches.               | 42   |
| 4       | Champignon utilisé et sa référence.                              | 43   |
| 5       | Diamètres des zones d'inhibition des extraits des plantes en mm. | 46   |

# Introduction

### Introduction

L'histoire des plantes médicinales est associée à l'évolution des civilisations. Dans toutes les régions du monde, les plantes médicinales sont considérées comme une source majeure des produits utilisés en médecine alternative (Tyler, 1999). Le traitement par les plantes est reconnu pour sa facilité d'utilisation, son efficacité ainsi que ses bienfaits incontestables. Ainsi, on peut se soigner par les plantes, et mettre au service ses propriétés préventives et curatives. D'après l'organisation mondiale de la santé (OMS), près de 65% de la population a recours à la médecine traditionnelle (Nunes *et al*, 2020).

De nos jours, nous comprenons de plus en plus, que les principes actifs sont souvent liés aux composés phénoliques des plantes médicinales, qui sont largement utilisés en thérapeutique, comme des agents préventifs, anti-inflammatoires, antimicrobiens, antiseptiques, diurétiques, mais essentiellement comme des antioxydants pour la lutte contre le stress oxydatif.

L'Algérie possède un patrimoine végétal très riche avec 3000 espèces appartenant à plusieurs familles botaniques, reste peu étudié et très peu explorée sur le plan pharmacologique.

La valorisation des plantes médicinales de la flore nationale sera d'un grand apport pour l'industrie pharmaceutique Algérienne et aura un impact économique certain.

La résistance aux antibiotiques chez les micro-organismes pathogènes est devenue un problème de santé publique de plus en plus important dans le monde. Les composés antimicrobiens issus des plantes sont capables d'inhiber la croissance bactérienne, en agissant sur des cibles cellulaires différentes de celles visées par les antibiotiques actuellement utilisés tels que les pénicillines, macrolides ou tétracyclines. Ils pourraient également présenter une valeur clinique significative dans le traitement des infections aux souches microbiennes résistantes (Abedini, 2013) donc, il est impossible d'éliminer l'utilisation traditionnelle des plantes médicinales malgré le développement des médicaments de synthèse.

Pour notre part, nous avons choisi d'étudier trois plantes médicinales de différentes espèces, *Pistacia lentiscus* est un arbrisseau appartenant à la famille des *Anacardiaceae*, et fait partie des plantes, qui sont riches en composés phénoliques. (Brahmi *et al*, 2020) cette plante est largement utilisée par la population locale dans la médecine traditionnelle à des fins diverses (Boutemine *et al.*, 2018 ; Pachi *et al.* 2020).

Le romarin (*Rosmarinus Officinalis*) une herbe aromatique de la famille des *Labiées*, appréciée pour ses propriétés aromatiques, antioxydantes, antimicrobiennes, antispasmodiques, emménagogues et anti-tumorales, largement utilisée en médecine traditionnelle (Atik Bekkara *et al*, 2007).

Le giroflier (*Syzygium aromaticum*) une plante médicinale utilisée traditionnellement. Sa richesse en métabolites secondaires et plus spécifiquement lui confère plusieurs effets biologiques dont les activités anti-inflammatoires, antimicrobiennes, anticancéreux et antioxydants.

Pour ce faire, notre travail est composé de deux parties. Dans la première partie nous avons commencé par des généralités sur les plantes médicinales et les différentes techniques de préparations. Nous avons réalisé une étude bibliographique sur les plantes médicinales choisis, ainsi sur leurs activités biologiques, ensuite nous avons donné quelques connaissances bibliographiques sur les souches bactériennes et la souche fongique hospitalières utilisées.

La deuxième partie est consacrée à la partie expérimentale, nous avons décrit le matériel et les méthodes utilisées afin de déterminer l'activité antibactérienne et antifongique des extraits obtenus. Puis nous avons présenté les résultats et la discussion relatifs à cette expérimentation menée. Enfin, nous avons terminé par une conclusion.

**PARTIE I**  
**SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE**



**Chapitre I**  
**Généralités sur les**  
**plantes médicinales.**

**I.1.Définition**

Il existe plusieurs définitions pour parler d'une plante médicinale mais, pour faire simple, ce terme désigne une plante ou une partie d'une plante possédant des propriétés médicamenteuses par l'action synergique de ses composés actifs sans avoir des effets nocifs aux doses recommandées. (Merad et Mahiout, 2019).

Les plantes médicinales sont toutes plantes utilisées pour prévenir, soigner ou soulager divers maux. Ce sont des drogues végétales dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses. Environ 35000 espèces sont utilisées dans le monde à des fins médicinales, ce qui constitue le plus large éventail de biodiversité utilisé par les êtres humains. Les plantes médicinales continuent de répondre à un besoin important malgré l'influence croissante du système sanitaire moderne (Zeghad, 2009).

**I.2.Principe actif**

C'est une molécule présentant un intérêt thérapeutique curatif ou préventif pour l'Homme ou l'animal. Le principe actif est contenu dans une drogue végétale ou une préparation à base de drogue végétale (Pelt, 1980).

Le métabolisme d'une plante verte produit un éventail de composés, certains sont dits primaires car nécessaires à la vie de celle-ci et d'autres secondaires, utilisés par la plante comme moyens de protection...etc., et que l'homme utilise dans son arsenal thérapeutique (Merad et Mahiout, 2019).

**I.3. Différentes techniques de préparations des plantes médicinales**

Dans les plantes médicinales, il y a les principes actifs qui soignent. Pour obtenir ces principes actifs, il faut faire des préparations spéciales en fonction des parties de la plante (feuilles, fleurs, racines, écorces) afin de les extraire. Les différentes techniques de préparations sont :

**I.3.1.Décoction**

Pour extraire les principes actifs des racines, de l'écorce, des tiges et de baies, il faut généralement leur faire subir un traitement plus énergétique qu'aux feuilles ou aux fleurs. Une décoction consiste à faire bouillir dans de l'eau les plantes séchées ou fraîches, préalablement coupées en petits morceaux ; puis à filtrer le liquide obtenu (le décocté). On peut la consommer chaude ou froide (Chevallier, 2001).

**I.3.2. Infusion**

Une infusion se fait essentiellement avec les fleurs et feuilles des plantes, en versant de l'eau bouillante sur la plante et en laissant infuser entre 10 et 20 minutes. (Benhamza Louiza, 2008).

**I.3.3. Macération**

La macération est une opération qui consiste à laisser tremper une certaine quantité de plantes sèches ou fraîches dans un liquide (eau, alcool, huile ou même du vin) pendant 12 à 18 heures pour les parties les plus délicates (fleurs et feuilles) et de 18 à 24 heures pour les parties dures, puis laisser à température ambiante. Avant de boire, il faut bien la filtrer. Cette méthode est particulièrement indiquée pour les plantes riches en huiles essentielles et permet de profiter pleinement des vitamines et minéraux qu'elles contiennent (Khetouta, 1987; Sary, 1992).

**I.3.4. Cataplasme**

Le cataplasme consiste à appliquer une plante ou une partie seulement, directement sur la peau ou enveloppée dans un linge pour soigner une inflammation. C'est de faire aussi chauffer la plante fraîche ou sèche, jusqu'à ce qu'elle ramollisse. La plante chaude est alors enveloppée dans un linge fin et appliquée sur la partie malade pendant quelques minutes (Djeroumi et Nacef, 2004).

**I.3.5. Compresse**

La compresse est l'application d'un linge que l'on a trempé dans une décoction de plantes. On l'applique ensuite sur la partie malade.

Les compresses contribuent à soulager les gonflements, les contusions et les douleurs, à calmer les inflammations et maux de tête, et à faire baisser la fièvre (Chevallier, 2001).

**I.3.6. Inhalation**

Les inhalations ont pour effets de décongestionner les fosses nasales et de désinfecter les voies respiratoires. Elles sont utiles contre les catarrhes, les rhumes, la bronchite et quelque fois pour soulager les crises d'asthme. On fait souvent appel à des plantes aromatiques, dont les essences en se mêlant à la vapeur d'eau lui procurent leurs actions balsamique et antiseptique ; la méthode la plus simple est de verser de l'eau bouillante dans un large récipient en verre pyrex ou en émail contenant des plantes aromatiques finement

hachées, ou lorsqu'il s'agit d'huiles essentielles d'y verser quelques gouttes (Baba Aissa, 2000).

### **I.3.7. Bains de bouche et gargarismes :**

Les bains de bouche sont recommandés pour les affections de la bouche et de la gorge, dans cette utilisation on peut employer des herbes antiseptiques pour soigner l'hygiène buccale matin et soir (Aili et *al*, 1999).

### **I.4. Avantages des plantes médicinales :**

Toutefois, malgré les énormes progrès réalisés par la médecine moderne, la phytothérapie offre de multiples avantages. N'oublions pas que de tout temps, à l'exception de ces cent dernières années, les hommes n'ont eu que les plantes pour se soigner, qu'il s'agisse de maladies bénignes, rhume ou toux, ou plus sérieuses, telles que la tuberculose ou la malaria. L'opium, que l'on tire des graines du pavot, contient des alcaloïdes: morphine ou codéine, qui sont de puissants analgésiques largement utilisés dans la médecine moderne.

Aujourd'hui, les traitements à base de plantes reviennent au premier plan, car l'efficacité des médicaments tels que les antibiotiques (considérés comme la solution quasi universelle aux infections graves) décroît. Les bactéries et les virus se sont peu à peu adaptés aux médicaments et leur résistent de plus en plus. C'est pourquoi on utilise à nouveau l'absinthe chinoise (*Artemisia annua*) et surtout son principe actif pour soigner la malaria lorsque les protozoaires responsables de la maladie résistent aux médicaments. La phytothérapie, qui propose des remèdes naturels et bien acceptés par l'organisme, est souvent associée aux traitements classiques. Elle connaît de nos jours un renouveau exceptionnel en Occident, spécialement dans le traitement des maladies chroniques, comme l'asthme ou l'arthrite. De plus, les effets secondaires induits par les médicaments inquiètent les utilisateurs, qui se tournent vers des soins moins agressifs pour l'organisme, on estime que 10 à 20% des hospitalisations sont dues aux effets secondaires des médicaments chimiques (Chevallier, 2001).

Les plantes médicinales sont importantes pour la recherche pharmacologique et l'élaboration des médicaments, non seulement lorsque les constitutions des plantes sont utilisées directement comme agent thérapeutique, mais aussi comme matière première pour la synthèse de médicaments ou comme modèle pour les composés pharmacologiquement actifs (Ameenah, 2006).

Les plantes médicinales demeurent encore une source de soins médicaux dans les pays en voie de développement en l'absence d'un système médical moderne (Salhi et *al*, 2010).

**Chapitre II**  
**Description de quelque plantes**  
**médicinales**

**II.1. *Rosmarinus officinalis*****II.1.1. Classification systématique**

**Règne :** Plantae

**Embranchement :** Spermaphytes

**Sous embranchement :** Angiospermes

**Classe :** Dicotylédones

**Ordre:** Lamiales (labiales)

**Sous ordre :** Lamiales

**Familles :** *Lamiaceae*

**Genre :** *Rosmarinus*

**Espèce :** *Rosmarinus officinalis*

(Quezel et Santa, 1963).

**II.1.2. Description botanique**

Arbrisseau méditerranéen fortement ramifié, aux feuilles rigides, effilées comme des aiguilles et toujours vertes, le romarin se distingue par de très jolies fleurs bleutées-parfois presque blanches- quasiment épanouies toutes l'année. Très bonne plante mellifère, qui se reconnaît de loin à sa forte odeur, le romarin est consommé depuis l'antiquité pour ses qualités aromatiques et médicinales.

Ce sont les feuilles de la plante qui présentent un intérêt à la fois culinaire, thérapeutique et économique ; elles servent en effet de condiment en cuisine, tout comme elles sont exploitées en pharmacie et en parfumerie pour leur huile volatile (Djeroumi et Nacef, 2012).

**\* Feuilles**

Les feuilles sont généralement coriacées, persistantes, sessiles, linéaires, levées, vertes, ponctuées et rugueuses sur la page supérieure, blanches et tomenteuses sur la page inférieure d'extrémité révolutée (Mértola, 2018). La structure de la feuille est adaptée à la sécheresse par sa cuticule épaisse sur la face supérieure et sa forme à bords enroulés vers l'intérieur.

L'épiderme inférieur est peu cuisinée, et riche en stomates. La présence de poils testeurs sur la face inférieure limite la perte d'eau par évaporation. La feuille possède des poils sécréteurs glanduleux sur les 2 épidermes. Un hypoderme est présent sous l'épiderme supérieur. La nervure médiane est saillante sur la face inférieure (Hoeftler, 1994).

### **\*Fleurs**

Les fleurs sont réunies au sommet des rameaux, bleues pâles à blanchâtres pratiquement sessiles, disposées en petites grappes axillaires et terminales. Elles sont bractées tomenteuses lancéolées. (Rameau *et al.* 2008). (Figure 2).



**Figure 1** : Feuilles et fleurs de *Rosmarinus officinalis* L. (Bousbia, 2011)

### **\*Fruits**

Le fruit est un tétrakène brun foncé, lisse et globuleux de 2 à 3 mm de long (Teuscher *et al.* 2005).

### **\*Racines**

Elles possèdent un système racinaire dense et profond ce qui lui permet de puiser l'eau en profondeur pendant les épisodes de sécheresse (Comas *et al.* 2013 ; Zwicke *et al.* 2015).

### **\*Tige**

Le romarin possède des tiges ligneuses très ramifiées, pubescentes chez les troncs jeunes. (Mértola, 2018). Les tiges sont sub-cylindriques avec quatre bosses peu marquées, remplies de collenchyme qui apparaît sous un épiderme net, munies d'une épaisse cuticule

jaune verdâtre et de nombreux poils. Un peu plus en profondeur des îlots de sclérenchyme constituent les fibres péricycliques (Hoefler, 1994).

### **II.1.3. Répartition géographique**

Le romarin spontané qui pousse sur le bassin méditerranéen, est souvent cultivé dans les jardins comme clôture, très exigeant en lumière et en chaleur, et résistant à la sécheresse. Le romarin est une plante des coteaux arides, garrigues et lieux rocheux de la région méditerranéenne et même un peu plus au sud jusqu'aux confins sahariens (Boullard, 2001). À l'état sauvage il se trouve sur des sols calcaires (Escuder, 2007).

### **II.1.4. Usage traditionnel**

Selon l'organisation mondiale de santé, environ 70-80% de la population mondiale dépend pour les premiers soins de la médecine non conventionnelle (Souza *et al.* 2008).

Ainsi, les plantes médicinales sont devenues, en peu de temps, le secteur de l'industrie pharmaceutique connaissant la plus forte croissance annuelle (15-20%) (Small et catling, 2000).

Selon le dosage, le romarin est stimulant ou un calmant mais c'est surtout un remède diurétique, cholagogue et un stimulant digestif ; il est également employé contre les coliques néphrétiques, les vers et les rhumatismes. En usage externe, il combat les règles irrégulières, les pertes blanches, accélère la cicatrisation, guérit les entorses, les foulures et les contusions. En gargarismes, il soigne les affections de la bouche (Djeroumi et Nacef, 2012).

Le romarin, en usage local, a deux indications : il est traditionnellement utilisé en cas de rhume, de nez bouché et en bain de bouche pour l'hygiène buccale (Wichtl *et al.* 2003; Bruneton, 2009).

### **II.1.5. Usage moderne**

#### **➤ Industrie agro-alimentaire**

Le romarin est une bonne source naturelle de composés antioxydants. Il est largement utilisé dans l'industrie alimentaire pour prévenir une éventuelle dégradation oxydative et microbienne des aliments (Martini, 2011). Les feuilles et les extraits de *Rosmarinus officinalis*



ainsi que l'acide rosmarinique, l'acide carnosolique, le rosmanol et le carnosol sont utilisés dans l'industrie agroalimentaire.

En effet, ils servent d'antioxydant et de conservateur dans les charcuteries, les viandes et les produits alimentaires riches en graisses (Arvy et Gallouin, 2003 ; Wichtl et Anton, 2003;Anton et Lobstein, 2005).

➤ **Usages culinaires**

Le romarin, grâce à ses propriétés apéritives et digestives, est aussi utilisé en tant qu'épice. En effet, son parfum résineux rappelant le pin, sa saveur un peu amère mais très aromatique sont très appréciés. S'il est employé en grande quantité, son goût puissant peut dissimuler celui des autres ingrédients (Collectif, 2010 ; Faucon, 2012).

➤ **Usages cosmétiques**

Selon Martini (2011), le romarin rentre dans la composition de parfums surtout masculins, les eaux de Cologne, ainsi que dans la formulation des pommades dermiques. Grâce à la capacité de stimulation des terminaisons nerveuses cutanées, l'encensier est employé comme tonique dans des bains moussants, et comme liniment pour muscles fatigués à une dose de 1 à 2%. Rose marine a des propriétés dermo-purifiantes qui permettent son utilisation dans la préparation de déodorants, lotions et shampooing. L'huile essentielle du romarin est notamment utilisée dans les huiles corporelles et également pour parfumer les produits d'hygiène tels que les dentifrices, les savons... (Faucon, 2012).

Les extraits de *Rosmarinus officinalis* sont régénérateurs, astringents et protecteurs solaires ; ils ont des propriétés antiseptiques et antioxydantes (Boisvert et Aucante, 2011).

➤ **Usage vétérinaire**

L'huile essentielle du romarin est ajoutée à l'eau de rinçage de l'animal pour le protéger des puces. Un désinfectant à base de romarin peut être aussi vaporisé sur l'animal, après le bain, pour atteindre le même intérêt (Collectif, 2010).

➤ **Usages phytosanitaires**

Le romarin synthétise des polyphénols et des terpènes toxiques pour un grand nombre d'insectes. Son huile essentiel est répulsive et antiappétente pour les insectes phytophages

(Regnault- Roger *et al.* 2008). Les lamiacées dont l'encensier ont le plus grand effet protecteur sur les graines des légumineuses à la fois en inhibant la reproduction de l'insecte et en provoquant sa mort. Leurs huiles essentielles ont une action ovicide et larvicide, une toxicité inhalatoire sur les adultes et une activité anti-nutritionnelle pour les larves intra-cotyédoniennes (Regnault-Roger *et al.* 2008).

## II.2. *Syzygium aromaticum*

### II.2.1. Classification systématique

**Règne :** plantae

**Classe :** Angiosperme

**Sous-classe :** Tiporées

**Ordre :** Myrtales

**Famille :** *Myrtaceae*

**Genre :** *Syzygium*

**Espèce:** *Syzygium aromaticum* (Sophie B., 2015).



**Figure 2 :** Clou de girofle. (Koroch, 2007)

### II.2.2. Description botanique

Le clou de girofle provient d'une plante appelée giroflier (*Syzygium aromaticum*). Chaque bouton floral de cette plante est un clou de girofle (Barbelet, 2015)

Le giroflier est un grand arbre au tronc gris clair de 12 à 15 mètres de hauteur pouvant atteindre jusqu'à 20 mètres de haut. Il présente un port érigé et pyramidal son feuillage est aromatique, coriace, persistant vert sombre et vernissé au revers plus clair. Ses feuilles sont opposées, entières, elliptiques, d'environ 10-12 cm à nervure médian marquée et parsemées de glandes sur le revers.

Les fleurs sont disposées en cymes terminales de 25 fleurs environ, formant 3 fourches. Elle se présente sous la forme d'un long pédoncule, petite fleur à l'extrémité des rameaux, à 4 pétales (blanc-rosé) pompon Duveteux d'étamines blanches saillantes, les fleurs à 4 pétales blanc rosé sont caractérisées par leurs sépales rouges persistants (Davet et Rouxel., 1997) (figure 04).



