



لجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE



التعليم  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université des Frères Mentouri Constantine  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة  
كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département : Microbiologie

: بيولوجيا

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Microbiologie

Option: Biotechnologie des Mycètes: Fermentation et production de substances fongiques

Intitulé :

---

Évaluation phytochimique et étude des activités biologiques des extraits bruts des plantes médicinales locales : *Opuntia ficus indica* et *Thymus lanceolatus*.

---

Présenté et soutenu par : BOUKHALFA Sara

Le : 30/06/2016

HAMDI Safia

Jury d'évaluation:

Président: Mme. BENHAMDI Asma Maître de Conférence B. Univ Des Frères Mentouri Constantine

Encadreur: Mme. CHENTLI Amira Maître Assistant B. Univ Des Frères Mentouri Constantine

Examinatrice: Mme .BATAICHE Insaf Maître de Conférences B. Univ. Des Frères Mentouri Constantine

Année universitaire  
2015 - 2016

## Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail à*

*A ma famille,*

*Pour tout ce que vous m'avez inculqué et appris. A ma mère bouarour, n. Pour l'amour et le soutien que tu m'as apportés. Pour avoir toujours cru en moi. Ta présence et ta absence et tes encouragements sont pour moi les piliers fondateurs de ce que je suis et de ce que je fais. Que cette thèse témoigne de mon respect et de mon amour. Et bien sur ma chérie ma grand-mère qui toujours support moi et Pour ton soutien et tes encouragements.*

*A mes oncles Riad ,zouifir et Adél et sur tôt ma tante et toute sa familles, , Merci d'être là. Pour tous ces moments passés ensemble... Merci pour votre amour.*

*A tous mes amis ,sara , soumia ,sana , saousane, loubna , Yousra , imene et amina, onaysa amira. Yamina.*

*Merci pour votre présence, votre écoute durant toutes ces années.*

*A Sara,*

*Merci pour l'amitié sincère que tu me portes depuis 5 ans. A nos souvenirs, nos bonheurs partagés ensemble. Pour m'avoir aidée et supportée dans mes études. Que notre amitié dure toujours.*

*A tous merci.*

*s.hamdi*

# Dédicace

*Merci Allah de m' avoir donné la capacité d' écrire et de  
réfléchir, la  
force d' y croire, la patience d' aller jusqu' au bout du rêve et le  
bonheur*

*de lever mes mains vers le ciel et de dire*

*" Ya Kayoum "*

*Je dédie ce mémoire :*

*Aux plus chères personnes dans ma vie qui sont :*

*Mon père (que Dieu ait son âme)*

*Ma mère qui m' a éclairée mon chemin et qui m' a encouragé et soutenue  
toute au long*

*Mon frère naoufel (Que Dieu le protège)*

*Je remercie spécialement mon ami Malik qui m' a aidé, encouragé et m' a  
supporté aux moments difficiles.*

*Et je dédie spécialement ma collègue de ce travail «Safia»*

*Je ne peux pas oublier à cette occasion mes amies surtout Chahineze,  
Nousseiba, Feriel, khaoula, Yousra , Amina.*

*Sara boukhalfa*

## Remerciements

*Nous tenons à remercier et rendre grâce à dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage et la volonté de mener à bon ce modeste travail.*

*Au terme de cette étude, nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à notre encadrant madame Chentli amira .Pour ses efforts déployés, ses qualités du respect et humaines et sa culture scientifiques.*

*Aucun mot ne saurait exprimer pour l'équipes des labos de biochimie et microbiologie sa grande coopération avec nous.*

*Nous tenons également à remercier les membres du jury qui nous ont fait honneur d'évaluer ce travail*

*En fin, de profondes reconnaissances a tout ceux qui ont participé de près ou loin à la réalisation de ce travail mais qui ne sont pas cités ici, merci pour tous.*