**Figure 3 :** Fleurs du giroflier et quelques boutons floraux. (Bruneton, 1999).

Ses feuilles persistantes (Alma et al. 2007), de 8 à 10 cm de long, sont fixes, inversées, pelées, ovales et rectangulaires, avec une surface supérieure vert rougeâtre, et une face vert sombre, entrecoupée légèrement (Goetz & Ghedira, 2012). Ils sont aromatiques et produisent un fort arôme de clou de girofle lorsqu'ils sont froissés (figure 05).



**Figure 4 :** Vue rapproché des feuilles de girofle jeunes et matures (Mohammed et al. 2015).

### II.2.3. Répartition géographique

Originaire de Madagascar, la Réunion, les Antilles, le giroflier est également cultivé en Indonésie et en Tanzanie. Les clous de girofle américains sont réputés être de qualité inférieure à cause de leur plus faible teneur en huile essentielle (Alice, 2011).

Les clous de girofle sont originaires de l'Indonésie et se trouvent surtout dans le nord et le centre de Maluka (Moluques) et Papua Barat (Irian Jaya) (Bhowmik *et al.* 2012). Et

maintenant largement cultivé au Brésil, en Haïti, au Kenya, en Malaisie, à Maurice, au Mexique, aux Seychelles (Lim, 2014). En particulier en Zanzibar, à Madagascar, aux Philippines, en Inde, au Sri Lanka, en Tanzanie (Charles, 2013).

#### II.2.4. Usage traditionnel

*Syzygium aromaticum* est un anesthésiant local, notamment pour les douleurs dentaires. Il soulage les douleurs musculaires, les rhumatismes et il a des propriétés anti-inflammatoires, redonne de l'énergie et permet de lutter contre la fatigue. C'est également un antidépresseur. Le clou de girofle est connu dans les écrits ayurvédiques, où il est utilisé contre les douleurs, la sciatique, les problèmes rhumatologiques, comme antibactérien et antifongique et anesthésiant local dans le soin des plaies et dans les odontalgies (Barbele, 2015).

Traditionnellement, les clous de girofle étaient utilisés pour le traitement des maux de dents, de la bouche, de la gorge, de l'inflammation de la muqueuse buccale et de la mauvaise haleine. En usage externe contre le rhumatisme, les myalgies (douleurs musculaires), la sciatique est un anesthésiant local dans les soins des plaies. Par voie orale, les clous de girofle sont utilisés dans le traitement des troubles digestifs: ballonnement épigastrique, lenteur à la digestion. (Ouraini *et al*, 2005).

#### II.2.5. Usage moderne

##### ➤ Domaines médicinale

Les boutons floraux du giroflier possèdent des propriétés antiseptiques et anesthésiques qui sont reconnues depuis très longtemps et proposées dans les douleurs dentaires. Il entre dans la composition du khôl, primitivement onguent ophtalmique. Le clou de girofle est un anti-inflammatoire et antibactérien, il est utile pour lutter contre beaucoup d'infections urinaires, digestives et cutanées. (Chagra, 2019).

##### ➤ Domaines culinaires

En cuisine, il est présent dans le pain d'épices, les biscuits en mélange avec la cannelle, le pot-au-feu, les marinades, la choucroute et il est indispensable à la plupart des currys, comme il est utilisé en infusion avec le thé. (Chagra, 2019).

##### ➤ Domaine de cosmétique

Il sert de parfum d'ambiance sous forme de « pomme d'ambre » que l'on fabrique en piquant toute la surface d'une orange de clous de girofle odeur de clou de girofle, comme l'eugénol, qui est un phénol. (Chagra, 2019).

### II.3. *Pistacia lentiscus*

#### II.3.1. Classification systématique

La classification botanique de cette espèce est donnée comme suite :

**Règne :** Plantae, (végétal)

**Sous-règne :** Tracheobionta

**Embranchement :** Spermaphyte

**Sous-embranchement :** Angiosperme

**Division :** *Magnoliophyta*.

**Classe :** *Magnoliopsida*

**Sous-classe :** Rosidae

**Ordre :** Sapindales

**Famille :** *Anacardiaceae*

**Genre :** *Pistacia*

**Espèce :** *Pistacia lentiscus* L. (Boukeloua, 2009).

#### II.3.2. Description botanique

Arbuste ou arbrisseau dioïque, vivace (Iserin, 2001) et aromatique à croissance lente (Tassin, 2012), peut atteindre de 1 à 3 mètres de hauteur (Rameau et *al.* 2008), dégage une odeur résineuse très prononcée (Ait Youssef, 2006) dont l'écorce est d'un brun rougeâtre et devient avec l'âge rugueuse et écailleuse (Mathieu, 1860).

Cet arbuste peut atteindre de 4 à 6 m de haut sur 1 à 1m 80 de circonférence, sa souche est très volumineuse et émet de nombreuses et fortes racines longuement traçantes et repoussent vigoureusement, le bois qui est veiné, à l'aubier blanc ou blanc grisâtre, le cœur rougeâtre et même brun jaunâtre ou verdâtre, les vaisseaux du bord interne sont rares et à peine plus gros que les autres et la zone qu'ils forment se distingue difficilement (Mathieu, 1860).

*Pistacia lentiscus* est caractérisée par :

- \* **Racines :** longues racines pivotantes qui pénètrent profondément dans le sol afin d'y puiser l'eau nécessaire à la plante, ce qui permet sa croissance tout en gardant son feuillage vert foncé même durant la sécheresse (Quesel et Medail, 2003).
- \* **Ecorce:** Rougeâtre sur les jeunes branches et vire au gris avec le temps (More et White, 2005) (figure 07).

- \* **Feuilles** : possèdent un pétiole étroitement ailé ; elles sont persistantes en hiver, coriaces, luisantes, longues de 2 à 4 cm sur 8 à 15 mm de large, de couleur vert sombre brillant sur la face supérieure. Elles sont composées d'un nombre pair de folioles (4 à 5 paires), disposées comme les barbes d'une plume autour de l'axe central (feuilles dite «paripennées»). (Ait Youssef, 2006).
- \* **Inflorescence** : est en grappe, spiciformes, denses et courtes (Rameauet *al.* 2008) (figure 06).



**Figure 5:** Inflorescence de *Pistacia lentiscus*. (Rameauet *al.* 2008)

- \* **Fleurs** : dioïques, unisexuées, apétales ; de 3mm de large environ ; calice à 5 sépales chez les fleurs mâles et 3 ou 4 chez les fleurs femelles ; fleurs femelles verdâtres ; fleurs mâles à anthère rouge foncé (Annie et Perrier, 2014) (figure 07).
- \* **Fruit** : du pistachier est une drupe de forme ovoïde, apiculée au sommet, presque sèche, d'abord rouge, puis noir à maturité (Ait Youssef, 2006) (figure 07).
- \* **Mastic** : si l'on incise le tronc de ce végétal, il s'en écoule un suc résineux nommé mastic qui, une fois distillé, fournit une essence employée en parfumerie (Belfadel, 2009).

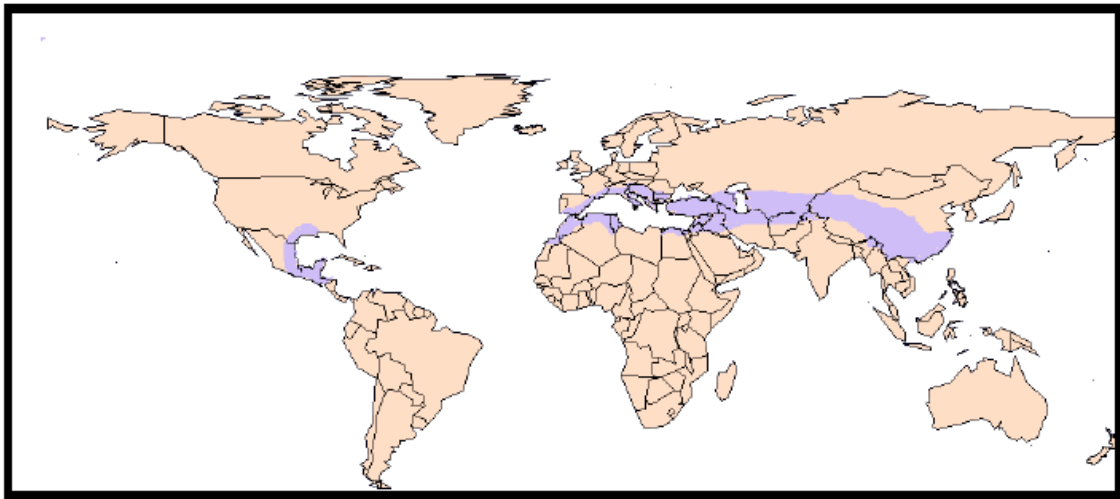


**Figure 6** : Appareil végétatif du lentisque : écorces, feuilles et fleurs (a), fruit (b).



### II.3.3. Répartition géographique

*Pistacia lentiscus* est un arbrisseau que l'on trouve couramment en sites arides Asie et région méditerranéenne de l'Europe et d'Afrique, jusqu'aux Canaries (Belfadel, 2009). Elle est largement distribuée dans les écosystèmes extrêmes du bassin méditerranéen, notamment dans les régions ensoleillées à basse altitude (Garnier et *al.*, 1961; Baba-Aissa, 1999; Palacio et *al.*, 2005; Abdelwahed et *al.*, 2007; Bhouri et *al.* 2010). Cette espèce pousse à l'état sauvage dans la garrigue et sur les sols en friche. On le retrouve sur tout type de sol, dans l'Algérie subhumide et semi-aride plus précisément dans le bassin du Soummam en association avec le pin d'Alep, le Chenevert et le chêne liège (Belfadel, 2009) (figure 08).



**Figure 7:** Répartition géographique de lentisque dans le monde (Belfadel, 2009).

En France, le pistachier lentisque occupe la zone méditerranéenne au niveau de littoral, et quelques vallons chauds. Il est très répandu en Corse, avec l'olivier sauvage, le myrte et la salsepareille (Polese, 2010). On le rencontre aussi au Portugal (Alyafi, 1979).

En Algérie, on le retrouve sur tout type de sols, subhumide et semi-aride (Saadoun, 2002), plus précisément dans le bassin du Soummam en association avec le pin d'Alep, le chêne vert et le chêne liège (Belhadj, 2000). Présente dans le bassin méditerranéen, il se trouve à l'état sauvage, dans les maquis, et les garrigues dans tout type de sols, bien qu'il préfère les terrains siliceux (Polesse, 2010).

Il occupe l'étage thermo-méditerranéen. Sa limite méridionale se situe aux environs de Saida, sa présence au sud de l'Atlas saharien n'est pas signalée (Ait Said, 2011) (figure 09).



**Figure 8 :** Aire de répartition de *Pistacia lentiscus* L. autour du bassin Méditerranéen (Seigue, 1985).

#### II.3.4. Usage traditionnel

Le pistachier lentisque est très utilisé dans divers domaines :

La racine est employée sous forme de décocté, cette dernière est conseillée pour le traitement de l'asthme, elle est utilisée aussi en bain de bouche pour soigner les algies dentaires et les gingivites, comme cicatrisant et comme antirhumatismal (Ait Youssef, 2006). Les feuilles sont diurétiques et emménagogues (Boullard, 2001) ; elles sont utilisées pour teindre en noir la laine des tapis et pour tanner les peaux (Rameau et *al.* 2008). La poudre ou décoction de feuilles est utilisée pour guérir les troubles gastro-intestinaux (Boullard, 2001).

Les fruits non comestibles fournissent une huile claire pouvant servir à l'éclairage (Rameau et *al.* 2008) et servant de liniment en cas de douleurs dorsales (Boullard, 2001). Ils sont consommés pour apaiser le pyrosis (Ait Youssef, 2006).

Le bois dur est utilisé en menuiserie ou en ébénisterie, bois blanc, jaune ou rosé, c'est un excellent bois de chauffage qui est aussi utilisé pour fabriquer les cure-dents (Rameau et *al.* 2008), les cendres du bois sont employées comme savon (Ait Youssef, 2006).

La résine, connue sous le nom de « mastic » (Mathieu, 1860) est recueillie par incision du tronc et des branches (Bardeau, 2009). Elle est connue pour ses vertus calmantes et emménagogues, astringentes, carminatives, diurétiques, toniques (Boullard, 2001). La résine était utilisée comme « chewing-gum » pour rafraîchir l'haleine, fortifier les gencives et apporter un bien être digestif bien avant que l'on découvre ses propriétés bactéricides et bactériostatiques (Bardeau, 2009), aussi pour préparer les ciments employés en art dentaire, ainsi que certains vernis. En Orient, on le brûle comme encens (Brosse, 2005). En Egypte, on l'utilisée pour embaumer les morts (Iserin, 2001).



### II.3.5. Usage moderne

- **Alimentaire** : le lentisque produit une oléorésine appelée mastic (gomme), consommée dans les traditions comme chewing-gum, additif alimentaire (Dogan et *al.* 2003). Dans plusieurs pays d'Orient et d'Afrique du Nord, on la mélange à de la farine et à de la pâte d'amandes pour faire une sorte de beurre considéré comme aphrodisiaque qui est dilué dans le thé (Rivera-Núñez et Obón De Castro, 1991).
- **Cosmétique** : fabrication de parfum, adhésif dentaire (Dogan et *al.* 2003).
  - **Industriel** : pour l'éclairage (Bonnier et Douin, 1934), préparation des savons
  - **Vétérinaire** : *Pistacia lentiscus* est une plante utilisée, aussi bien en médecine traditionnelle humaine que vétérinaire, sa consommation par les moutons et chèvres diminue le risque des infections par les larves contagieuses (Rogosic et *al.* 2008; Landau et *al.* 2010), à cet effet, l'huile du fruit qui est riche en acides gras insaturés est utilisée comme constituant des aliments du bétail (Charef et *al.* 2008).

**Chapitre III**  
**Aperçu sur les activités**  
**biologiques**

### III.1. *Rosmarinus officinalis*

*Rosmarinus officinalis* fait l'objet de plusieurs études dans divers domaines, compte tenu des différentes propriétés biologiques attribuées à ses substances bioactives.

#### III.1.1. Activité antifongique

Les mycotoxines sont des métabolites secondaires produits par des champignons filamenteux spécifiques qui contaminent les produits agricoles ou les denrées alimentaires.

Ils sont toxiques pour les humains et les animaux, provoquent des réductions significatives du rendement des cultures et causent des pertes économiques. Les aflatoxines entraînent des dommages sur le foie chez l'Homme et chez la plupart des espèces animales expérimentales testées. L'AFB1 (aflatoxine B1) est un métabolite très hautement toxique et cancérigène, produit par différentes espèces d'*Aspergillus* dans des denrées alimentaires et des produits agricoles.

Dans ce contexte, l'activité des HE de *Rosmarinus officinalis* L a été étudiée sur la croissance d'*Aspergillus parasiticus* et la production d'aflatoxine. L'activité du Romarin est due au bornéol et aux autres composés phénoliques (camphre, 1,8-cinéole,  $\alpha$ -pinène, camphène, verbénone et acétate de bornyle) présents dans la fraction terpénique. Les auteurs concluent que les HE pourraient être utilisés comme agents de conservation de certains types d'aliments pour prévenir le développement d'espèces fongiques toxigènes. (Rasooli *et al.* 2008).

Les levures du genre *Candida* sont des espèces opportunistes pouvant devenir pathogènes chez les patients fragilisés, comme par exemple les patients immunodéprimés. Les infections à *Candida* ont augmenté ces dernières années et sont devenues des causes de mortalité. *Candida albicans* est l'espèce la plus répandue.

Dans le cadre de lutte contre ce pathogène, plusieurs études ont été réalisées parmi celle-ci nous citons celle qui a pour objectif de tester l'activité antifongique des huiles essentielles sur *Candida*. L'huile essentielle de romarin montre des CMI (concentrations minimales inhibitrices) inférieures à celles du bifonazole (antimycosique à large spectre) surtout contre *Candida albicans* indiquant un effet antifongique significatif (Bozin *et al.* 2008).

#### III.1.2. Activité antivirale

Le VRS (Virus Respiratoire Syncytial) humain, un virus à ARN, est une cause majeure d'infections sévères des voies aériennes inférieures chez les nourrissons et les enfants. A ce jour, aucun vaccin ou agent thérapeutique efficace n'a été développé.

Parmi les constituants actifs de *R. officinalis* testés dans cette étude, c'est l'acide carnosique qui montre la plus grande activité anti-VRS et il est efficace contre les deux types du virus : A et B. De plus, l'acide carnosique inhibe l'activité d'une protéase du VIH (Virus de l'Immunodéficience Humaine). L'acide carnosique supprime efficacement la réplication du VRS de manière dose-dépendante et l'expression des gènes viraux sans induire la production d'interféron de type I (responsable de la réponse immune antivirale contre VRS, avec les interférons de type III) ou affecter la viabilité cellulaire. (Shin *et al.* 2013).

L'évaluation de l'activité antivirale de l'extrait du Romarin a indiqué qu'il y a une inhibition de l'infection par le virus de l'immunodéficience humaine (HIV) à la concentration très basse. Cependant, le carnosol a montré une activité (anti-HIV) à une concentration modérée qui n'était pas cytotoxique (Benikhlef, 2014)

### III.1.3. Activité anti-oxydante

Plusieurs auteurs ont étudié l'utilisation des extraits du Romarin comme antioxydant pour conserver les produits à base de viande (Benikhlef, 2014).

Les dommages cellulaires médiés par le stress oxydatif et par les espèces réactives de l'oxygène ont été impliqués dans le développement de diverses maladies chroniques humaines telles que la maladie de Crohn, les maladies cardiovasculaires, certains cancers et certaines maladies neurodégénératives. Au niveau cellulaire, les cellules soumises à un stress oxydatif peuvent entraîner un dysfonctionnement métabolique grave, notamment une peroxydation lipidique, une oxydation des protéines, une rupture des membranes et des lésions de l'ADN.

La famille des Lamiacées contient des quantités substantielles de composés phénoliques (y compris l'acide rosmarinique et l'acide caféique) qui peuvent protéger les tissus contre les dommages induits par O<sub>2</sub> et donc réduire le risque de maladies chroniques humaines. (Aherne *et al.*, 2017) (Erkan *et al.* 2008).

Environ 90% de l'activité antioxydante de *Rosmarinus officinalis* est principalement attribuée à une teneur élevée en composants non volatils comme l'acide carnosique, le carnosol (diterpènes phénoliques) et l'acide rosmarinique (Bradley, 2006).

### III.1.4. Activité antibactérienne

La survenue de maladies dentaires est directement liée à la capacité des bactéries à former un biofilm complexe sur la surface de la dent, communément appelé plaque dentaire. (Rasooli *et al.* 2008).

La carie est une maladie causée par des bactéries de la plaque dentaire, telles que *Streptococcus mutans* ou *Streptococcus sobrinus*. (Rasooli *et al.* 2008).

La carie dentaire reste la maladie infectieuse orale la plus répandue et la plus coûteuse dans le monde entier. Plusieurs méthodes ont été employées pour prévenir cette maladie dépendante du biofilm, y compris l'utilisation d'huile essentielle. (Almeida *et al.* 2015). Les agents antibactériens sont les moyens les plus courants d'affecter la viabilité des bactéries dans les biofilms. La chlorhexidine est un des biocides les plus largement utilisés dans les produits antiseptiques.

Cependant, la chlorhexidine en bain de bouche présente plusieurs inconvénients. Elle peut provoquer des taches brunes sur les dents et la langue et sur les restaurations. Ces effets indésirables (EI) résultant de l'utilisation régulière ne sont pas couramment observés avec les bains de bouche aux huiles essentielles (HE). (Rasooli *et al.* 2008).

Les HE sont connus pour leur activité antibactérienne. Dans ce contexte, de nombreuses études (Rasooli *et al.*, 2008, Takarada *et al.*, 2004, Bernardes *et al.*, 2010) ont été réalisées sur l'efficacité de l'HE Romarin, seule ou en combinaison, et en comparaison à d'autres HE. Elles ont été synthétisées dans une revue de 2015. (Almeida *et al.* 2015).

Takarada *et al.* (2004). Ont comparé les activités antibactériennes d'HE de plusieurs plantes dont *Rosmarinus officinalis* sur des bactéries orales: à Gram négatives *Porphyromonas gingivalis*, *Actinobacillus actinomycetemcomitans*, *Fusobacterium nucleatum*; streptocoques : *Streptococcus mutans*, *S. sobrinus*. L'HE de *Rosmarinus officinalis* inhibe la croissance des bactéries Gram négatives mais n'inhibe pas la croissance des streptocoques oraux même à une concentration de 1%. L'HE de Romarin présente une activité bactéricide contre les bactéries testées et inhibe l'adhésion de *Streptococcus mutans*. Cela suggère que l'HE supprime la formation de biofilm.

*Helicobacter pylori* (HP) qui est une bactérie Gram négative actuellement reconnue comme l'agent principal associé au développement de la gastrite et de l'ulcère gastroduodéal (UGD). Une étude a évalué la sensibilité *in vitro* de quinze (15) souches de HP vis-à-vis de divers extraits végétaux utilisés traditionnellement dans le traitement des troubles gastrointestinaux.

L'extrait méthanolique de *Rosmarinus officinalis* est parmi les trois extraits les plus actifs sur HP, ceci pourrait expliquer son activité contre l'ulcère gastroduodéal. Son efficacité est en grande partie due à l'acide rosmarinique (Mahady *et al.* 2005).

*Listeria monocytogene* (bacille à Gram positif) est un pathogène d'origine alimentaire, capable de survivre et de croître à des températures de réfrigération. Le risque associé à *Listeria monocytogene* (*L. monocytogene*) a conduit à des études sur le développement de

nouvelles technologies pour contrôler cette contamination. Dans ce contexte, les huiles essentielles (HE) végétales ont suscité un intérêt particulier pour leur potentiel de lutte contre *L. monocytogene* dans ces aliments.

En 2012, De Azerêdo *et al*, ont publié les résultats d'une étude visant à évaluer l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* à des concentrations sub-inhibitrices sur *Listeria monocytogene*. L'huile essentielle de *R. officinalis* a conduit à une diminution significative de la viabilité cellulaire en induisant des changements structuraux (rupture de la membrane cytoplasmique et fuite du matériel intracellulaire). Elle peut donc être rationnellement appliquée pour contrôler le développement de *L. monocytogene* dans les produits alimentaires.

Les staphylocoques sont des bactéries (Gram positif) commensales de l'Homme. *Staphylococcus aureus* est responsable de nombreuses infections nosocomiales et communautaires représentant un problème de santé publique (Oluwatuyi *et al*. 2004).

L'huile essentielle de romarin a démontré un potentiel inhibiteur et bactéricide sur *staphylococcus aureus* et *staphylococcus epidermidis*. Cette activité serait principalement due à la forte concentration en composés monoterpéniques de l'huile (plus de 60%) et en particulier à la présence du 1,8-cinéole (Jardak, 2017).

Les études de Doukkali *et al* (2018) ont montré l'efficacité *in vitro* de l'activité antibactérienne de l'HE extraite de *Rosmarinus officinalis* L contre le développement de *Erwinia amylovora* (Burrill) qui est une bactérie de Gram-négative. En utilisant la méthode d'aromatogramme, l'application des différentes concentrations de l'HE résultent un diamètre de la zone d'inhibition de : 8mm pour 2µl, 12mm pour 6µl et 20mm pour 10 µl.

Les effets des extraits aqueux et méthanoliques du Romarin, sur la croissance du *Streptococcus sobrinus* et sur l'activité extracellulaire de l'enzyme glucosyl transférase ont été étudiés par les résultats ont suggéré que les extraits du romarin peuvent empêcher la lésion de la carie en inhibant la croissance du *Streptococcus sobrinus* et peuvent aussi éliminer les plaques dentaires par suppression de l'activité de la glucosyl transférase.

Afin de chercher de nouveaux antibiotiques et des agents antimicrobiens, une autre étude a été élaborée par examiner les effets antimicrobiens des extraits des composés isolés de certaines plantes, sur l'ensemble de 29 bactéries et levures avec pertinence dermatologiques. L'extrait obtenu par le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) supercritique du romarin, a présenté un large spectre antimicrobien. La croissance de 28 sur 29 germes a été empêchée par cet extrait d'acide carnosique. (Benikhlef, (2014).

### III.2. *Pistacia lentiscus*

Les études expérimentales effectuées sur cette plante ont mis en évidence différentes activités biologiques et pharmacologiques (Al-Said *et al.* 1986; Iauk, 1996; Janakat et Al-Merie, 2002). Les activités biologiques sont dues à la présence de composés photochimiques possédant des cibles moléculaires précises pouvant atteindre différents processus physiologiques (Stangl *et al.* 2007).

#### III.2.1. Activité anti-oxydante

La richesse des différentes parties de *Pistacia lentiscus* en polyphénols et en flavonoïdes lui confère l'activité antioxydante et cela par le piégeage direct des espèces réactives d'oxygène (ERO), l'inhibition des enzymes génératrices d'ERO, la chélation des ions de métaux de transition, responsables de la production des ERO et l'induction de la biosynthèse d'enzymes antioxydants (Halliwell, 1994 ; Atmani *et al.*, 2009; Bozorgi *et al.* 2013).

La reconnaissance des composés phénoliques comme antioxydants naturels est maintenant bien acquise et elle est pour une part à l'origine du regain d'intérêt que l'on porte à ces molécules dans le domaine de la nutrition et de la pharmacologie (Macheix *et al.* 2005). Grâce à leur diversité structurale, les composés phénoliques sont impliqués dans cette activité via plusieurs mécanismes en agissant à différents niveaux des réactions radicalaires par la chélation des métaux, l'effet scavenger, l'inhibition des enzymes génératrices des radicaux libres et l'induction de la synthèse des enzymes antioxydantes (Cotelle *et al.* 1994; Bors *et al.* 1997 ; Gramza et Korczak, 2005; Siddhuraju, 2006).

#### III.2.2. Activité anti-inflammatoire

La présence de flavonoïdes dans les différentes parties de *Pistacia lentiscus* lui confère cette activité anti-inflammatoire. En effet, certains flavonoïdes sont de puissants inhibiteurs de la production des prostaglandines, des molécules pro-inflammatoires très actives. Cet effet serait dû à la réduction du métabolisme de l'acide arachidonique par l'inhibition de la lipooxygénase, de la cyclooxygénase et de la phospholipase A2 (Manthey, 2000; Bozorgi *et al.* 2013).

Les flavonoïdes altèrent la synthèse des éicosanoïdes (médiateurs de l'inflammation). Ils diminuent le rapport leucotriène/protacycline en modifiant l'activité lipoxygénasique (collin et crouzet, 2011).

### III.2.3. Activité antibactérienne

Les extraits végétaux ont un large spectre d'activité. Leur action antibactérienne a largement été démontrée. Il en ressort que les bactéries Gram – sont moins sensibles que les bactéries Gram + car leur membrane externe contient des lipopolysaccharides (LPS), qui créent une barrière contre les macromolécules et les composés hydrophobes (Walsh *et al.* 2003 et Starliper *et al.* 2015).

Ces composés naturels renferment un grand nombre de principes actifs et leur principale cible est la membrane cytoplasmique (Hyldaard *et al.* 2012). Les composés phénoliques (acide gallique, acide digallique et 1, 2, 3, 4, 6- pentagalloylglucose) de *Pistacia lentiscus* sont un moyen de défense contre les micro-organismes.

Le nombre de groupement hydroxyle augmente la toxicité contre les micro-organismes soit par la chélation des ions métallique, soit par des interactions non spécifiques, telles que l'établissement des ponts hydrogènes avec les protéines des parois cellulaires, afin d'inactiver l'adhésion des microorganismes (Cowan, 1999 ; Lin *et al.* 2005).

Les études de Benhammou *et al.* (2008) ;Djenane *et al.* (2011) ont indiqué que la force et le spectre d'activité variaient entre le type de Gram de bactéries cibles et le mode d'extraction de *P. lentiscus*.

Les molécules de l'huile de lentisque possédant le potentiel antibactérien le plus élevé appartiennent aux familles des phénols, des aldéhydes aromatiques et des monoterpénols. Le mécanisme d'action n'est pas entièrement élucidé. Il y a plusieurs mécanismes et sites d'action au niveau de la cellule: Altération des protéines membranaires et de la paroi cellulaire; Dégradation de la membrane cytoplasmique; Fuite du contenu cellulaire Coagulation du cytoplasme ; Fuite de protons, entraînant la chute de la force protomotrice et, donc, de la synthèse d'ATP Les huiles essentielles ont une structure hydrophobe, ce qui va leur permettre d'altérer la structure et la fonctionnalité des couches lipidiques de la membrane cellulaire des bactéries, la rendant perméable. Cela va permettre une fuite du contenu cellulaire et la mort de la bactérie (Laurent, 2012).

Les études montrent aussi que l'huile essentielle des feuilles de *P. lentiscus* a une activité bactériostatique, dont les zones d'inhibition varient de moins de 7 mm dans le cas de



*Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter cloacae*, *Candida tropicalis* et *Torulopsis glabrata* à 10 mm pour *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus epidermidis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli* et *Candida albicans*. Selon la littérature, l'activité antimicrobienne de cette huile essentielle est due probablement aux composés majoritaires tels l'a-pinène ; ceci a été vérifié par certains auteurs. Elle peut être aussi attribuée aux phénols, constituants des huiles essentielles (Benhammou et Atik Bekkara, 2014).

#### III.2.4. Activité anti-tumoral

Parmi les espèces de *Pistacia* mentionnées, *P. lentiscus* est le plus étudié pour l'activité antitumoral. La gomme a inhibé la prolifération et induit l'apoptose des cellules tumorales colorectales humaines in vitro. La résine a exercé l'effet le plus cytotoxique contre la leucémie promyéloctaire parmi 13 types de cellules humaines et a également inhibé l'apoptose naturelle des leucocytes polymorphonucéaires oraux. La gomme a démontré une activité anticancéreuse en retardant la croissance des tumeurs colorectales développées à partir de cellules cancéreuses du colon humain xénotransplantées chez la souris. Elle a également augmenté l'expression de maspin (un inhibiteur de la sérine protéase mammaire avec une activité suppressive de tumeur pour les cancers de la prostate) dans les cellules cancéreuses de la prostate et inhibé la prolifération cellulaire et bloqué la progression du cycle cellulaire (Hem et al. 2007).

La présence des flavonoïdes et autres phénols dans l'huile de lentisque peuvent jouer un rôle préventif dans le développement du cancer. Ils interviennent dans l'étape d'initiation comme pièges des mutagènes électrophiles ou en stimulant la réparation de l'ADN endommagé. Durant les étapes de promotion et de progression, ils agissent comme des agents suppresseurs de tumeurs par différents mécanismes comme l'induction de l'apoptose et l'inhibition de la prolifération cellulaire (Bensaci et Hadj Mokhnache, 2015).

#### IV.3. *Syzygium aromaticum*

Le clou de girofle possède plusieurs propriétés on note :

##### III.3.1. Activité antifongique

L'huile essentielle de clou de girofle possède une puissante activité antifongique contre les pathogènes fongiques opportunistes, comme le *Candida albicans*, le *Cryptococcus*

néoformés ou l'*Aspergillus fumigatus*. Elle a été particulièrement efficace sur un modèle expérimental de vaginite murine sur un modèle animal. (Goetz *et al*, 2010).

### III.3.2. Activité anti-inflammatoire

Le clou de girofle provoque une réduction de l'inflammation (induite par injection de carragénine au niveau de la patte du rat), inhibition des prostaglandines, leucotriène, du chimiotactisme des leucocytes ainsi une inhibition de la synthèse des radicaux libres par les leucocytes. (Goetz *et al*, 2010).

### III.3.3. Activité antivirale

L'huile essentielle de *S.aromaticum* a un effet inhibiteur sur : herps simplex virus, elle exerce aussi des effets sur les virus plusieurs niveaux : sur la fusion des cellules virales, anti-HCV protéase dans le traitement de l'hépatite virale, inhibition de la synthèse de l'ADN viral. (Goetz *et al*, 2010).

### III.3.4. Activité antibactérienne

Le girofle est composé de plus de 15% d'huile essentielle et de 70 à 90% d'eugénol, composé antibactérien, antiseptique et antifongique. Il y a, également, entre 9 et 15% d'acétate d'eugénol, qui possède également des propriétés antibactériennes (Rakotoatimanana B.V. *et al*. 1999).

Singh *et al*, 2009 ont étudié l'effet d'eugénol sur la croissance des bactéries Gram-positives (*Bacillus cereus* ; *B. subtilis* ; *Staphylococcus aureus*) et Gram négatif (*Escherichia coli* ; *Salmonella typhi* ; Les bactéries *Pseudomonas aeruginosa*) utilisant l'agar bien la méthode de diffusion.

# **Chapitre IV**

## **Généralités sur les souches testées.**

#### IV.1. *Escherichia coli*

##### IV.1.1. Classification

L'espèce *Escherichia coli* fait partie de la famille des *Enterobacteriaceae*. Elle a été caractérisée sur les plans phénotypique, biochimique et physiologique. Aujourd'hui, ce sont des techniques basées sur l'utilisation de l'ADN qui permettent une étude génétique des populations et la caractérisation des différentes souches d'*Escherichia coli* (Boulhbal, 2009) (tableau 01).

**Tableau 01** : Classification d'*Escherichia coli* (Boulhbal, 2009).

|                |                           |
|----------------|---------------------------|
| <b>Règne</b>   | Procaryotae               |
| <b>Domaine</b> | Bacteria                  |
| <b>Phylum</b>  | Proteobacteria            |
| <b>Classe</b>  | Gammaproteobacteria       |
| <b>Ordre</b>   | Enterobacteriale          |
| <b>Famille</b> | <i>Enterobacteriaceae</i> |
| <b>Genre</b>   | <i>Escherichia</i>        |
| <b>Espèce</b>  | <i>Escherichia coli</i>   |

##### IV.1.2. Caractérisation

*E. coli* est un bacille de forme cylindrique (bâtonnet) ou coccobacillaire, de 2 à 3µm de longueur et 0,6µm de largeur, à Gram négatif, mobile grâce à une ciliature péritriche, non sporulé, encapsulé. Les colonies développées par cette bactérie ont un aspect bombé, lisse, homogène, ronde à bord régulier et de 2 à 3 mm de diamètre (Joly et Reynaud, 2002 ; Vaish *et al.* 2016).

La recherche des *E.coli* est couramment effectuée dans des circonstances variées. Une culture sur milieu ordinaire est facilement réalisable, compte tenu du fait qu'ils n'ont pas d'exigences particulières pour sa multiplication. Ils sont caractérisés par une croissance rapide à 37°C avec un temps de génération de 20 minutes (Joly et Reynaud, 2002).

*E.coli* a la capacité de fermenter divers sucres (glucose, le lactose, mannitol et saccharose pour certaines souches) avec production d'acide organiques. Lors de la fermentation du glucose, il y a production de gaz. L'un des caractères discriminant d'*E.coli* est la production de l'indole à partir du tryptophane. Il est aéro-anaérobie facultatif, uréase négatif, tryptophane désaminase négatif, ne produit pas d'acétoïne (réaction de Voges-

Proskauer négative) et n'utilise pas le citrate comme source de carbone. Il réduit les nitrates en nitrites, n'a pas d'oxydase mais possède une catalase (Joly et Reynaud, 2002) (figure 10).



**Figure 9 :** Observation microscopique d'*Escherichia coli* (Farmer *et al*, 2007).

#### IV.1.3. Habitat

*Escherichia coli* ou « colibacille » est un organisme commensal naturellement présent dans le tractus intestinal, étant le microbe le plus important de cette région de l'organisme humain. Il représente près de 80% de la flore intestinale aérobie de l'adulte. Elle se retrouve également au niveau de diverses muqueuses chez l'homme et chez les animaux (Wislon *et al*, 2002). Les *Escherichia coli* n'existent pas normalement dans l'eau et le sol. Leur présence est un indicateur de contamination fécale (Pellegrims, 1994).

#### IV.1.4. Physiopathologie

*Escherichia coli* peut provoquer plusieurs infections (Nauciel *et al*, 2007, Breche *et al*, 1988) :

- **Infection urinaire**

*E. coli* est la bactérie le plus souvent en cause dans les infections urinaires communautaires qu'elles soient basses (cystite) ou hautes (pyélonéphrite) l'infection des voies urinaires se fait en général par voie ascendante. Elle est plus fréquente chez la femme en raison de la brièveté de l'urètre. La grossesse augmente le risque de pyélonéphrite. Chez l'homme, l'infection est généralement secondaire à un obstacle sur les voies urinaires. Elle peut se compliquer de prostatite. *E. coli* est souvent impliqué aussi dans les infections urinaires nosocomiales.

- **Infection intestinale**

*E. coli* peut être responsable de gastro-entérite ayant des traductions cliniques variables: diarrhée d'allure banale, diarrhée sanglante, diarrhée cholériforme. Chez le

nourrisson la diarrhée peut entraîner assez rapidement un état de déshydratation. Dans certains cas (surtout chez l'enfant) la diarrhée peut être suivie d'un syndrome hémolytique et urémique.

Les diarrhées dues à *E. coli* sont probablement peu fréquentes dans nos régions actuellement.

Elles sont plus fréquentes dans les pays en voie de développement.

- **Les septicémies méningites néo-natales**

Les nouveau-nés se contaminent la plus part du temps au moment de l'accouchement par passage à travers les voies génitales ou à la suite d'une infection ascendante du liquide amniotique par rupture prématurée des membranes. Si la colonisation des nouveau-nés est fréquente à partir de la flore vaginale, seul 1 % des enfants contaminés avec des souches potentiellement virulentes vont présenter une infection disséminée.

#### **IV.1.5. Mode de contamination**

##### **IV.1.5.1. Transmission alimentaire**

Les produits carnés sont à l'origine d'un grand nombre d'infection à *Escherichia coli*. La viande de bœuf constitue la source majeure de contamination suite principalement à une cuisson insuffisante (Baranyi *et al.* 1995). La viande d'autres animaux de boucherie, ou de volailles a également été mise en cause (Paton *et al.* 2001).

- Le lait et les produits laitiers non pasteurisés ont également été à l'origine d'épidémie. La voie de contamination du lait actuellement retenue est celle de la contamination à partir des matières fécales de bovins lors de la traite. En effet, les conditions de traite et l'environnement dans lequel elle se réalise jouent un rôle prépondérant dans la contamination du lait (Allerberger *et al.* 2001).
- Les fruits et légumes crus (salade, radis, épinards, oignons...) peuvent être directement contaminés par l'eau d'irrigation, à partir du sol contaminé suite à l'épandage d'effluents d'élevages ou via l'activité de la faune du sol (Baranyi *et al.* 1995).

##### **IV.1.5.2. Transmission par le contact direct avec les animaux de ferme et leur environnement**

La transmission d'*Escherichia coli* se fait par un contact direct ou indirect avec des animaux de ferme ou leurs déjections, a été décrite lors de cas sporadiques (O'Brien *et al.*

1982). Par ailleurs, le taux de porteurs sains en *Escherichia coli* est plus élevé dans la population vivant en contact permanent avec les animaux (Evans *et al.* 2000).