---

*SAFIA HAMDI*

*BOUKHALFA SARA*



*Liste des abréviations*

**PM : Plant Médicinale.**

**OMS : Organisation Mondiale de Sante.**

**MeOH:méthanol.**

*O.f.indica: opuntiaficus indica.*

*E. coli: Escherichia coli.*

**FC: Folin Ciocaltau.**

**AlCl<sub>3</sub>: Chlorure d'Ammunium.**

**MH: Mueller Hinton.**

## Listes des figures

<b>Figure1</b> : Photo du <i>thymus lanceolatus</i> .....	5
<b>Figure 2</b> : photo de l' <i>Opuntia ficus- indica</i> .....	9
<b>Figure 3</b> : Les différents types de flavonoïdes .....	15
<b>Figure 4</b> : filtration sous videumacérât.....	18
<b>Figure 5</b> : Evaporation des échantillons à 60°C.....	19
<b>Figure 6</b> : Les boîtes de pétries contenant les disques et ensemencées avant l'incubation.....	24
<b>Figure7</b> : histogramme des rendements des différents extraits bruts du <i>Thym</i> et du <i>Cactus</i> .....	25
<b>Figure 8</b> : Teneurs en polyphénols et en flavonoïdes des extraits bruts .....	26
<b>Figure 9</b> : Histogramme des zones inhibitrices de l'extrait brut de l' <i>O. f.indica</i> sur les souches fongiques.....	29
<b>Figure10</b> : zones d'inhibition d' <i>O. f.indica</i> sur <i>Alternaria sp</i> .....	29
<b>Figure11</b> : zones d'inhibitions d' <i>O. f.indica</i> sur <i>Candida albicans</i> .....	29
<b>Figure 12</b> : Histogramme des zones inhibitrices de l'extrait brut de <i>Thymus lanceolatus</i> sur les souches fongiques.....	30
<b>Figure13</b> : zones d'inhibition de <i>Thymus lanceolatus</i> sur <i>Alternaria</i> .....	31
<b>Figure14</b> : zones d'inhibition de <i>Thymus lanceolatus</i> sur <i>Candida albicans</i> ...	31
<b>Figure15</b> : Histogramme des zones inhibitrice pour <i>E. coli</i> et <i>S. aureus</i> d'extraits bruts de <i>Thymus lanceolatus</i> .....	33

<b>Figure16:</b> zone d'inhibition de <i>Thymus lanceolatus</i> sur <i>E. coli</i> .....	34
<b>Figure17:</b> zone d'inhibition de <i>Thymus lanceolatus</i> sur <i>S. aureus</i> .....	34
<b>Figure 18:</b> Histogramme des zones inhibitrice <i>E. coli</i> et <i>S. aureus</i> d'extraits bruts <i>Opuntia ficus indica</i> .....	35
<b>Figure19:</b> zone d'inhibition d' <i>Opuntia ficus indica</i> sur <i>E. coli</i> .....	35
<b>Figure 20:</b> zone d'inhibition de <i>Opuntia ficus indica</i> sur <i>Staphylococcus aureus</i> .....	35
<b>Figure21 :</b> Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux.....	(Annexe)
<b>Figure22 :</b> Courbe d'étalonnage de laquercetine pour le dosage des flavonoïdes.....	(Annexe)

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> : taxonomie du <i>Thymus lanceolatus</i> Desf.....	6
<b>Tableau 2</b> : taxonomie d' <i>Opuntia ficus- indica</i> .....	9
<b>Tableau 3</b> : Principales classes de composés phénoliques.....	12
<b>Tableau 4</b> : Activités biologiques de quelques polyphénols.....	13
<b>Tableau 5</b> : Les diamètres des zones d'inhibition autour des disques de l'extrait d' <i>O. f.indica</i> .....	28
<b>Tableau 6</b> : Les diamètres des zones d'inhibition autour les disques de l'extrait du <i>Thymus lanceolatus</i> .....	30
<b>Tableau 7</b> : Diamètre des zones d'inhibition d' <i>E.coli</i> et <i>S. aureus</i> par <i>Thymus lanceolatus</i> (en mm).....	33
<b>Tableau 8</b> : Diamètre des zones d'inhibition d' <i>E.coli</i> et <i>S. aureus</i> Par <i>Opuntia ficus indica</i> (en mm).....	34
<b>Tableau 9</b> : Dosage de la gamme d'étalonnage des polyphénols totaux..... (Annexe)	
<b>Tableau 10</b> : Dosage de la gamme d'étalonnage des flavonoïdes.....(Annexe)	