#### IV.1.5.3. Transmission inter-humaine

La majorité des cas résulte d'une contamination indirecte mise en évidence chez les personnes en contact avec les malades. De plus, cette transmission est d'autant plus importante lorsque l'hygiène générale est mauvaise et que les contacts sont étroits.

La transmission orofécale est une réelle préoccupation dans les crèches (Sugiyama *et al.* 2005), les centres de soins journaliers et dans les centres psychiatriques. Ce mode de transmission est aussi responsable de l'extension de l'infection au sein des familles et dans les hôpitaux (Bielaszewska *et al.* 1997).

#### IV.1.5.4. Transmission hydrique

Les épidémies d'origine hydrique sont généralement associées à la consommation d'eau de boisson ou à l'ingestion accidentelle d'eau lors de baignades. Entre 1997 et 2004, le système de surveillance des Etats-Unis rapportait que 6% des épidémies d'origine hydrique étaient liées aux EHEC (Dziuban *et al.* 2006).

- La consommation d'eau de puits, d'eau de source privée et d'eau de distribution non traitées a été à l'origine de cas isolés d'infection et d'épidémies à *Escherichia coli*.
- L'ingestion accidentelle d'eau lors de baignades dans un lac, ou dans une autre étendue d'eau naturelle (Jackson *et al.* 1998).

### IV.2. *Pseudomonas aeruginosa*

#### IV.2.1. Classification

Les *Pseudomonas* sont classés selon la hiérarchie suivante (Palleroni, 1984 ; Krieg *et al.* 1984; Holt *et al.* 1994) :

**Règne :** Bacteria

**Embranchement :** Prokaryota

**Division :** Proteobacteria

**Classe :** Gammaproteobacteria

**Ordre :** Pseudomonadales

**Famille :** *Pseudomonadaceae*

**Genre:** *Pseudomonas*

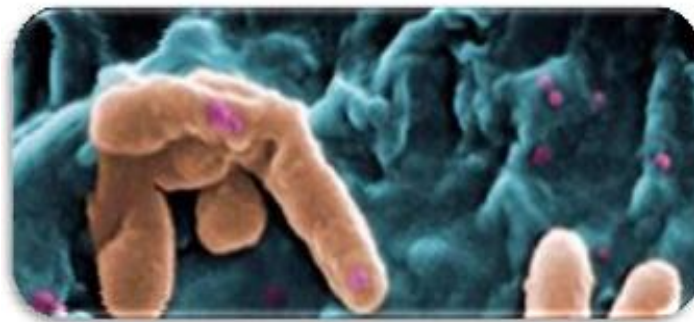
#### IV.2.2. Caractérisation

Les *Pseudomonas* sont des bacilles à Gram négatif, droits ou légèrement incurvés, de 0,5 à 1,0  $\mu\text{m}$  de diamètre sur 1,5 à 5,0  $\mu\text{m}$  (ou plus) de longueur, non sporulés. Ces bactéries sont généralement mobiles grâce à un ou plusieurs flagelles polaires (Garrity, 2005).

La culture de ces bactérie est facile avec ou sans production de pigments, sur des milieux minéraux synthétiques avec une source simple de carbone : acétate, pyruvate et des milieux sélectifs à base de cétrimide que l'on peut additionner d'acide nalidixique.

Les colonies de *P.aeruginosa* sont polymorphes, soit large avec une partie centrale bombée et un contour irrégulier (oeufs sur le plat), soit des petites colonies mates légèrement bombées avec un bord circulaire régulier, des colonies muqueuses bombées, opaques, visqueuses parfois coulantes. (Avril et al. 2000).

*Pseudomonas aeruginosa* dégage une odeur aromatique caractéristique de seringa due à la production d'ortho-amino-acétophénone, intermédiaire du métabolisme du tryptophane et non liée à la production de pigment, il hydrolyse aussi la gélatine et lécithine (Avril et al. 2000). (Figure 11)



**Figure 10 :** Observation microscopique de *Pseudomonas aeruginosa*. (Schachter, 1999).

#### IV.2.3. Habitat

Ces bactéries occupent des niches écologiques variées, mais se retrouvent plus particulièrement dans les milieux humides tels que les eaux douces, les eaux de mer et les eaux thermales. Elles se retrouvent en plus petite quantité dans les eaux riches en matières organiques (en particulier les eaux stagnantes). Elles sont considérées comme une flore commensale chez l'homme ou l'animal. Certaines jouent un rôle pathogène dont *Pseudomonas syringae* chez les plantes et *Pseudomonas aeruginosa* chez l'homme et l'animal (Avril et al. 2000).



#### IV.2.4. Physiopathologie

*Pseudomonas aeruginosa* est un agent pathogène opportuniste qui est important dans l'étiologie de nombreuses maladies infectieuses humaines (Silby *et al.* 2011).

Les infections avec cette bactérie sont souvent accompagnées par un pus bleu, et la bactérie est communément isolée des spécimens cliniques (plaies, brûlures et infections des voies urinaires) (Miyada et Lory, 2003).

Les infections pourront avoir une origine endogène ou exogène.

- **Infection communautaire:** principalement broncho-pneumopathie évoluant sur un mode chronique dans la mucoviscidose et les dilatations de bronches ; otite externe, endophtalmie après traumatisme, infection cutanée dans les ulcères. (Grosjean *et al.* 2011).
- **Infection nosocomiale :** pneumopathie chez les malades sous respirateur, infection ostéarticulaire dur matériel, infection urinaire chez les malades sondés, infection cutanée secondaire à des brûlures, septicémie. (Grosjean *et al.* 2011).

#### IV.2.5. Mode de contamination

Il a été établi que *P. aeruginosa* pouvait survivre dans les microgouttelettes et peut demeurer longtemps en suspension dans des aérosols, d'où le risque de transmission par voie aérienne (Clifton *et al.*, 2010). Une des principales voies de transmission est le contact avec de l'eau contaminée, mais comme la dose orale infectieuse est très élevée, les voies de transmission qui présentent les plus grands risques pour la santé sont l'exposition cutanée (par exemple dans l'eau contaminée des cuves thermales) et l'exposition pulmonaire à des aérosols inhalés qui ont été projetés par des personnes infectées hors de leurs voies respiratoires (Mena *et al.*, 2009).

La bactérie peut souvent pénétrer dans l'organisme par des blessures et des plaies (Kayser *et al.*, 2001). Le recours à des ventilateurs mécaniques contaminés dans les hôpitaux est également une source courante d'infections nosocomiales (Banerjee et Stableforth, 2000).

### IV.3. *Acinetobacter sp*

#### 3.1. Classification

Longtemps considéré comme un représentant de la famille des *Neisseriaceae*, le genre *Acinetobacter* est actuellement inclus dans la famille des *Moraxellaceae* (ordre des *Pseudomonadales* ; classe des *Gammaproteobacteria* ; phylum des *Proteobacteria* ; domaine des *Bacteria*) (tableau 2, ci-dessous) (Fomba, 2006).

**Tableau 02 :** Nomenclature actuelle du genre *Acinetobacter* (Tiry, 2017).

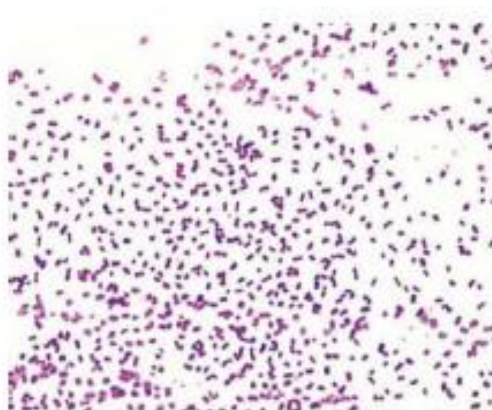
|                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| <b>Règne</b>         | Bacteria             |
| <b>Embranchement</b> | Proteobacteria       |
| <b>Classe</b>        | Gammaproteobacteria  |
| <b>Ordre</b>         | Pseudomonadales      |
| <b>Famille</b>       | <i>Moraxellaceae</i> |
| <b>Genre</b>         | <i>Acinetobacter</i> |

#### IV.3.2. Caractérisation

Les *Acinetobacter* sont définis comme étant des cellules de 1,5 µm de longueur dont la forme varie en fonction de la phase d'évolution de cocciforme à coccobacilles à Gram négatif immobiles, aérobies stricts, ne fermentant pas le glucose avec des réactions d'oxydase négative et catalase positive avec un contenu en guanine+ cytosine de 39% - 47%. Ils possèdent un nitrate réductase mais ne les réduisent pas en milieu complexe (Khaldi, 2016).

Toutes les espèces d'*Acinetobacter* sont strictement aérobies, non fermentants, prototrophes, non fastidieuses, facilement cultivables sur la plupart des milieux ordinaires. (Uwingabiye, 2018).

Les *Acinetobacter* cultivent bien sur milieux usuels à une température optimale de 30-32°C. En 24 heures, les colonies ont un diamètre de 2-3 mm sur gélose ordinaire; elles sont convexes, à bords réguliers, souvent translucides. *A. baumannii* est la seule espèce capable de croître à 44 ou 45°C. Certaines souches d'*Acinetobacter* dégagent lors de la culture une odeur désagréable ; quelques rares souches sont hémolytiques sur gélose au sang. (Flandrois, 1997 ; Avril *et al.* 2000). (Figure 12).

**Figure 11 :** Observation microscopique d'*Acinetobacter* (Hidri, 2012).

#### IV.3.3. Habitat

Les bactéries appartenant au genre *Acinetobacter* sont considérées comme des microorganismes ubiquitaires et peuvent être isolées à partir d'échantillons humains, animaux et environnementaux.

*Acinetobacter* sp fait partie de la flore cutanée normale de l'homme. Certaines études ont montré que le taux de colonisation cutanée par les souches d'*Acinetobacter* sp chez les sujets qui ne sont pas hospitalisés est de 43%, alors qu'il est de 75% chez les patients hospitalisés (Uwingabiye, 2018).

Ce sont des bactéries de l'environnement, capables d'utiliser une grande variété de substrats comme source de carbone, ce qui leur confère un habitat très large. Elles sont retrouvées dans le sol, les eaux et les boues (Berche *et al.* 1988 ; Flandrois, 1997).

Les bactéries du genre *Acinetobacter* sont ubiquitaires et peuvent être trouvées dans la nature au niveau du sol, l'eau et les déchets mais aussi à partir d'animaux, de volaille, viandes fraîches, laits contaminés mais également au niveau d'aliments surgelés. Elles sont également présentes dans la flore cutanée de l'homme, la salive, mais aussi dans le tractus respiratoire (Khaldi, 2016).

#### IV.3.4. Physiopathologie

*Acinetobacter* sp est responsable d'infections urinaires chez les malades sondés et peut être isolé aussi lors de pleurésies, de pneumonies, et dans les crachats et aspirations de malades de réanimation, de conjonctivites, de sinusites, de suppurations cutanées, d'ulcérations intestinales, bactériémie ou une septicémie vraie, de péricardites et de méningites graves chez des malades âgés, fragilisés par une intervention chirurgicale majeure (Avril *et al.* 2000).

#### IV.3.5. Mode de contamination

La transmission de l'*Acinetobacter* est essentiellement manu portée par l'intermédiaire du personnel hospitalier au contact de sujets porteurs. Ainsi, la multiplication des actes de soins et également l'utilisation de dispositifs invasifs sont des facteurs de risque de transmission de cette bactérie. A noter qu'une étude expérimentale avait rapporté que ce germe peut survivre pendant 60 min sur les doigts d'une main (Khaldi, 2016).

#### IV.4. *Staphylococcus aureus*

##### IV.4.1. Classification

Selon la deuxième édition de Bergey's Manuel of Systematic Bacteriology, la classification phylogénétique du genre *Staphylococcus* est la suivante :

**Domaine :** Bacteria

**Phylum :** Firmicutes

**Classe :** Bacilli

**Ordre :** Bacillales

**Famille :** *Staphylococcaceae*

**Genre :** *Staphylococcus*

**Espèce :** *Staphylococcus aureus* (Delarras, 2007).

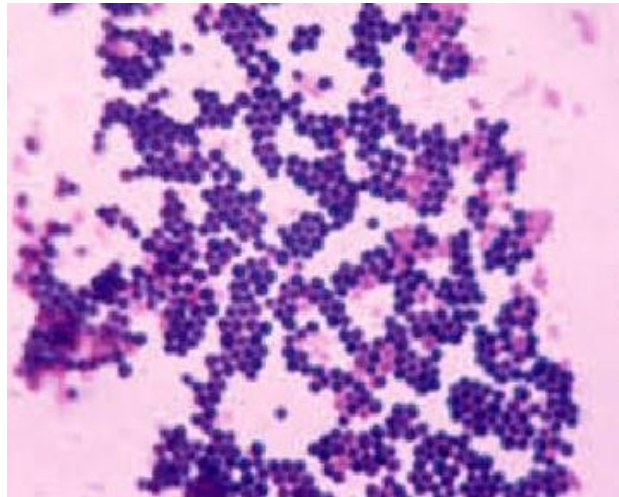
Les espèces du genre *Staphylococcus* sont scindées en deux groupes selon qu'elles produisent ou non la coagulase :

- **Coagulase positive :** dont *S. aureus* considéré comme l'espèce la plus pathogène.
- **Coagulase négative :** contient les espèces *S. epidermidis*, *S. capitis*, *S. hominis* ... (Le loir et Gautier, 2010).

##### IV.4.2. Caractérisation

A l'examen microscopique, *S. aureus* se présente sous l'aspect de coques immobiles. Il est regroupé en amas formant des grappes de raisin. C'est des cocci mesurant de 0.8 à 1 µm de diamètre, non sporulés. *S. aureus* est isolé en diplocoque ou en très courte chaînette (3 à 5 éléments) (Le loir et Gautier, 2010). Après une coloration de Gram, ils se révèlent être des cocci Gram positif. La majorité des *S. aureus* sont capsulés mais ils peuvent perdre leur capsule après culture (Robert, 2013).

*S. aureus* est facilement cultivable sur milieux ordinaires, il a donc une bonne croissance sur milieux usuels à 37 °C pendant 18 à 24h dans un bouillon hypersalé à 7% à pH = 7,2. Il est thermosensible du fait qu'il est ralenti par le froid et tué par des températures élevées (détruit à 58°C pendant 60 minutes). Sur milieu solide, les colonies de *S. aureus* sont lisses, rondes, opaques, colorées en jaune doré ou blanches, leur diamètre est compris entre 1 et 3mm. Sur milieu liquide, il présente un trouble homogène abondant avec dépôt et voile en surface (Le minor et Veron, 1982). (Figure 13).



**Figure 12 :** *Staphylococcus aureus* avec coloration de Gram au grossissement 10x100.

(Fernandez et Turner, 2017).

#### IV.4.3. Habitat :

*Staphylococcus aureus* est une bactérie à Gram positif, ubiquitaire, résiste aux mécanismes d'épurations et génère des mutations viables ; elle s'est cependant adaptée à divers niches écologique et des biotypes ont été décrits chez les différentes espèces animales. C'est un germe pathogène difficile à éliminer du fait qu'il est un habitant presque commensal, il colonise la surface et les glandes de la peau, ainsi que les muqueuses de ses hôtes. Chez l'homme, il est principalement présent au niveau du tractus respiratoire supérieur, en particulier, dans les fausses nasales, au niveau du cuir chevelu et des mains. Egalement présent chez les animaux à sang chaud (réservoir principal), dans l'air, l'eau et le sol (réservoir secondaire) (Watson *et al.* 2006).

La fréquence du portage sain chez les humains est approximativement de 30 %, cette fréquence diffère selon plusieurs paramètres comme par exemple le site de la colonisation (23 à 46 % au niveau du nez) (Amir *et al.* 2006), 24 à 36 % au niveau de la bouche (Smith *et al.* 2001), ou l'âge (jusqu'à 64 % chez les enfants). *S. aureus* peut donc, à partir de ces réservoirs, infecter les lésions cutanées, les glandes mammaires et les muqueuses intestinales ou génitales (Williams, 1963).

#### IV.4.4. Physiopathologie

*S. aureus* est un germe ubiquitaire, peu exigeantes et capables de vivre dans de nombreux sites, essentiellement en saprophyte de l'environnement, présent chez les animaux mais son habitat préférentiel est l'homme (Géraldine, 2009; Perez, 2013).

*S. aureus* sont des bactéries de la flore commensale cutanée et muqueuse des mammifères et des oiseaux (Eveillard, 2007). Chez l'homme, *S. aureus* est présent sur plusieurs sites corporels. On le repère sur la surface de la peau qui joue un rôle dans l'équilibre physico-chimique et constitue une barrière contre l'implantation des bactéries de la flore transitoire (Lays, 2012 ; Rebaihi, 2012) et des muqueuses intestinales ou génitales (Robert, 2013), mais on peut l'isoler particulièrement au niveau des zones chaudes et humides de l'organisme telles que le rhinopharynx (fosses nasales et gorge), les creux axillaires, les aisselles (El-anzi, 2014), les glandes de la peau, le cuir chevelu, les mains, la bouche, les dents (Kloos et al., 1976), mais il est également présent dans le tube digestif et le périnée en plus faible quantité (Perez, 2013).

Chez nombreuses espèces animales, *S. aureus* semble capable de coloniser tous les mammifères (marins et terrestres) même si différents biotypes de souches de *S. aureus* pourraient être raccordés à des hôtes spécifiques (Hennekine *et al.* 2003; Wertheim *et al.* 2005).

#### IV.4.5. Mode de contamination :

Il existe deux voies principales de transmission des infections à *S. aureus* (Fleurette et Brun, 1980). La plus importante est la transmission par contact direct ou indirect à partir des personnes. Le pus ou les sécrétions respiratoires se trouvent alors à contaminer directement une autre personne ou à se déposer sur un intermédiaire, animé comme des mains ou inanimé comme le mobilier et la literie, avant d'atteindre la cible. La transmission par les mains est notable. La banalité de la routine hospitalière nous fait oublier l'importance de cette voie de transmission et par conséquent, les mesures d'hygiène qui pourraient la supprimer, tel le lavage des mains et le port de gants.

La transmission de l'infection peut aussi être aérienne. Les staphylocoques voyagent surtout sur des squames et des débris tissulaires souillés par le pus. Ces particules d'environ 15 à 25 micromètres peuvent demeurer en suspension dans l'air pendant plusieurs heures et provoquer des infections à distance. Il faut noter ici, que même si le rôle de l'air comme vecteur de transmission des infections à *S. aureus* est certain, son importance réelle est très discutée. D'un côté, il est très difficile d'établir un lien épidémiologique sûr entre les staphylocoques aériens et ceux trouvés dans les plaies. D'autre part, bien que le *S. aureus* compte parmi les bactéries non sporulées les plus résistantes, on s'interroge encore sur la capacité de quelques dizaines ou centaines de staphylocoques desséchés d'induire une infection massive. La transmission aérienne devient toutefois très importante dans les unités

de soins spécialisés, surtout dans les unités pour grands brûlés et les unités de soins intensifs en néo natalité. (Dionne, 1984).

#### IV.5. *Streptococcus* sp

##### IV.5.1. Classification

**Règne** : Bacteria.

**Division** : Firmicutes.

**Classe** : Bacilli.

**Ordre** : Lactobacillales.

**Famille** : Streptococcaceae.

**Genre** : *Streptococcus*. (Garmier et.Denis. 2011)

##### IV.5.2. Caractérisation

Les cellules de *Streptococcus* sont en général sphériques ou ovoïdes, de moins de 2 µm de diamètre, se présentant en chaînettes ou en paires lorsqu'elles sont cultivées dans des milieux liquides (Schleifer et Kandler, 1972).

Les cellules sont non mobiles, non sporulées, à Gram positif, pratiquement toutes les espèces sont anaérobies facultatives, certaines nécessitant du CO<sub>2</sub> supplémentaire pour leur croissance. Elles sont chimio-organotrophes avec un métabolisme fermentaire, les glucides sont fermentés pour produire principalement de l'acide lactique mais pas de gaz. Elles sont à catalase négative et leurs besoins nutritionnels sont complexes et variables (Schleifer et Kandler, 1972).

##### IV.5.3. Habitat

*Les streptocoques* sont associés aux animaux, y compris l'Homme, et aux oiseaux à sang chaud. La plupart des espèces peuvent être considérées comme commensales, se situant généralement sur les surfaces muqueuses dans la cavité buccale, les voies respiratoires supérieures et le tractus gastro-intestinal, et dans des conditions appropriées, elles peuvent causer des infections localisées ou systémiques (Jenkinson et Lemont, 1997).

##### IV.5.4. Physiopathologie

- **Infections non invasives essentiellement cutanées** : impétigo, surinfections de plaies ou de brûlures ou muqueuses : otites, sinusites, vaginites ou conjonctivites. (Carapetis Jr et al, 2005).

- **Infections invasives:** pleuro-pulmonaires, ostéo-articulaires, péritonéales, endophtalmiques, endocarditiques ou cérébro-méningées. (Roy et al, 2003).
- **Scarlatine :** elle se manifeste par une angine associée à une éruption érythémateuse, est liée à la sécrétion d'une toxine érythrogène par des souches de *S .pyogenes* lysogénisées par un bactériophage. (Carapetis Jr et al, 2005).
- **Syndrome de choc toxique streptococcique :** il est observé dans 10 à 20% des cas de septicémies, liées notamment aux dermo-hypodermes nécrosantes.(Carapetis Jr et al, 2005).
- **Complications aseptiques post-streptococciques :**
  - \* Rhumatisme articulaire aigu (RAA).
  - \* Glomérulonéphrite aiguë (Bisno et al. 2003, Carapetis Jr et al, 2005).

#### IV.5.5. Mode de contamination

Interhumaine directe, favorisée par la promiscuité (collectivités d'enfants).

- **Voie aérienne :** la plus fréquente (aérosols de sécrétions naso-pharyngées).
- **Voie cutanée :** par contact direct ou indirect (vêtements, insectes).
- **Voie digestive :** par ingestion d'aliments contaminés, à l'origine d'épidémies d'angine à streptocoques dans les collectivités.
- **Les salivaires colonisés par des ERV (entérocoques résistants à la vancomycine) :** ont rarement été mis en cause dans la transmission de cet organisme. (Roy et al, 2003).

#### IV.6. *Candida albicans*

##### IV.6.1. Classification

Le genre *candida* compte 196 espèces, dont seulement une dizaine ont été reconnues pathogènes pour l'homme, en raison de leur faculté d'adaptation à la température de 37 °C (Benmansour, 2012).

**Règne :** Champignons

**Division :** Eumycota

**Phylum :** Deuteromycotina

**Classe :** Blastomycete (levures asexuées)

**Ordre :** Moniliales

**Famille :** *Moniliaceae*

**Genre :** *Candida*

**Espèce :** *Candida albicans* (Browser, 2007).

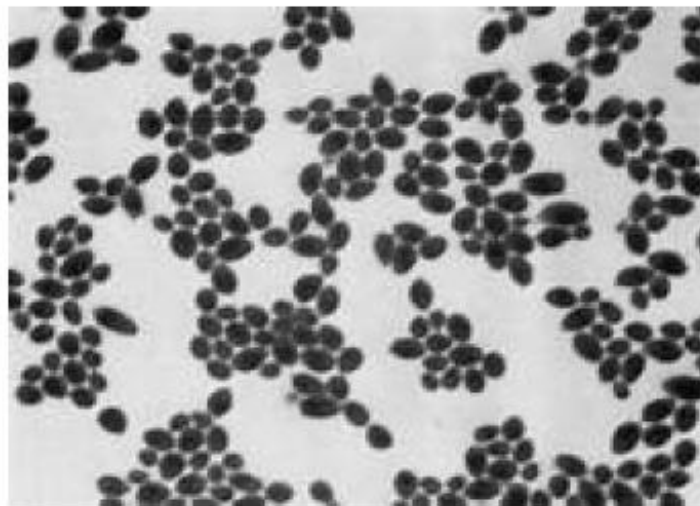


#### IV.6.2. Caractérisation

*Candida albicans* est une levure commensale de la voie orale, vaginale, gastro-intestinale, cutanée et des surfaces muqueuses. Elle est considérée comme pathogène fongique opportuniste le plus commun chez l'humain.

En réponse à des changements dans l'équilibre nutritif ; la température et le pH ; des transitions morphologiques entre la forme levure et la forme hyphes peuvent être subites. Exceptionnellement et sous certaines conditions; *candida albicans* peut former des chlamydospores (sudbery *et al.* 2004).

Cette levure possède des mécanismes d'adaptation complexes ; lui permettant de survivre dans diverses conditions environnementales et de causer une grande variété d'infection: superficielles (candidoses muco-cutanées) ou profondes (candidoses systémiques, souvent mortelles). La transition saprophyte-pathogène s'opère à la suite d'une baisse des défenses immunitaires de l'hôte (locales ou générales), permettant la multiplication des levures (Segal ,2005 ; Sarazin, 2010). (Figure 14).



**Figure 13 :** *Candida albicans* (sudbery *et al.* 2004).

#### IV.6.3. Habitat

*Candida albicans* est une levure de forme variable ronde à allongée. Commensale dans le tube digestif de l'homme, des mammifères et des oiseaux. Il n'est normalement jamais retrouvé dans l'environnement à moins d'une contamination par l'homme ou l'animal. Cette levure est un opportuniste qui devient pathogène sous l'effet de facteurs favorisants généraux ou locaux (Segal, 2005).

**IV.6.4. Physiopathologie**

Elle provoque des infections fongiques (candidiase ou candidose) essentiellement au niveau des muqueuse digestive et gynécologique les candidoses sont une cause importante de morbidité chez les patients immunodéprimés comme les patients atteints du sida les patients cancéreux sous chimiothérapie ou après transplantation de moelle osseuse. (Berkhout, 1923).

*Candida albicans* est saprophyte, elle devient pathogène s'il elle est retrouvée en grand quantité, elle provoque un érythème cuisant recouvert par fois de dépôts blanchâtre crémeux. Sur la peau *Candida* est pathogène, elle est source de placards érythémateux prurigineux émiétés (Bouvenot *et al.* 1996).

**IV.6.5. Mode de contamination :**

Les *candidas albicans* relèvent de deux mécanismes différents. Elles peuvent être consécutives à une contamination :

- Par voie «**endogène**» le plus souvent, avec passage de levures vers le sang et les organes profonds à partir d'un foyer digestif principalement. Cet événement est favorisé par certains facteurs de risque, principalement l'immunodépression et l'antibiothérapie.
- Ou par voie «**exogène**» ou nosocomiale: transmission par manuportage ou introduction de levures par effraction cutanée à partir des accès vasculaires (cathéters, matériels implantables...) (Pianetti, 2015).

**PARTIE II**  
**ETUDE EXPERIMENTALE**

# **Matériel et méthodes**

## - Présentation du lieu de l'étude expérimentale

Notre étude expérimentale a été réalisée au niveau du laboratoire de microbiologie à l'hôpital de Nedir Mohamed (CHU) de Tizi-Ouzou durant la période allant du 09/05/2022 au 09/06/2022.

## I. Matériels

### 1. Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué de trois plantes médicinales ; *Romarinus officinalis* et *Syzygium aromaticum* achetées au marché de Tizi-Ouzou, *Pistacia lentiscus* collectées dans la région d'Aghribs dans la wilaya de Tizi-Ouzou (Algérie). Une fois triées et lavées à l'eau distillée, celles-ci sont séchées à température ambiante et à l'abri de la lumière puis broyées.

### 2. Matériel biologique

Le choix des souches microbiennes s'est porté sur des souches internes isolées au niveau du laboratoire de microbiologie de l'hôpital de Nedir Mohamed (CHU) de Tizi-Ouzou fréquentes en pathologie humaine, où elles y ont été isolées, purifiées et identifiées.

#### 2.1. Souches bactériennes

Les bactéries qui ont servi de support biologique choisies au cours de cette étude appartenant à deux catégories différentes (Gram positif et Gram négatif). Les souches bactériennes utilisées sont illustrées dans le tableau 03.

**Tableau 03 :** Les bactéries utilisées et les références des souches.

| Bactéries                     | Gram    | Références |
|-------------------------------|---------|------------|
| <i>Escherichia coli</i>       | négatif | 577        |
| <i>Acinitobacter sp</i>       | négatif | 686        |
| <i>Streptococcus sp</i>       | positif | 2107       |
| <i>Staphylococcus aureus</i>  | positif | 1982       |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | négatif | 2385       |

#### 2.2. Souche fongique

La seule souche fongique utilisée est *Candida albicans*. (Tableau 04).

**Tableau 04** : Le champignon utilisé et sa référence.

| Champignon              | Référence |
|-------------------------|-----------|
| <i>Candida albicans</i> | 2209      |

### 3. Matériels non biologiques

#### 3.1. Matériel utilisé dans l'évaluation de l'activité antimicrobienne

- Boîtes de Petri
- Micropipettes
- Embouts pour micropipettes
- Tubes à essai
- Bec bunsen
- Étuve
- Gélose Mueller Hinton (MH)
- Anse de platine
- Eau physiologique
- Ecouvillons
- Réfrigérateur
- Disques de papier Whatman
- Pied à coulisse
- Pince stérile

## II-Méthodes

### 1. Préparation de l'extrait

20 g de feuilles en poudre de *Romarinus officinalis* et *Pistacia lentiscus* ainsi 20 g de la masse végétale de *Syzygium aromaticum* sont macérés sous agitation à 100 rpm à température ambiante dans 200 ml d'eau distillée pendant 24 h. Le macérât est filtré une première fois sur une passoire afin d'éliminer le maximum de matière végétale puis une deuxième fois sur laine de verre jusqu'à obtenir un liquide limpide et homogène. Le filtrat obtenu est congelé pendant 24h à -80°C en fines couches à raison de 20 ml par plateau de 15 cm de diamètre, puis disposé dans un lyophilisateur christ alpha1-2. Une fois le lyophilisat collecté, celui-ci est repartit dans des flacons en verre teinté, hermétiquement scellés et conservés au réfrigérateur à 4°C.

## **2. Evaluation de l'activité antibactérienne**

L'activité antibactérienne a été évaluée par la méthode de diffusion sur gélose Mueller Hinton par écouvillonnage (méthode des disques) décrite par Falleh *et al* (2008), dont le principe est la détermination de la sensibilité ou la résistance des souches microbiennes testées vis-à-vis des différents extraits.

### **2.1. Repiquage des souches**

Les différentes souches bactériennes ont été repiquées par la méthode des stries à l'aide d'une anse de platine Mueller Hinton, puis incubées à l'étuve à 37°C pendant 24 heures afin d'obtenir une culture jeune et des colonies isolées. Les colonies isolées ont servi à préparer l'inoculum.

### **2.2. Préparation de l'inoculum**

A partir des boîtes contenant les germes pathogènes on a préparé des suspensions pour chaque espèce. A l'aide d'un écouvillon on prélève une ou plusieurs colonies bien isolées qu'on décharge dans un tube contenant de l'eau physiologique stérilisée ( $10^6$  -  $10^8$  UFC/ml, à 620 nm, Densité optique = 0,08 à 0,1).

### **2.3. Ensemencement**

À partir de l'inoculum fraîchement préparé. Il consiste à tremper un écouvillon de coton stérile dans la suspension puis le frotter, après l'avoir essoré à l'intérieur du tube, à trois reprises sur la totalité de la surface gélosée de façon à former des stries serrées, en tournant la boîte à environ 60° après chaque application pour obtenir une distribution égale de l'inoculum. Finir l'ensemencement en passant l'écouvillon sur la périphérie de la gélose.

### **2.4. Dépôt des disques**

Des disques de papier Whatman de 6 mm de diamètre stériles sont déposés à la surface du milieu Mueller Hinton puis chargés de 15 µl des extraits des plantes.

Les disques des contrôles négatifs (imprégnés d'eau distillée) et des contrôles positifs (antibiotique de référence gentamicine 10µg/disque) sont placés à la surface de ces boîtes puis le tout est préincubé 30 minutes sur paillasse à température ambiante puis incubé à 37°C pendant 24h.

### 2.5.Lecture des résultats

A la sortie de l'étuve les résultats correspondants aux diamètres des zones d'inhibition produites autour des disques sont exprimés en millimètre mesuré à l'aide d'un pied coulisse.

### 3. Evaluation de l'activité antifongique

En ce qui concerne le champignon, des suspensions de cellules fongiques de *C. albicans* est préparée à partir de cultures pures et jeunes, dans de l'eau physiologique stérile, méthode décrite par Falleh *et al.* (2008).

Ces suspensions servent à ensemercer la gélose Mueller Hinton. Des disques de papiers Whatman de 6 mm de diamètre, stérilisés sont déposés à la surface de la gélose ensemencée après avoir été chargé de 15 µl des extraits des plantes.

Les disques des contrôles négatifs (imprégnés d'eau distillée) et des contrôles positifs (antibiotique de référence gentamicine 10µg/disque) sont placés à la surface de ces boîtes puis le tout est préincubé 30 minutes sur paillasse à température ambiante puis incubé à 37°C pendant 24h.



## **Résultats et discussion**

### Evaluation de l'activité antimicrobienne

L'activité antibactérienne de l'extrait des trois plantes a été évaluée à l'aide de la méthode de diffusion sur disque, vis-à-vis de 06 souches hospitalières, cinq bactériennes et une seule souche fongique. (Tableau 05).

**Tableau 05 :** Diamètres des zones d'inhibition des extraits des plantes en mm.

| N° | Identifiant                        | <i>Syzygium aromaticum</i> | <i>Romarinus officinalis</i> | <i>Pistacia lentiscus</i> |
|----|------------------------------------|----------------------------|------------------------------|---------------------------|
| 1  | <i>Staphylococcus aureus</i> 1982  | 13 mm                      | /                            | 0.8 mm                    |
| 2  | <i>Streptococcus sp</i> 2107       | 13 mm                      | 11 mm                        | /                         |
| 3  | <i>Acinitobacter sp</i> 686        | /                          | /                            | /                         |
| 4  | <i>Escherichia coli</i> 577        | /                          | /                            | /                         |
| 5  | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> 2385 | /                          | /                            | /                         |
| 6  | <i>Condida albicans</i> 2209       | /                          | /                            | /                         |

L'évaluation de l'activité antibactérienne de *Syzygium aromaticum*, *Romarinus officinalis* et *Pistacia lentiscus* est déterminée par les mesures des diamètres d'inhibition de la croissance en millimètre autour des disques.

Les résultats concernant l'activité antimicrobienne in vitro obtenus à l'aide de cette méthode montrent que l'activité antibactérienne des extraits de plantes est en fonction des bactéries et de champignon cibles hospitalières.

*Streptocoque* a montré une très grande sensibilité variable aux extraits, *Syzygium aromaticum* a présenté l'activité antimicrobienne la plus élevée avec un diamètre d'inhibition de 13mm, suivie par l'extrait de *Romarinus officinalis* avec un diamètre de 11mm, Aucune zone d'inhibition autour des disques n'a été observée vis-à-vis de *Pistacia lentiscus* qui traduit sa résistance.

Une étude menée par Bammou et al. (2015) sur l'activité antibactérienne de *Pistacia lentiscus* indique que les extraits des feuilles n'ont aucun effet sur *E. coli* et *Klebsiella pneumoniae*, par contre *S. aureus* et *Proteus mirabilis* laissent voir une certaine sensibilité.

Bais et al. (2002), ont observé des dommages du nucléotide et une condensation du matériel génétique ainsi que des changements morphologiques chez *Pseudomonas aeruginosa*

traitée par l'acide rosmarinique, suggérant que l'action antibactérienne de cet acide s'exercerait à un niveau génique.

Nos résultats sont en accord avec ceux trouvés par Bammou *et al.* (2015) les résultats sur l'extrait des feuilles, montrent qu'il n'y a pas une activité sur *E. coli* et a une légère inhibition sur *S. aureus*.

Pour *staphylocoque*, la bactérie a présenté la plus grande zone d'inhibition de 13mm de diamètre contre *S.aromaticum*. La zone la plus faible a été observée avec un diamètre de 0.8 mm contre *P.lentiscus* et avec aucun effet remarqué vis-à-vis *R.officinalis*. Selon nos résultats donc la souche est résistante.

Les autres souches ; *Escherichia coli*, *Candida albicans*, *Acinitobacteret Pseudomonas aeruginosa* ont présentés aucune sensibilité vis-à-vis des trois extraits.

Ces résultats, traduisent clairement une plus grande sensibilité des bactéries Gram positives aux extraits appliqués.

D'une façon plus générale, plusieurs études font état d'une activité accrue des composés phénoliques sur les bactéries à Gram positif comparativement aux bactéries à Gram négatif (Toda *et al.*, 1989 ; Ikigai *et al.*, 1993; Arakawa *et al.* 2004). La raison de ce contraste de sensibilité, est attribuée aux différences dans les constituants de la membrane cellulaire ainsi qu'à leur agencement. Il est admis que les bactéries à Gram positif contiennent un peptidoglycane, qui est une barrière d'imperméabilité inefficace ce qui permet aux molécules d'atteindre leur cible (Scherrer et Gerhardt, 1971).

Dans la littérature scientifique; selon l'étude de 2007 de Yesil Celiktas *et al.* L'objectif de ce travail était de tester l'activité antimicrobienne de *Romarinus officinalis* à quatre intervalles de temps différents de l'année (décembre 2003, mars, juin et septembre 2004). Les concentrations en composants majoritaires varient en fonction de ces paramètres. Les tests ont été effectués sur *Staphylococcus aureus*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumonia*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus subtilius* (et *Candida albicans*). L'extrait de *Romarinus officinalis* testé a montré des activités antibactériennes modérées.

L'huile essentielle de romarin montre des CMI (concentrations minimales inhibitrices) inférieures à celles du bifonazole (antimycosique à large spectre) surtout contre *Candida albicans* indiquant un effet antifongique significatif (Bozin *et al.* 2007).

On remarque que l'extrait de *S.aromaticum* a servis au plus grand diamètre d'inhibition par rapport aux autres extraits. L'extrait de «clous de girofle» présente un large spectre

d'activité antimicrobienne d'où l'importance comme étant un conservateur, antiseptique très efficace pour empêcher le développement microbien surtout quand il s'agit de protéger la santé vis-à-vis de la présence des pathogènes.

De récentes études, ont démontré que, le clou de girofle est fortement antibactérien. Cette activité pourrait être attribuée à son composé majoritaire qui est "l'eugénol". Les travaux de Valero et Giner, (2006), ont prouvé que l'eugénol parmi d'autres composés a provoqué l'inhibition de la croissance des bactéries.

Le potentiel antibactérien de l'extrait étudié dépend de sa teneur en polyphénols et plus particulièrement en flavonoïdes et tanins (Ferreira *et al.* 2012 ; Dib *et al.* 2013).