## Table des matières

**Dédicaces**

**Remerciements**

**Liste des abréviations**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Introduction**.....1

### **Chapitre I : La phytothérapie et les plantes médicinales**

I. La phytothérapie et ses avantages..... 3

II. Généralités sur les plantes médicinales.....3

III. Généralité sur les plantes médicinales sélectionnées.....4

III.1 Le Thym.....4

III.1.1. Origine et répartition géographique.....4

III.1.2. Description botanique..... 5

III.1.3. Taxonomie.....6

III.1.4. Propriétés biologiques du thym.....6

III.1.5. Métabolites secondaire du thym.....7

III.2. Le figuier de barbarie (*Opuntia ficus indica*).....7

III.2.1. Origine et répartition géographique.....7

III.2.2. Description botanique.....8

III.2.3. Taxonomie.....9

III.2.4. Propriétés biologique.....10

III.2.5. Métabolites secondaires.....10

### **Chapitre II : Les métabolites secondaires**

I. Classification des métabolites secondaires.....11

I.1. Les composés phénoliques (polyphénols).....12

I.1.1. Les acides phénoliques.....	14
I.1.2. Les flavonoïdes.....	14
a- Définition.....	14
b- Structure chimique et classification.....	14
C -Propriétés biologiques.....	15
I.1.3. Les tanins.....	15
I.2. Les terpénoïdes.....	16
I.3. Les hétérosides.....	16
I.4. Les alcaloïdes.....	16
I.5. Autres principes actifs.....	17
a- Les anthocyanidines.....	17
b- Les saponosides .....	17

### **Chapitre III : Matériel et méthodes**

I. Matériel végétal .....	18
II. Protocole expérimental.....	18
II.1. Préparation des extraits bruts.....	18
II.2. Détermination du rendement.....	19
II.3. Phytochimie des extraits.....	19
II.3.1. Dosage des polyphénols totaux.....	19
II.3.2. Dosage des flavonoïdes.....	20
II.4. Etude des activités biologiques.....	20
II.4.1. Souches microbiennes.....	20
II.4.2. Milieux de culture.....	22
II.4.3. Etapes préliminaires .....	22
II.4.3.1. Préparation de l'inoculum.....	22
II.4.3.2. Ensemencement.....	22
II.4.3.3. Préparation des disques.....	23
II.4.4. Méthode de diffusion à partir d'un disque solide.....	23

## **Chapitre IV : Résultats et discussion**

I. Etude phytochimique.....	25
I.1. Le rendement des extraits.....	25
I.2. La teneur en polyphénols totaux.....	26
I.3. La teneur en flavonoïdes.....	27
II. Etude des activités biologiques.....	28
II.1. Activité antifongique.....	28
II.2. Activité antibactérienne.....	32
<b>Conclusion.....</b>	<b>38</b>

### **Références bibliographiques**

**Annexes**

**Abstract**

ملخص

**Résumé**

## *Introduction*

---

Depuis l'antiquité, l'homme n'a cessé de chercher à subvenir à ses besoins en puisant dans la nature qui lui assure non seulement ses besoins nutritionnels et vestimentaires mais également médicamenteux (Boutaghane, 2013). A travers les siècles, les traditions humaines ont su développer la connaissance et l'utilisation des plantes médicinales afin d'améliorer la santé des hommes (Iserin, 2001). Aujourd'hui encore, les deux tiers de la pharmacopée ont recours aux propriétés curatives des plantes et les traitements à base de ces dernières reviennent au premier lieu car l'efficacité des médicaments décroît vue leurs effets secondaires sur la santé publique.

Le recours aux pratiques traditionnelles à base de plantes médicinales est expliqué par plusieurs raisons tels que le coût élevé des produits pharmaceutiques, les habitudes socioculturelles des populations, la nécessité de disposer d'options thérapeutiques pour les agents pathogènes résistants et l'existence des maladies pour lesquelles il n'y a pas de traitement efficace (Duke, 1993, Cox et Balik, 1994).

De nos jours, l'utilisation des plantes médicinales connaît un intérêt considérable. En effet, actuellement environ 25-30% de tous les médicaments disponibles pour le traitement des maladies sont dérivés de produits naturels (plantes, animaux, bactéries et champignons) (Murray *et al.*, 1991).

Les propriétés médicinales des plantes sont dues à des produits synthétisés par les plantes elles-mêmes appelés métabolites secondaires. De nombreux métabolites secondaires essentiellement les polyphénols sont des antibiotiques au sens large, car ils protègent les plantes contre les champignons, les bactéries, les animaux et même les autres plantes (Buchanan *et al.*, 2000).

Les polyphénols sont aussi connus pour leurs activités biologiques qui sont en relation directe avec la santé de l'être humain. Ils sont utilisés dans la chimiothérapie et dans le traitement de plusieurs types de cancer (Manach *et al.*, 1996). Ils sont présents comme ingrédients dans plusieurs préparations cosmétiques utilisées dans le traitement du vieillissement cellulaire et la protection de la peau (Mena *et al.*, 2014).