La littérature fait état de nombreux travaux qui mettent en relief le rôle prépondérant des tanins en tant qu'agents antibactériens efficaces (Sanogo *et al.*, 2006). Ils sont impliqués dans l'inhibition des enzymes extracellulaires et de la phosphorylation oxydative (Schofield *et al.* 2001).

Les flavonoïdes antibactériens pourraient avoir plusieurs sites d'action. Une de leurs actions moléculaires est de former des complexes avec des protéines par des liaisons non spécifiques telles que, la liaison hydrogène et hydrophobes. Leur mode d'action antimicrobien peut être lié à leur capacité à inactiver les adhésines microbiennes, les enzymes et les protéines de transport de l'enveloppe cellulaire. Les flavonoïdes lipophiles peuvent également perturber les membranes microbiennes (Cowan, 1999 ; Mishra *et al.*, 2009).

La variation des diamètres des zones d'inhibition en plus d'être impacté par le microorganisme, la plante (genre, partie utilisée, variations génétiques etc.) et le potentiel antibactérien des substances bioactives de l'extrait, elle l'est aussi par la capacité de diffusion dans le milieu gélosé de ces dernières (Sassi *et al.*, 2007 ; Carneiro *et al.*, 2008; Malheiro *et al.*, 2012 ; Miguel *et al.* 2014).

La déstabilisation de la membrane externe des micro-organismes Gram négatif, ainsi que les interactions avec la membrane cellulaire pourraient être l'un des mécanismes spécifiques derrière l'action antibactérienne par ces composés (Li *et al.*, 2014). De plus, ils sont capables de supprimer un certain nombre de facteurs de virulence microbiens, tels que la réduction de l'adhésion aux ligands de l'hôte, l'inhibition de la formation de biofilms, la neutralisation des toxines bactériennes et la synergie avec les antibiotiques (Daglia, 2012).

La comparaison de quelques nos résultats avec ceux rapportés par la littérature reste difficile en raison de plusieurs variables comme la technique utilisée, la quantité et la concentration d'extrait appliquée sur les disques. De plus, l'évaluation de ces derniers en

termes de sensibilité et de résistance des souches reste impossible, car il n'existe pas de norme à l'image de celle utilisée pour les antibiotiques.

La sensibilité de la souche *Staphylococcus aureus* peut s'expliquer par la probabilité de la sensibilité des bactéries Gram positives aux changements environnementaux externes, tels que la température, le pH, et les extraits naturels due à l'absence de la membrane externe.

Les polyphénols, tels que les tannins et les flavonoïdes sont des substances antibactériennes importantes. Ce qui peut expliquer l'efficacité de *syzygium aromaticum* (Cahuzac-Picaud, 2012).

La variation de l'activité antibactérienne des extraits explique la variation de leur composition chimique comme cela a été rapporté dans la littérature, nous avons considéré qu'un extrait a une activité antibactérienne si son diamètre d'inhibition est supérieur à 10 mm (Ponce *et al.* 2003).

Il en ressort de cette analyse que chaque extrait agit différemment sur les microorganismes. C'est-à-dire, qu'un extrait peut avoir une action très importante sur un germe ou une action moindre, voire même nulle sur un autre.

# Conclusion

### Conclusion :

Les plantes médicinales restent toujours la source fiable des principes actifs connus par leurs propriétés thérapeutiques.

Les substances naturelles occupent de plus en plus une place de choix en thérapeutique. Les plantes médicinales restent de loin la source la plus abondante et largement disponible en molécules naturelles bioactives dotés d'activités antimicrobiennes.

L'objectif de notre travail consistait à étudier l'activité des plantes médicinales vis-à-vis les souches hospitalières. Nous nous sommes intéressés aux effets antimicrobiens des extraits de plantes de *Romarinus officinalis*, *Syzygium aromaticum* et *Pistacia lentiscus*, plantes largement utilisées en médecine traditionnelle à travers le monde.

Des extraits de ces plantes ont été préparés, l'effet antimicrobien de ces extraits est déterminé par la méthode de diffusion sur gélose vis-à-vis de six souches bactériennes: *Escherichia coli* 577, *Acinitobacter* 686, *Streptocoque* 2107, *Pseudomonas aeruginosa* 2385, *Staphylocoque* 1982, et une seule souche fongique : *Candida albicans* 2209.

L'ensemble des résultats obtenus in vitro ont marqué un pouvoir antibactérien chez les bactéries à Gram positives dont *Staphylococcus aureus* et *Streptocoque*, que chez ceux de Gram négatifs.

L'inhibition de la croissance de *S.aureus* et *Streptocoque* par l'extrait de *S.arumaticum* indique sa possible utilisation comme antibactérien.

Sachant que notre pays possède une biodiversité immense dont chaque plantes se caractérise par un réservoir assez important de métabolites secondaires avec caractéristiques thérapeutiques et pharmacologiques particulières qui demandent d'être exploitées par les recherches, de cet effet, et comme perspectives on propose de :

- ✓ Une étude plus poussée de l'activité antimicrobienne, il serait intéressant de continuer ces travaux notamment sur d'autres bactéries pathogènes, afin de confirmer l'efficacité ou non des différents extraits.
- ✓ Orienter les recherches scientifiques vers la réalisation des études approfondies et complémentaires de l'activité antibactérienne des composés poly phénoliques en générale.

## Résumé :

Cette étude a pour objectif d'étudier l'activité de quelques plantes médicinales sur des souches hospitalières. Dans cette étude nous avons utilisé trois plantes médicinales différentes sont les suivantes *Romarinus officinalis*, *Syzygium aromaticum* et *Pistacia lentiscus*. Ces plantes ont été utilisées sous forme d'extraits aqueux puis testés vis-à-vis de six souches microbiennes dont cinq souches sont bactériennes et une seule souche fongique.

Le test de l'activité antibactérienne et antifongique a été réalisé sur *Escherichia Coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter*, *Candida albicans* et *Streptococcus* par la méthode de diffusion sur gélose (méthode des disques).

Les résultats montrent que, l'extrait de *Syzygium aromaticum* possède une forte activité antibactérienne représentée avec un diamètre d'inhibition de 13 mm.

Concernant les souches bactériennes sauf *Staphylococcus aureus* et *Streptococcus* étaient les plus sensibles à la majorité des extraits.

**Mots clés :** plantes médicinales, extrait aqueux, *Syzygium aromaticum*, *Pistacia lentiscus*, *Romarinus officinalis*, activité antibactérienne, activité antifongique.



### **Abstract:**

This study aims to study the activity of some medicinal plants on hospital strains. In this study we used three different medicinal plants are the following *Rosemary officinalis*, *Syzygium aromaticum* and *Pistacia lentiscus*. These plants were used in the form of aqueous extracts and then tested against six microbial strains are bacterial and only one fungal strain.

The antibacterial and antifungal activity test was carried out on *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Peudomonas aeruginosa*, *Acinitobacter*, *Candida albicans* and *Streptococcus* by the agar diffusion method (disk method).

The results show that the extract of *Syzygium aromaticum* has a strong antibacterial activity represented with an inhibition diameter of 13 mm.

Concerning the bacterial strains except *Staphylococcus* were the most sensitive to the majority of the extracts.

**Key words:** medicinal plants, aqueous extract, *Syzygium aromaticum*, *Pistacia lentiscus*, *Rosemary officinalis*, antibacterial activity, antifungal activity.

# **Références bibliographiques**

- **Abedini A., 2013.** Evaluation biologique et phytochimique des substances naturelles d'*Hyptis atrorubens* Poit, (Lamiaceae), sélectionnée par un criblage d'extraits de 42 plantes. Thèse de Doctorat, Université de Lille Nord de France. 177 p.
- **Atik bekkara F., Bousmaha L., Taleb bendiab S. A., Boti J. B., Casanova J. 2007.** Composition chimique de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* L. poussant à l'état spontané et cultivé de la région de Tlemcen. *Biologie & Santé*. 7: 6-11.
- **AILIL S. et BERTRAND B., 1999.** Les plantes médicinales d'Afrique : comment les reconnaître et les utiliser ? Edit. Edisad, 187 p.
- **AMEENAH G., 2006.** Plantes médicinales: traditions d'hier et drogues de demain, *Molecular aspects of Medicine* 27 (1), 1-93.
- **Arvy M. P. et Gallouin F. (2003).** Epices, aromates et condiments. Belin, Paris, 412p.
- **Anton R. et Lobstein A. (2005).** Plantes aromatiques : épices, aromates, condiments, et huiles essentielles. Tec & Doc, Lavoisier, Paris, 522p.
- **Alma, M. H., Ertas, M., Nitz, S., & Kollmannsberger, H. (2007).** Chemical composition and content of essential oil from the bud of cultivated Turkish clove (*Syzygium aromaticum* L.). *BioResources*, 2(2), 265-269.
- **ALICE D. (2011).** Faisabilité de la mise en place d'une indication géographique sur le clou de girofle à Madagascar. Ecole supérieure d'Agro-Développement International ISTOM ; Thèse P 65 72.
- **Ait youssef M., 2006.** Plantes médicinales de la Kabylie. Edition Ibis Press, Paris, 349 p.
- **ANNIE M., PERRIER L. (2014).** Guide des arbres et arbustes de France .éditions sud oueste; Loire offset titoulet à Sainte –Etienne (42), 78-80.
- **Abdelwahed, A., Bouhlel, I., Skamdrani, I., Valenti, K., Kadri, M., Guirand, P., Steiman, R., Mariotte, A.M., Gherdia, K., Laporte, F., Dijoux, F., Ranca, M.G., and Chekir- Ghedira, L. (2007).** Study of antimutagenic and antioxidant activities 1, 2, 3, 4, 6- pentagalloylglucose from *Pistacia Lentiscus* confirmation by microarray expression profiling. *Chem. Biol. Inter.* 165:1-13.
- **Alyafi J. (1979).** Approche systématique et écologie du genre *Pistacia* L. dans la région Méditerranéenne. Thèse de Docteur. Faculté des Sciences et Techinques. St Jérôme, Marseille P 82.
- **Ait Said S. (2011).** Stratégie adaptative de deux espèces du genre *Pistacia* (*P. lentiscus* L. ETP. *atlantica* Desf.) aux conditions d'altitude, des alinites et d'aridités: approche morpho-anatomique, phytochimique et ecophysiologique. P15.

- **Anthoni J. (2007).** Synthèse enzymatique, modélisation moléculaire et caractérisation d'oligomères de flavonoïdes. Thèse de Doctorat, Institut National Polytechnique de Lorraine, Nancy, France.
- **Aherne S.A., Kerry J.P. and O'Brien N.M.** Effects of plant extracts on antioxidant status and oxidant-induced stress in Caco-2 cells. *British Journal of Nutrition*, 2007 ; 97 ; 321-8.
- **Almeida F.I., Denny C., Benso B. et al.** Antibacterial activity of essential oils and their isolated constituents against cariogenic bacteria: a systematic review. *Molecules*, 2015 ; 20 ; 7329-58.
- **AL-SAID M.S., AGEEL A.M., PARMAR N.S., TARIQ M. (1986).** Evaluation of mastic, a Crude Drug obtained from *Pistacia lentiscus* for Gastric and Duodenal Anti-ulcer Activity, *Ethnopharmacol.* **15(3)**, 271-8.
- **ATMANI D., CHAHER N., BERBOUCHA M., AYOUNI K., LOUNIS H., BOUDAUD H., DEBBACHE N., ATMANI D. (2009).** Antioxidant capacity and phenol content of selected Algerian medicinal plants. *Fond Chemisiry.* 112, 303-309.
- **Allerberger, F., Wagner, M., Schweiger, P., Rammer, H. P., Resch, A., Dierich, M. P., ... & Karch, H. (2001).** Escherichia coli O157 infections and unpasteurised milk. *Euro surveillance: bulletin Europeen sur les maladies transmissibles= European communicable disease bulletin*, 6(10), 147-151.
- **Avril, J. M., Dabernat, H., et Monteil, D. H. (2000).** Bactériologie clinique. 3<sup>ème</sup> Ed. EdEllepses. Paris. 602 P.
- **AMIR LH., GARLAND SM. et LUMLEY, J. (2006).** « A case-control study of mastitis: nasal carriage of Staphylococcus aureus ». *BMC Family Practice*, 11, 7 :p57.
- **Arakawa, H., Maeda, M., Okubo, S., & Shimamura, T. (2004).** Role of hydrogen peroxide in bactericidal action of catechin. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 27(3), 277-281.
- **Brahmi.F., Haddad.S., Bouamara.K., Yalaoui-Guellal.D., Prost-Camus.E., Pais de Barros.J-P., Prost.M., Atanasov.A.G., Madani.K., Boulekbache-Makhlouf.L., Lizard.G.(2020).** Comparison of chemical composition and biological activities of Algerian seed oils of *Pistacia lentiscus* L., *Opuntia ficus indica* (L.) mill. and *Argania spinosa* L. *Skeels. Industrial Crops & Products* . 151.
- **Boutemine.I M., Amri.M., Amir.Z-C., Fitting.C., Mecherara-Idjeri.S., Layaida.K., Sennoun.N., Berkane.S., Cavaillon.J-M., Touil-Boukoffa.C. (2018).** Gastro-protective,

therapeutic and anti-inflammatory activities of *Pistacia lentiscus* L. fatty oil against ethanol induced gastric ulcers in rats. *Journal of Ethnopharmacology*.36p.

- **BENHAMZA Louiza 2008** - Doctorat d'état en Sciences Vétérinaires Option ANATOMIE PATHOLOGIQUE/PHARMACOLOGIE.
- **BABA AISSA F., 2000.** Les plantes médicinales en Algérie Edit. Bouchéne et AD. Diwan, Alger, p 368. Bellakhdar J., 1997. La pharmacopée traditionnelle marocaine: Médecine arabe ancienne et savoir faire. ISBN 2- 910728-03-X. Ibis Press.
- **Bousbia N. 2011.**Extraction des huiles essentielles riches en antioxydants à partir de produits naturels et de coproduits agroalimentaires. Thèse de doctorat, université d'Avignon et des Pays de Vaucluse et Ecole Nationale Supérieure Agronomique, 127p.
- **Boullard B. 2001.** Plantes médicinales du monde réalités et croyances. ESTEM (Ed) Paris .660 p.
- **Bruneton J. (2009).** Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales. Tec & Doc, 4ème ed, Lavoisier, Paris, 1288p.
- **Boisvert C. et Aucante P. (2011).** 100 plantes et remèdes naturels : des chemins au jardin. La Martinière, Paris, 223p.
- **Bruneton J., 1999.** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales, 3ème éd. Ed. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.
- **Bhowmik, D., Kumar, K. S., Yadav, A., Srivastava, S., Paswan, S., & Dutta, A. S. (2012).** Recent trends in Indian traditional herbs *Syzygium aromaticum* and its health benefits. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 1(1), 13-23.
- **BARBELET S. LE GIROFLIER : HISTORIQUE, DESCRIPTION ET UTILISATIONS DE LA PLANTE ET DE SON HUILE ESSENTIELLE.** (Mémoire de fin d'étude Pour obtenir le Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie) UNIVERSITE DE LORRAINE, 2015.
- **BOUKELOUA A. (2009).** Caracterisation botanique et chimique et évaluation pharmacotoxicologique d'une préparation topique à base d'huile de *Pistacia lentiscus* L. (anacardiaceae). Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Magistère Université Mentouri Constantine. Pp : 60.
- **Belfadel F.Z. (2009).** Huile de fruits de *Pistacia lentiscus*- Caractéristiques physicochimiques et effets biologiques (Effet cicatrisant chez le rat). Mémoire Magistère en chimie organique, p19, p 139.

- **Baba-Aissa, F. (1999).** Encyclopédie des plantes utiles, Flore d'Algérie et du Maghreb, p:1 218.
- **Bhourì ,W., Derbel , S., Skandrani ,I., Boubaker,J., Bouhlel, I., B. Sghaier, M., Kilani S., Mariotte , A. M. ; Dijoux-Franca, M. G.; Ghedira , K. and Chekir-Ghedira, L. (2010).** Study of genotoxic, antigenotoxic and antioxidant activities of the digallic acid isolated from Pistacia lentiscus fruits. Toxicology in Vitro, 24: 509–515.
- **Belhadj S. (2000).** Les pistacheraies algériennes: Etat actuel et dégradation. Centre Universitaire de Djelfa, Algérie, p 108.
- **Boullard B., 2001.** Plantes médicinales du monde: croyances et réalités. Ed: FSTEM, 636 p.
- **Bardeau F., 2009.** Les huiles essentielles, découvrir les bienfaits et les vertus d'une médecine ancestrale. Ed Lanore, 315 p.
- **Brosse J., 2005.** Larousse des arbres, dictionnaire des arbres et des arbustes. Ed Larousse, 576 p.
- **Bonnier G. et Douin R., (1934).** Flore complète illustrée en couleurs de France, Suisse et Belgique. Librairie Générale de l'Enseignement. Paris. 12 tommes. 120 fasc., 721 p.
- **Berboucha, M., Ayouni, K., Atmani, D., and Benboubetra, M. (2010).** Kinetic Study on the Inhibition of Xanthine Oxidase by Extracts from Two Selected Algerian Plants Traditionally Used for the Treatment of Inflammatory Diseases. J of Medicinal Food, 13 (4): 1–9.
- **Boizot, N., & Charpentier, J. P. (2006).** Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. Le Cahier des Techniques de l'INRA, Numéro spécial 2006: Méthodes et outils pour l'observation et l'évaluation des milieux forestiers, prairiaux et aquatiques, 79-82.
- **Bruneton J., 1993.** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales, Tec et Doc, Ed : Lavoisier, Paris, 915 p.
- **Bruneton J. (1999).** Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales. Tec & Doc, 3ème ed, Paris.
- **Bouheroum M. (2007).** Etude phytochimique des plantes médicinales algériennes : Rhantherium adpressum et Ononis angustissima. Thèse de Doctorat, Université Mentouri, Constantine, Algérie.
- **Bruneton J. (2009).** Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales. Tec & Doc, 4<sup>ème</sup> ed, Lavoisier, Paris, 1288p.

- **Bozin B., Mimica-Dukic N., Samojlik I., Jovin E. (2007).**Antimicrobial and antioxidant properties of rosemary and sage (*Rosmarinus officinalis* L. and *Salvia officinalis* L., *Lamiaceae*) essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 19(55), 7879-7885.
- **BENIKHLEF A, (2014).** Comparaissant entre les huiles essentielles et leurs effets antibactériens sur *Rosmarinus officinalis* de la région de Bechar et Ouargla. Thèse de master, Universités DE Tlemcen, 27p.
- **Bradley P. (2006).** British herbal compendium: a handbook of scientific information on widely used plant drugs, companion to the British herbal pharmacopoeia. British Herbal Medicine Association (BHMA), Bournemouth, United Kingdom.
- **Bernardes W.A., Lucarini R., Tozatti M.G. et al.** Antibacterial activity of the essential oil from *Rosmarinus officinalis* and its major components against oral pathogens. *Zeitschrift für Naturforschung C., Journal of biosciences*, 2010 ; 65c ; 588-93.
- **BOZORGI M., MEMARIANI Z., MOBLI M., HOSSEIN M., SURMAGHI S., SHAMS-ARDEKANI M.R., RAHIMI R. (2013).** Five Pistacia species (*P. vera*, *P. atlantica*, *P. terebinthus*, *P. khinjuk*, and *P. lentiscus*): a review of their traditional uses, phytochemistry and pharmacology, *The ScientificWorld Journal* 1-33.
- **Bors, W., Michel,C., and Stettmaier, K. (1997).** Antioxidant effects of flavonoids. *British Library*, 6: 399-402.
- **BENHAMMOU N., BEKKARA F.A., KADIFKOVA P.T. (2008).** Antioxidant and antimicrobial activities of the *Pistacia lentiscus* and *Pistacia atlantica* extracts. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 2(2), 022-028.
- **Benhammou N et Atik Bekkara F. (2014) :** Activité antibactérienne de l’huile essentielle de *Pistacia lentiscus* L. de deux stations de la région de Tlemcen (Algérie) 281-285.
- **Bensaci M et Hadj mokhnache M. (2015) :** Evaluation de l’activité antioxydante et antibactérienne de l’huile fixe de *Pistacia lentiscus*. Mémoire de Master, université des Frères Mentouri, Constantine ;34p.
- **Boulhbal ,F. (2009).** Manuel de microbiologie. Office des publications universitaires. Ben Aknoun (Alger) : Edition 2.277p.
- **Breche P., Gaillard J.L., Simonet M. (1988).** Les bactéries des infections humaines. Paris. médecine-science. P 105.
- **Baranyi, J., & Roberts, T. A. (1995).** Mathematics of predictive food microbiology. *International journal of food microbiology*, 26(2), 199-218.