Les plantes possèdent des milliers de substances actives à l'intérieur de leurs organes (feuilles, fleurs, racines...) et peuvent, selon des techniques chimiques (extraction, distillation...), permettre l'isolation du principe actif pour l'utiliser en pharmacie. Ces remèdes naturels sont bien souvent très efficaces avec moins d'effets secondaires reconnus que beaucoup de médicaments de synthèse, mais peuvent néanmoins être mortels ou toxiques pour l'organisme lorsqu'ils sont mal utilisés (Benmiloud,2014).

L'Algérie vu sa position biogéographique privilégiée et son étendu entre la Méditerranée et l'Afrique subsaharienne est considérée parmi les pays connus pour leur diversité floristique (Messai, 2011) à laquelle s'ajoute une tradition séculaire d'utilisation traditionnelle des plantes. On compte environ 3000 espèces de plantes dont 15% sont endémiques. Ce potentiel de plantes médicinales comporte des milliers d'espèces présentant divers intérêts et constituent un axe de recherche scientifique particulier (Belaoura , 2013).

Dans ce contexte, nous nous somme intéressé à l'étude de deux plantes médicinales et local, à savoir, *Opuntia ficus indica* et *thymus lanceolatus*. Les objectifs assignés à notre travail sont :

- La détermination de la teneur en métabolites secondaires (polyphénols totaux et flavonoïdes) présents au niveau des extraits méthanolique de la partie aérienne des deux plantes étudiées.
- Évaluation de l'activité antifongique et antibactérienne des extraits bruts sur des souches microbiennes pathogènes.

*Revue bibliographique*

---

## **Chapitre I : La phytothérapie et les plantes médicinales**

### **I. La phytothérapie et ses avantages**

D'un point de vue étymologique, le terme « phyto » de phytothérapie provient du grec ancien avec le terme plus précis de « phytion » et signifie «végétal », C'est le traitement ou la prévention des maladies par l'usage des plantes (Sohal , 2002 ; Collin, 2007) .

Il y a plus de 20 ans, déjà que l'OMS reconnaissait l'importance de la médecine traditionnelle et proposait son intégration dans les systèmes officiels de santé, particulièrement dans les pays en développement. Toutefois, malgré les énormes progrès réalisés par la médecine moderne, la phytothérapie offre de multiples avantages. 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. Aujourd'hui, les traitements à base de plantes reviennent au premier plan, car l'efficacité des médicaments tels que les antibiotiques a diminué et les bactéries se sont peu à peu adaptées aux médicaments et leur résistent de plus en plus (Quezel , 1963 ; Collin , 2007 ) .

### **II. Généralités sur les plantes médicinales**

Une plante médicinale (PM) est une plante qui est cultivée où cueillie dans son milieu naturel pour ses propriétés médicinales. Le monde végétal est à l'origine d'un grand nombre des médicaments. Récemment, des chercheurs ont estimé qu'il existe environ 400 000 espèces de plantes dans le monde, dont environ le quart ou le tiers ont été utilisées par les sociétés à des fins médicinales. Par ailleurs, dans plusieurs pays en voie de développement, une grande partie de la population fait confiance à des médecins traditionnels et à leurs collections de plantes médicinales pour les soigner.

L'Algérie est connue par sa richesse en plantes médicinales en raison de sa superficie et sa diversité bioclimatique. Les régions saharienne ou méditerranéennes peuvent être considérées comme une réserve naturelle de PM vu le nombre considérable de plantes médicinales qui s'y développent spontanément, telles que



l'armoise blanche ; le cyprès ; le cactus ; le thym, etc. Ces dernières occupent une place très importante dans la médecine traditionnelle algérienne, qui elle-même est largement employée dans divers problèmes de santé. Les remèdes utilisés sont considérés comme : moins chers, sans effets indésirables et ont tendance à être plus employés dans les maladies chroniques telles que le diabète, les rhumatismes, les cancers, etc (Garnon, 1991).

Les plantes médicinales sont parfois récoltées à l'état sauvage mais beaucoup d'entre elles sont cultivées à grande échelle (Digitale, Pavot, Chanvre, etc.) pour répondre à la consommation. Les méthodes de sélection ou de manipulation génétiques sont également utilisées pour augmenter leur teneur en principes actifs.