- **Bisno AL, Brito MO, Collins CM. 2003.** Molecular basis of group A streptococcal virulence. *Lancet Infect Dis.* Vol 3, N°4, P:191- 200.
- **BENMANSOUR.M,** Les Candidoses vulvo-vaginales à *Candida albicans*: Facteurs de risques, diagnostic mycologique et prévalence spécifique, pour l'obtention du diplôme de docteur en pharmacie, UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID FAULTE DE MEDECINE, Tlemcen 2012.
- **BAMMOU M., DAOUDI A., SLIMANI I., NAJEM M., BOUIAMRINE E., IBIJBIJEN J., NASSIRI L. (2015).** Valorisation du lentisque « *Pistacia lentiscus* L.». Etude ethnobotanique, screening phytochimique et pouvoir antibactérien. *Journal of applied biosciences.* **86**, 7966 – 7975.
- **Bais, H., Walker, S.T., Herbert, P., Schweizer, b., Jorge, M., Vivanco, A. (2002).** Root specific elicitation and antimicrobial activity of rosmarinic acid in hairy root cultures of *Ocimum basilicam*. *Plant Physiology Biochemistry*, 40: 983–995.
- **Bozin B., Mimica-Dukic N., Samojlik I., Jovin E. (2007).**Antimicrobial and antioxidant properties of rosemary and sage (*Rosmarinus officinalis* L. and *Salvia officinalis* L., *Lamiaceae*) essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 19(55), 7879-7885. **CHEVALLIER, 2001.** Encyclopedia des plantes médicinales. Edit.La rousse, Paris, pp16, 293, 295.
- **Comas L. H., Becker S. R., Cruz V. M. V., Byrne P. F., Dierig D. A. (2013).**Root traits contributing to plant productivity under drought. *Frontiers in Plant Science*, (4), 442.
- **Collectif (2010).** Le grand livre des plantes aromatiques médicinales. Sélection du Reader's Digest, 398p.
- **Charles, D. J. (2013).** Antioxidant properties of spices, herbs and other sources: Springer Science & Business Media.
- **CHAGRA Khouloud,** Etude les propriétés physico-chimiques et biologique de clou du girofle (*Syzygium aromaticum* (L)), 2019.
- **Charef, M., Yousfi, M., Saidi, M. and Stocker, P. (2008).** Determination of the Fatty Acid Composition of Acorn (*Quercus*), *Pistacia lentiscus* Seeds Growing in Algeria. *J Am Oil Chem Soc.* 85:921–924.
- **Crozier A., Clifford M.N., Ashihara H., 2006.** Plant Secondary Metabolites: Occurrence, Structure and Role in the Human Diet. Edt Blackwell Publishing Ltd.
- **Chira K., Suh J. H., Saucier C., Teissède P. L. (2008).** Les polyphénols du raisin. *Phytothérapie*, (6), 75-82.



- **Crozier A., Jaganath I. B., Clifford M. N. (2009).** Dietary phenolics : chemistry, bioavailability and effects on health. *Natural Product Reports*, 8(26), 1001-1043.
- **Chebil L. (2006).** Acylation des flavonoïdes par les lipases de *Candida antarctica* et de *Pseudomonas cepacia* : études cinétique, structurale et conformationnelle. Thèse de Doctorat, Institut National Polytechnique de Lorraine, Nancy, France.
- **Collin S. et Crouzet J. (2011).** Polyphénols et procédés : Transformation des polyphénols au travers des procédés appliqués à l'agroalimentaire. Tec & Doc, Lavoisier, Paris, 336p.
- **Crozier A., Clifford M.N., Ashihara H., 2006.** Plant Secondary Metabolites: Occurrence, Structure and Role in the Human Diet. Edt Blackwell Publishing Ltd.
- **Casarin E., Dall'acqua S., Smejkal K., Šlapetova T., Innocenti G., Carrara M. (2014).** Molecular mechanisms of antiproliferative effects induced by Schisandra-derived dibenzocyclooctadiene lignans deoxyschisandrin and gomisins in human tumour cell lines. *Fitoterapia*, 241–247.
- **Cotelle, N., Bernier, J-L., Catteau, J-P., Gaydou E., and Wallet, J .C. (1994).** Activité biologique de 24 flavones : inhibition de la xanthine oxydase et capture de radicaux libres. *Edition INRA*, p: 395-396.
- **COWAN M. M.** Plant products as antimicrobial agents. *Clin. Microb. Rev.* 12, 564-582. 1999.
- **Goetz P and le Jeune R., 2010.** *Syzygium Aromaticum L, Merr and Perry (Myrtaceae)* giroflier, phytothérapie, p 37-43.
- **Carapetis JR, Steer AC, Mulholland EK, Weber M. 2005.** The global burden of group A streptococcal diseases. *Lancet Infect Dis*, vol 5, N°11, P : 685- 94.
- **Cahuzac-Picaud, M. (2012).** Épices, herbes et aromates: usages culinaires et recettes. *Phytothérapie*, 10(2), 109-116.
- **Carneiro, A. L. B., Teixeira, M. F. S., Oliveira, V. M. A. D., Fernandes, O. C. C., Cauper, G. S. D. B., & Pohlitz, A. M. (2008).** Screening of Amazonian plants from the Adolpho Ducke forest reserve, Manaus, state of Amazonas, Brazil, for antimicrobial activity. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 103(1), 31-38.
- **DJERROUMI A. et NACEF M., 2004.** 100 plantes médicinales d'Algérie. Edition 2004.
- **Davet P Rouxel F., 1997.** Détection et isolement des champignons du sol, Paris. cedex07, p147.

- **D., Agoumi A., Alaoui M., Alaoui K., Cherrah Y, Belbass M. A. (2005).** Etude de l'activité des huiles essentielles de plantes aromatique à propriétés antifongiques sur les différentes étapes du développement des dermatophytes, phytothérapie, pp147-157.
- **Dogan Y., Baslar S., Aydin H.et Mert H.H.(2003).**A study of the soil-plant interactions of *Pistacia lentiscus* L.distributed in the western Anatolian part of Turkey.*Acta Bot.Croat.*,P62,73-88.
- **Del Rio D., Stalmach A., Calani L., Crozier A. (2010).** Bioavailability of coffee chlorogenic acids and green tea flavan-3-ols. *Nutrients*, 8(2), 820-833.
- **Demelin E. (2012).** Le raisin et ses applications thérapeutiques. Thèse de Doctorat, Université de Limoges, France.
- **Dykes L. et Rooney L. W. (2006).** Sorghum and millet phenols and antioxidants. *Journal of Cereal Sciences*, 3(44), 236-251.
- **De Azerêdo G.A., De Figueiredo R.C.B.Q., De Souza E.L., Stamford T. L. M.(2012).** Changes in *Listeria monocytogenes* induced by *Origanum vulgare* L. and *Rosmarinus officinalis* L. essential oils alone and combined at subinhibitory amounts. *Journal of Food Safety*, 2(32), 226-235.
- **Doukkali L, Tahiri A, Tazi B et Guenoun F, 2018.** Chemical Composition and Antibacterial Activity of two Essential Oils of rosemary Against *Erwinia amylovora* the causal agent fire blight. *Journal of Materials and Environmental Sciences*. Vol 5, n°10. P 2913-2918.
- **Dziuban ,E.J., Liang ,J.L., Craun ,G.F., Hill ,V., YU ,P.A., ... &Painter ,J. (2006).** Surveillance for waterborne disease and outbreaks associated with recreational water—United States, 2003-2004. 12:1-30.
- **Dib, M. E. A., Allali, H., Bendiabdellah, A., Meliani, N., & Tabti, B. (2013).** Antimicrobial activity and phytochemical screening of *Arbutus unedo* L. *Journal of Saudi Chemical Society*, 17(4), 381-385.
- **Encyclopedia of Medicinal Plants (2nd Edition).**Copyright © 1996, 2001 Dorling Kindersley Limited, Londres; Text copyright © 1996, 2001 Andrew Chevallier.
- **Escuder O. 2007.**Plantes médicinales mode d'emploi. Paris : Ulmer, 255p.
- **Elicioh-Middleton Jr., Chithan K et Theoharis C (2000).** Effect of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart diseases and cancer. *Pharmacology and Experimental therapeutics*, 4(52): 673-751.

- **Edardes J. P. (2008).** Coumarin Anticoagulant Research Progress. Nova Science Publishers, UK, 160p.
- **Erkan N., Ayranci G., Ayranci E.** Antioxidant activities of rosemary (*Rosmarinus Officinalis* L.) extract, blackseed (*Nigella sativa* L.) essential oil, carnosic acid, rosmarinic acid and sesamol. Food Chemistry, 2008 ; 110 ; 76-82.
- **Evans, J., Chalmers, R. M., Chart, H., Salmon, R. L., Kench, S. M., Coleman, T. J., ... & Thomas, D. R. (2000).** Evidence of persisting serum antibodies to *Escherichia coli* O157 lipopolysaccharide and Verocytotoxin in members of rural communities in England. European journal of epidemiology, 16(10), 885-889.
- **Eveillard, M. (2007).** Politique de dépistage de *Staphylococcus aureus* résistant à la méticilline à l'admission : adaptation à la diversification des facteurs de risque de portage, conséquences de cette politique pour les indicateurs de surveillance et la transmission. Thèse de doctorat. Ecole doctorale d'angers. Université d'Angers. Français, p160.
- **El-anzi, O. (2014).** Profil de sensibilité aux antibiotiques des souches de *Staphylococcus aureus* isolées au centre hospitalier ibn sina de rabat. Thèse de doctorat. Faculté de médecine et de pharmacie –Rabat. Université Mohammed V – Souissi, Maroc.146p.
- **Faucon M. (2012).** Traité d'aromathérapie scientifique et médicale : fondements et aide à la prescription : monographies : huiles essentielles, huiles végétales, hydrolats aromatiques, Sang de la Terre, Paris, 880p.
- **Fleuriet A., Jay-Allemand C., Macheix J. J. (2005).** Composés phénoliques des végétaux un exemple des métabolites secondaires d'importance économique. Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 192 p.
- **Farmer Iii, J., Boatwright, K. & Janda, J. (2007)** Enterobacteriaceae: introduction and identification, p 649–669, Manual of clinical microbiology, 9th ed. ASM Press, Washington, DC. FOMBA M. (2006). Rôle pathogène et sensibilité aux antibiotiques des *Acinetobacter* et des *Staphylococcus* à coagulase négative à l'hôpital du point g. Thèse du Doctorat en Pharmacie, Université De Bamako. Mali. 21p.
- **FLANDROIS JP. (1997).** Bactériologie Médicale. Presses Universitaires de Lyon. 309p.
- **FARNANDEZ L.G. et TURNER M.C. (2017).** « The chronicles of incision management: clinical insights, perspectives, and treatment approaches ». Duke University Medical Center and University of Texas Medical Center. Volume1.
- **FLEURETTE, J. & Brun, Y.** Infections hospitalières. Encyclopédie Médicale et Chirurgicale, aris, Maladies Infectieuses, 1980, 8016 BIO 3, 1-9.

- **F.Garmier, F.Denis. 2011.** Cocci à Gram positif. Bactériologie médicale, N°32, P : 287-330.
- **Falleh, H., Ksouri, R., Chaieb, K., Karray-Bouraoui, N., Trabelsi, N., Boulaaba, M., & Abdelly, C. (2008).** Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities. *Comptes Rendus Biologies*, 331(5), 372-379.
- **Ferreira, S., Santos, J., Duarte, A., Duarte, A. P., Queiroz, J. A., & Domingues, F. C. (2012).** Screening of antimicrobial activity of *Cistus ladanifer* and *Arbutus unedo* extracts. *Natural product research*, 26(16), 1558-1560.
- **Garnier, G., Bézanger-Beauquesne, L. and Debraux, G. (1961).** Ressources médicinales de la flore française. Edition, Vigot Frères Editeurs, p: 665-666.
- **Goetz P and le Jeune R., 2010.** *Syzygium Aromaticum* L, Merr and Perry (Myrtaceae) giroflier, phytothérapie, p 37-43.
- **Géraldine, D. (2009).** Caractérisation, épidémiologie et pathogénie d'un clone de *Staphylococcus aureus* résistant à la méticilline portant le gène de la toxine du choc toxique staphylococcique (TSST-1).Thèse de doctorat. Sciences agricoles. Université Claude Bernard - Lyon I. Français, p220.
- **Garrity, G.M. (2005).** The Proteobacteria - Part B: The Gammaproteobacteria. In 'Bergey's Manual of Systematic Bacteriology'. (Springer: New York).
- **Hoefler C, 1994.** Contribution à l'étude pharmacologique des extraits de *Rosmarinus officinalis* L., et notamment des jeunes pousses : activités cholérétiques, anti-hépatotoxiques, anti-inflammatoires et diurétiques. Thèse de doctorat en pharmacognosie. Univ de METZ. P 9-18.
- **Hennebelle T., Sahpaz S., Bailleul F. (2004).** Polyphénols végétaux, sources, utilisations et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif. *Phytothérapie*, 2(1), 3-6.
- **Hanasaki, Y., Ogawa, S., Fukui, S. (1993).** The correlation between active Oxygens scavenging and antioxidative effects of flavonoids. *Free Radic. Biol. Med.* 16: 845- 850.
- **Hopkins W.G., 2003.** Physiologie végétale. Edition De Boeck Supérieur, 532 p.
- **Hoffmann L. (2003).** Etude du métabolisme des phénylpropanoïdes; analyse de l'interaction de la caféoyl-coenzyme A 3-O-méthyltransférase (CCoAOMT) avec son substrat et caractérisation fonctionnelle d'une nouvelle acyltransférase, l'Hydroxy Cinnamoyl-CoA: shikimate/quinate hydroxycinnamoyl Transférase (HCT). Thèse de Doctorat. Université Louis Pasteur-Strasbourg I.

- **Hagerman, A.E., Butler, L.G., (2003).** Protein précipitation method for quantitative determination of tannins. *J of Agriculture and Food chemistry*, 26: 809-81 issus des alcools: formation de depsides. Thèse de doctorat, soutenue devant l'université de Limoges. Faculté de Pharmacie.
- **HYLDGAARD M., MYGIND T., MEYER R. L. (2012).** Essential oils in food preservation: mode of action, synergies, and interactions with food matrix components. *Frontiers in Microbiology Antimicrobials, Resistance and Chemotherapy*. 3(12), 1-24.
- **He ML., Li A., Xu CS., Wang SL., Zhang MJ., Gu H., Yang YQ., Tao HH.(2007) :** Mechanisms of antiprostata cancer by gum mastic: NF-kappaB signal as target. *Acta Pharmacol. Sin.* 28(3) :446-452.
- **Holt, J1G., Kreig, NR., Sneath, P.H.A., Staley, J.T., Williams, S.T. (1994).** Bergy's.
- **HIDRI N. (2012).** Identification d'Acinetobacter spp. au laboratoire. *Revue Francophone Des Laboratoires*. 441 : 38, 40p.
- **Hennekinne, J. A., Kerouanton, A., Brisabois, A., & De Buyser, M. L. (2003).** Discrimination of Staphylococcus aureus biotypes by pulsed- field gel electrophoresis of DNA macro- restriction fragments. *Journal of applied microbiology*, 94(2), 321-329.
- **Isrin P., 2001.** Encyclopédie des plantes médicinales, identification, préparation, soin. Ed : Larousse/ VUEF, 336 p.
- **IAUK L., RAGUSA S., RAPISARDA A., FRANCO S., NICOLOSI V M. (1996).** In vitro Antimicrobial Activity of Pistacia lentiscus L. Extracts: Preliminary Report, *Chemother.* 8(3), 207-9. PubMed PMID: 8808717.
- **Ikigai, H., Nakae, T., Hara, Y., & Shimamura, T. (1993).** Bactericidal catechins damage the lipid bilayer. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Biomembranes*, 1147(1), 132-136.
- **Jarrige R. et Ruckebusch Y. (1995).** Nutrition des ruminants domestiques : Ingestion et digestion. Quae Gie, 921p.
- **Jardak M., Ellouni-Mseddi J., Aifa S., Mnif S. (2017).** Chemical composition, anti-biofilm activity and potential cytotoxic effect on cancer cells of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil from Tunisia. *Lipids in Health and Diseases*, 1(16).
- **JANAKAT S., AL-MERIE H. (2002).** Evaluation of hepatoprotective effect of Pistacia lentiscus, Phillyrea latifolia and Nicotiana glauca. *Journal of Ethnopharmacology*. 83(1-2), 135-138.
- **KOROCH A. RANARIVELO L. BEHRA O. JULIANI H. R. et SIMON J. E.(2007)** «Quality Attributes of Ginger and Cinnamon Essential Oils from Madagascar» in : Issues

- in new crops and new uses. Ed by Janick and A. Whipkey. ASHS Press, Alexandria, VA, pp 338-341.
- **Kong J. M., Chia L. S., Goh N. K., Chia T. F., Brouillard R. (2003).** Analysis and biological activities of anthocyanins. *Phytochemistry*, 5(64), 923–933.
  - **Kerio L. C., Wachira F. N., Wanyoko J. K., Rotich M. K. (2012).** Characterization of anthocyanins in Kenyan teas: Extraction and identification. *Food Chemistry*, 1(131), 31–38.
  - **Khanbabaee, K. and Ree, T. V. (2001).** Tannins: Classification and definition. *Natural Product*, 18: 641-649.
  - **KHALDI H. (2016).** Epidémiologie de l'infection à *Acinetobacter baumannii* au CHU de Marrakech. Thèse de Doctorat en Médecine. Université CADI AYYAD. Faculté de Médecine et de Pharmacie. Marrakech.
  - **Khadija Rhayour ;** Etude du mécanisme de l'action bactéricide des huiles essentielles sur *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis* et sur *Mycobacterium phlei* et *Mycobacterium fortuitum* Thèse Présentée en vue de l'obtention du Doctorat National.
  - **Lim, T. K. (2014).** *Syzygium aromaticum* Edible Medicinal and Non Medicinal Plants (pp. 460- 482): Springer.
  - **LABBANI T,** Composés phénoliques, Biochimie végétale, 2021.
  - **LIN Y. T., VATTEM D., LABBE R. G., SHETTY K. (2005).** Enhancement of antioxidant activity and inhibition of *Helicobacter pylori* by phenolic phytochemical-enriched alcoholic beverages. *Process Biochemistry*. 40(6), 2059-2065.
  - **LAURENT B. (2012).** initiation à la botanique et découverte des petits secrets du monde vert Interactions végétales Conservation du jardin botanique de la ville Paris science végétale la guerre biologique est déclarée vu dans l'official jardin motoculture - n°150 janvier/février le magazine référence de l'acmotoculture de jardin –espaces verts l'official jardin tualité jardin – espaces verts.
  - **LE LOIR Y. et GAUTIER M. (2010).** « Monographie de la microbiologie : *Staphylococcus aureus* ». Tec et Doc, Lavoisier, Paris.
  - **LE MINOR L. et VERON M. (1982).** « Bactériologie Médicale », 1ère édition, Flammarion, Paris.
  - **Lays, C. (2012).** ARN régulateurs de *Staphylococcus aureus* : Rôle de RsaA dans la formation du biofilm et de la capsule, Niveaux d'expression des ARN dans les prélèvements cliniques. Thèse de doctorat. Ecole doctorale évolution écosystème microbiologie modélisation. Université de Lyon, France. 221p.

- **Li, A. N., Li, S., Zhang, Y. J., Xu, X. R., Chen, Y. M., & Li, H. B. (2014).** Resources and biological activities of natural polyphenols. *Nutrients*, 6(12), 6020- 6047.
- **Merad. F et Mahiout.T,** Contribution à l'étude de conformité des drogues pour tisanes vendues en officines. 2019.
- **Mértola, 2018.** Bonnes pratiques de domestication de plantes aromatiques et médicinales : romarin et lavande jaune. Association de défense du patrimoine de Mértola. p 12-13, 37-38.
- **Martini M. C. (2011).** Introduction à la dermopharmacie et à la cosmétologie, Tec & Doc, 3ème éd, Lavoisier, 500p.
- **Mohammed, N. H., Ahmed, M. H., & Hussien, M. O. (2015).** Qualitative analysis of the essential oil of syzygium aromaticum (l.)(clove) using gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). 5(2), 350-354.
- **Mathieu A., 1860.** Flore forestière, description et histoire des végétaux ligneux qui croissent spontanément en France et des essences importantes de l'Algerie. 2ème édition : NANCY. 455p.
- **Mathieu A., 1860.** Flore forestière, description et histoire des végétaux ligneux qui croissent spontanément en France et des essences importantes de l'Algerie. 2ème édition : NANCY. 455p.
- **Medić-Sarić, M., Jasprica, I., Smolčić-Bubalo, A., Mornar, A. (2004).** Optimization of chromatographic conditions in thin layer chromatography of flavonoids and phenolic acids. Croatica Chemica ACTA, CCACAA. 77 (1-2):361-366.
- **Marfak, A. (2003).** Radiolyse gamma des flavonoïdes, étude de leurs réactivités avec les radicaux libres issus des alcools. Formation des depsides. Thèse doctorat, université de Limoges, p : 40-43.
- **Médart J. (2009).** Manuel pratique de nutrition: l'alimentation préventive et curative. 2<sup>ème</sup> éd, De Boeck Supérieur, 293p.
- **Mahady G. B., Pendland S. L., Stoia A., Hamill F. A., Fabricant D., Dietz B. M., Chadwick L. R.(2005).** In vitro susceptibility of Helicobacter pylori to botanical extracts used traditionally for the treatment of gastrointestinal disorders. Phytotherapy Research, 11(19), 988-991.
- **Macheix, J. J., Fleuriet, A., Jay- Allemand, C. (2005).** Les composés phénoliques des végétaux. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, p: 192.



- **MANTHEY J. A. (2000).** Biological properties of flavonoids pertaining to inflammation. Microcirculation, 7(S1). medicinales utilisees dans la region de Zaër (Maroc Occidental). Lejeunia, Revue de botanique.
- **Miyada, C.G., Lory, S., (2003).** Conservation of genome content and virulence determinants among clinical and environmental isolates of *Pseudomonas aeruginosa*, PNAS, 100 (14) 8484–8489.
- **Mishra, A. K., Mishra, A., Kehri, H. K., Sharma, B., & Pandey, A. K. (2009).** Inhibitory activity of Indian spice plant *Cinnamomum zeylanicum* extracts against *Alternaria solani* and *Curvularia lunata*, the pathogenic dematiaceous moulds. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*, 8(1), 9.
- **Malheiro, R., Sá, O., Pereira, E., Aguiar, C., Baptista, P., & Pereira, J. A. (2012).** *Arbutus unedo* L. leaves as source of phytochemicals with bioactive properties. *Industrial Crops and Products*, 37(1), 473-478.
- **Miguel, M. G., Faleiro, M. L., Guerreiro, A. C., & Antunes, M. D. (2014).** *Arbutus unedo* L.: chemical and biological properties. *Molecules*, 19(10), 15799-15823.
- **Naczka, M., and Shahidi F. ( 2004).** Extraction and analysis of phenolics in food. J of Chromatography A, 1054: 95–111.
- **Oluwatuyi M., Kaatz G. W., Gibbons S. (2004).** Antibacterial and resistance modifying activity of *Rosmarinus officinalis*. *Phytochemistry*, 24(65), 3249-3254.
- **O'Brien, A. D., LaVeck, G. D., Thompson, M. R., & Formal, S. B. (1982).** Production of *Shigella dysenteriae* type 1-like cytotoxin by *Escherichia coli*. The Journal of infectious diseases, 146(6), 763-769.
- **Pachi.V.k., Mikropoulou.E.V., Gkiouvetidis.P., Siafakas.K., Argyropoulou.A., Angelis.A., Mitakou.S., Halabalaki.M.(2020).** Traditional uses, phytochemistry and pharmacology of Chios mastic gum(*Pistacia lentiscus*var.*Chia*,Anacardiaceae): A review. *Journal of Ethnopharmacology* . 254.
- **Pelt J. M. (1980).** Les drogues, leur histoire et leurs effets. Doin, Paris, 219 p.
- **Palacio, S., Milla, R. et Montserrat-Marti, G. (2005).** A phenological hypothesis on the thermophilous distribution of *Pistacia lentiscus* L. *Flora*, 200: 527–534.
- **Polesse .,j-M. ,(2010).** Arbre & Arbuste de Méditerranée .Ed :Edisud ,p .85 .
- **Pandey K. B. et Rizvi S. I. (2009).** Plant polyphénols as dietary antioxydants in human health and disease. *Oxydative Medicine and Cellular Longevity*, 5(2), 270-278.



- **Portet B. (2007).** Recherche bioguidée de molécules antipaludiques d'une plante guyanaise *Piper hostmannianum* var. *berbicense*. Thèse de Doctorat, Université de Toulouse, France.
- **Pellegrims, E. (1994).** Reperes en bactériologie clinique extra-hospitaliere. Maklu : France.p33.
- **Paton, A. W., Srimanote, P., Woodrow, M. C., & Paton, J. C. (2001).** Characterization of Saa, a Novel Autoagglutinating Adhesin Produced by Locus of Enterocyte Effacement-Negative Shiga-Toxigenic *Escherichia coli* Strains That Are Virulent for Humans. *Infection and immunity*, 69(11), 6999-7009.
- **Palleroni, N.J. (1984)** .Genus I. *Pseudomonas* Migula 237 AL (n. m. cons. opin. 5.
- **Perez, P. (2013).** Typage de *Staphylococcus aureus* par MLVA : étude de faisabilité de la détection par HRM. Thèse de doctorat. Faculté de médecine de Nancy. Université de Lorraine, France.131p.
- **Ponce A. G., Fritz R., Del Valle C. et Roura S.I., 2003.** Antimicrobial activity of oils on the native microflora of organic Swiss chard. *Society of Food Science and Technology (Elsevier)*.36: 679-684.
- **Quezel et Santa, (1963),** Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales Tome II. C.N.R.Sc. Paris.pp.781-783-793.
- **QUEZEL P et MEDAIL F., 2003** : Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Edition scientifique et médicales Elsevier SAS, Paris. PP : 37-38, 48, 69, 85, 115, 131, 136, 318, 320, 333.
- **Rameau J. C., Mansion D., Dumé G. (2008).** Flore forestière française : guide écologique illustré. Région méditerranéenne. Institut pour le développement forestier, Paris, 2426p.
- **Regnault-Roger C., Philogène B. J. R., Vincent C. (2008).** Biopesticides d'origine végétale. Tec & Doc, 2<sup>ème</sup> éd, Lavoisier, Paris, 546p.
- **Rameau J.C., Mansion D., Dumé G. et Gauberville C., 2008.** Flore forestière française, guide écologique illustré 3 régions méditerranéennes. Ed IDF, 2426 p.
- **RAMEAU J-C., MANSION D., DUME G., GAUBERVILLE C., BARDAT J., BRUNO E., KELLER R. (2008).** Flore forestière française, Guide écologique illustré vol.3 région Méditerranéen.2426p.
- **Rogosic, J., Estell, R.E., Ivankovic, S., Kezic, J., Razov, J. (2008).** Potential mechanisms to increase shrub intake and performance of small ruminants in Mediterranean shrubby ecosystems. *Small Ruminant Research*, 74: 1–15.

- **RE JEB I.** Etude de l'effet de F irradiation sur les polyphénols du curcumin. 2008.
- **Reed, J. D. (1995).** Nutritional Toxicology of Tannins and Related Polyphenols in Forage Legumes. *J Animal Science*, 73:1516-1528.
- **Richter, G. (1993).** Les composés phénoliques. Métabolisme des végétaux (physiologie et biochimie). Edition *DUNOD*: 317-339.
- **Rasooli I., Fakoor M. H., Yadegarinia D., Gachkar L., Allameh A., Rezaei M. B.(2008).** Antimycotoxigenic characteristics of *Rosmarinus officinalis* and *Trachyspermum copticum* L. essential oils. *International Journal of Food Microbiology*, 1-2(122), 135-139.
- **Rasooli I., Shayegh S., Taghizadeh M. et al.** Phytotherapeutic prevention of dental biofilm formation. *Phytotherapy Research*, 2008 ; 22 ; 1162-67.
- **Rakotoatimanana, B.V. et al., 1999.** « Contribution à l'optimisation d'une unité de production d'huiles essentielles », mémoire de fin d'études, Département Génie Chimique, Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo ESPA, Université d'Antananarivo.
- **ROBERT D. (2013).** « Staphylococcus aureus résistant à la méticilline (SARM) : généralités, antibiotiques actifs, résistances acquises, et implication en pathologie communautaire illustrée par l'exemple des infections acquises au cours de la pratique sportive ». Thèse de Doctorat en Pharmacie. Université d'ANGERS Des Sciences Pharmaceutiques et d'Ingénierie de la Santé, France.
- **Rebiahi, S. A. (2012).** Caractérisation de souches de Staphylococcus aureus et étude de leur antibiorésistance au niveau du centre hospitalo-universitaire de Tlemcen. Thèse de doctorat. Laboratoire de Microbiologie Appliquée à l'Agroalimentaire, au Biomédical et à l'Environnement. Université de Tlemcen, Algérie. 131p.
- **Robert, D. (2013).** Staphylococcus aureus résistant à la méticilline (SARM) : généralités, antibiotiques actifs, résistances acquises, et implication en pathologie communautaire illustrée par l'exemple des infections acquises au cours de la pratique sportive. Thèse de doctorat. Université d'Angers, France.126p.
- **Roy S, Kaplan EL, Rodriguez B, Schreiber JR, Salata RA, Palavecino E, et al. A. 2003.** Family Cluster of Five Cases of Group A Streptococcal Pneumonia. *Pediatrics*, vol 112, N°1, P : 61- 65.
- **STARY F., 1992.** Plantes médicinales .Grun, Paris.p224.
- **SALHI S., FADLI M., ZIDANE L., DOUIRA A., 2010.** Etudes floristique et ethnobotanique des plantes médicinales de la ville de Kénitra .Revue LAZA.31(9) p133.
- **SANON E., (1992)-**Arbre et arbrisseaux en Algérie O.P.U. Ben Aknoun.Algerie N°686 Alger. 121p.

- **Souza C. R. F., Schiavetto I. A., Thomazini F. C. F., Oliveira W. P. (2008).** Processing of *Rosmarinus officinalis* Linné extract on sprayand spouted bed dryers. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 1(25), 59-69.
- **Small E. et Catling P. M. (2000).** Les cultures médicinales Canadiennes. Les presses scientifiques du CNRC, Ottawa, 283p.
- **Sophie, Barbelet., 2015.** le giroflier : historique, description et utilisation de la plante et de ses huiles essentielles. Vol5. P 22-26.
- **Saadoun S.N., (2002).** - Types stomatiques du genre Pistacia: Pistacia atlantica Desf.ssp. Atlantica et Pistacia lentiscus L. p369.
- **Seigue, A. (1985).** La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes ; Edition G.P.Maisonneuve & Larose, Paris, 502 p.
- **Sarni-Manchado P. et Cheynier V. (2006).** Les polyphénols en agroalimentaires. Tec & Doc, Lavoisier, Paris, 398p.
- **Sarni-Manchado P. et Cheynier V. (2006).** Les polyphénols en agroalimentaires. Tec & Doc, Lavoisier, Paris, 398p.
- **Shin H-B., Choi M-S., Ryu B. et al.** Antiviral activity of carnosic acid against respiratory syncytial virus. *Virology Journal*, 2013 ; 10:303.
- **Siddhuraju, P. (2006).** Antioxidant activity of polyphenolic compounds extracted from defatted raw and dry heated Tamarindus indica seed coat. *LWT*, 40: 982-990.
- **STARLIPER C. E., KETOLA H. G., NOYES A. D., SCHILL W. B., HENSON F. G., CHALUPNICKI M. A., DITTMAN D. E. (2015).** An investigation of the bactericidal activity of selected essential oils to Aeromonas spp. *Journal of Advanced Research*. 6(1), 89 97.
- **Singh A.K, Dhamanigi S.S. and Asad M. (2009).** Anti-stress activity of hydro-alcoholic extract of Eugenia caryophyllus buds (clove). *Indian. J. Pharmacol.* ; 41(1) : 28-31.
- **Sugiyama, A., Iwade, Y., Akachi, S., Nakano, Y., Matsuno, Y., Yano, T., ... & Nagasaka, Y. (2005).** An outbreak of Shigatoxin-producing Escherichia coli O157: H7 in a nursery school in Mie Prefecture. *Japanese journal of infectious diseases*, 58(6), 398.
- **Schaechter, M., Medoff, G., & Eisenstein, B. I. (1999).** Microbiologie et pathologie infectieuse. De Boeck Supérieur, 81,181.
- **Silby, M.W., Winstanley, C., Godfrey, S.A.C., Levy, S.B., Jackson, R.W., (2011).** Pseudomonas genomes: diverse and adaptable, *FEMS Microbiol Rev.*, 35, 652–680.

- **SMITH A.J., JACKSON M.S. et BAGG J. (2001).** « The ecology of staphylococcus species in the oral cavity ». *Journal of Medecine of Microbiology*, 50, p940-946.
- **Sudbery, P., Gow, N. et Berman, J. (2004)** – The distinct morphogenic states of *Candida albicans*. *Trends in microbiology*, Vol. 12, N0. 7, pp : 317-324.
- **Segal,E.(2005)**-*Candida*,still number one-what do we know and where are we going from there?*Mycoses* 48 Suppl1,3-11.
- **Sarazin, A. (2010)** – les glycannes pariétaux de levures et leur implication dans l'induction et la régulation de la réponse immunitaire de l'hôte, thèse de doctorat, aspects moléculaires et cellulaires de la biologie, l'université Lille2, 181p.
- **Scherrer, R., & Gerhardt, P. (1971).** Molecular sieving by the *Bacillus megaterium* cell wall and protoplast. *Journal of Bacteriology*, 107(3), 718-735.
- **Sanogo, R., Diallo, D., Diarra, S., Ekoumou, C., & Bougoudogo, D. (2006).** Activité antibactérienne et antalgique de deux recettes traditionnelles utilisées dans le traitement des infections urinaires et la cystite au Mali. *Mali Médical*, 21(1), 18-24.
- **Schofield, P., Mbugua, D. M., & Pell, A. N. (2001).** Analysis of condensed tannins: a review. *Animal Feed Science and Technology*, 91(1), 21-40.
- **Sassi, A. B., Harzallah-Skhiri, F., & Aouni, M. (2007).** Investigation of some medicinal plants from Tunisia for antimicrobial activities. *Pharmaceutical biology*, 45(5), 421-428.
- **Tyler.V.E. (1999).** Phytochemicals: Back to the Future. *J. Nat. Prod* 62: 1589-1592.
- **Teuscher, Anton R., Lobstein A. (2005).** Plantes aromatiques : épices, aromates, condiments **Tassin C., 2012.** Paysage des végétaux du domaine méditerranéen. Ed IRD, Marseille, 421 p. et huiles essentielles. Tec & Doc, Lavoisier, Paris, 522p.
- **Takarada K., Kimizuka R., Takahashi N. et al.** A comparison of the antibacterial efficacies of essential oils against oral pathogens. *Oral Microbiology and Immunology*, 2004 ; 19 ; 61-4.
- **TIRY C. (2017).** Les bactéries du complexe *Acinetobacter baumannii-calcoaceticus* isolées au CHU d'Angers entre 2010 et 2014 : épidémiologie et intérêt de leur identification au rang d'espèce, Thèse pour le Diplôme d'état de Docteur en Pharmacie. Université de Poitiers. 18p.
- **Toda, M., Okubo, S., Hiyoshi, R., & Shimamura, T. (1989).** The bactericidal activity of tea and coffee. *Letters in applied microbiology*, 8(4), 123-125.

- **VAISH R., PRADEEP M., SETTY C. and KANDI V. (2016).** Evaluation of Virulence Factors and Antibiotic Sensitivity Pattern of *Escherichia coli* Isolated from Extra intestinal Infections. *Cureus* 8(5): e604.
- **VIDIC J., MANZANO M., CHANG C-M. and JAFFREZIC.**
- **Wichtl M., Anton R. (2003).** Plantes thérapeutiques, Traditions, pratique officinale, science et thérapeutique, Tec & Doc, 2ème édition, éditions médicales internationales, 692p.
- **Wichtl M., Anton R., 2009.** Plantes thérapeutiques tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. Édition LAVOISIR, Paris: 38, 41.
- **Wollgast J. et Anklam E. (2000).** Review on polyphenols in *Theobroma cacao*: changes in composition during the manufacture of chocolate and methodology for identification and quantification. *Food Research International*, 6(33), 423 - 447.
- **Wilson, M., McNab, R., & Henderson, B. (2002).** Bacterial disease mechanisms: an introduction to cellular microbiology. Cambridge University Pres.
- **WASTON K., CARVILLE K., BOWMAN J., JACOBY P., RILEY TV., LEACH AJ. Et LEHMANN D. (2006).** « Upper respiratory tract bacterial carriage in aboriginal and non aboriginal children in a semi-arid area of Western Australia ». *Pediatric Infectious Diseases Journal*, 25, 782-790.
- **Williams RE. (1963).** « Healthy carriage of *Staphylococcus aureus*: its prevalence and importance ». *Bacteriology Review*, 27, 56-71.
- **Wertheim, H. F., Melles, D. C., Vos, M. C., van Leeuwen, W., van Belkum, A., Verbrugh, H. A., & Nouwen, J. L. (2005).** The role of nasal carriage in *Staphylococcus aureus* infections. *The Lancet infectious diseases*, 5(12), 751-762.
- **Zeghad N. (2009).** Etude de contenu polyphénolique de deux plantes médicinales d'intérêt économique (*Thymus vulgaris*, *Rosmarinus officinalis*) et évaluation de leur activité antibactérienne. Mémoire de Magister, Université Mentouri de Constantine.
- **Zwicke M., Picon-Cochard C., Morvan-Bertrand A., Prud'homme M. P., Volaire F. (2015).** What functional strategies drive drought survival and recovery of perennial species from upland grassland? *Annals of Botany*, 6(116), 1001-101.