Certaines familles sont particulièrement riches en principes actifs (*Papavéracées*, *Apocynacées*, *Liliacées*, *Rubiacées*, *Solanacées*, *Lamiacées*). Certaines plantes sont inoffensives telles que le Tilleul, la Camomille, la Menthe, etc. D'autres, très nombreuses, sont toxiques et ne doivent être utilisées que sous forme pharmaceutique, telle que la Digitale, la Belladone, le Colchique, etc. L'emploi inconsidéré de plantes cueillies dans les champs peut aboutir à des intoxications graves, voire mortelles (Marouf et Reynaud, 2007).

### **III. Généralité sur les plantes médicinales sélectionnées**

#### **III.1. Le Thym**

Le thym, communément appelé "zaater" en Algérie ou *Thymus* en latin appartient à la famille des *Lamiaceae*, la tribu des *Mentheae* et à la sous-famille des *Nepetoideae*. Ce genre comprend près de 300 à 400 espèces.

Le thym est la plante médicinale la plus utilisée en médecine traditionnelle algérienne comme expectorant, antitussif, antiseptique, stomachique, antispasmodique, anthelminthique, diurétique, antimicrobien et antioxydant (Bouzidi *et al.*, 2013).

##### **III.1.1. Origine et répartition géographique**

Le thym est une plante originaire de l'ouest des régions méditerranéennes (Zcan et Chalchat, 2004) et aussi autochtone du sud d'Europe (Takeuchi *et al.*, 2004). Plus précisément, le thym commun préfère un sol légèrement acide, bien drainé et rocailleux (calcaire), en plein soleil et au sec, mais la plante se développe également sur un sol alcalin filtrant, léger ou compact (d'argile et de limon) ou très poreux

(sableux), un peu humide et frais. La capacité de cette plante à résister à de très forte chaleur provient de son huile essentielle qui est produite la nuit et s'évapore la journée ; c'est par cette action que la chaleur sera consommée.

En Algérie, 12 espèces de *Thymus* colonisent le territoire du pays (Dob *et al.*, 2006). Parmi elles, certaines sont endémiques de l'Algérie telles que *Thymus pallescens*, *Thymus dreatensis*..., d'autres sont endémiques du nord africain comme *Thymus numidicus*, *Thymusalgeriensis* (Bekhechi *et al.*, 2007; Hazzit *et al.*, 2009).

### III.1.2. Description botanique

Le thym est une plante qui se présente sous la forme d'un sous arbrisseau de type vivace et particulièrement touffu, à tiges quadrangulaires et ligneuses et à feuilles sessiles. Ces dernières sont assez petites, de forme lancéolée et de couleur gris-vert et sont recouvertes de poils et de glandes (appelés trichomes). Les trichomes contiennent des huiles essentielles majoritairement composée de monoterpènes. La plante peut atteindre une trentaine de centimètres et sa fleur affiche une teinte rosâtre. Petite, de 4 à 6 millimètres, elle se regroupe en épis foliacés et est visible de juin à octobre (Figure 1) (Soto *et al.*, 2006).



**Figure1** : Photo du *thymus lanceolatus*.

### III.1.3.Taxonomie

La position systématique du *Thymus lanceolatus* est indiquée dans le tableau 01.

**Tableau 1** : taxonomie du *Thymus lanceolatus*.

<b>Règne</b>	<i>Plantae</i>
<b>Sous règne</b>	<i>Vridaeplantae</i>
<b>Division</b>	<i>Tracheophyta</i>
<b>Classe</b>	<i>Magnoliopsida</i>
<b>Sous-classe</b>	<i>Asteridae</i>
<b>Ordre</b>	<i>Lamiales</i>
<b>Famille</b>	<i>Lamiaceae</i>
<b>Sous-famille</b>	<i>Nepetoideae</i>
<b>Genre</b>	<i>Tymus</i>
<b>Espèce</b>	<i>Thymus lanceolatus</i>

### III.1.4.Propriétés biologiques du thym

Dans les traitements thérapeutiques, le thym est parmi les remèdes populaires les plus utilisés, et ceci en raison de ses innombrables propriétés biologiques :

- Antiseptique, désinfectantdermique et un spasmolytique bronchique dont il est indiqué pour traiter les infections des voies respiratoires supérieures (rhumes, gripes, angines).
- Les principaux constituants du thym montrentdes propriétés vermifuges et vermicides(Bazylo et Strzelecka, 2007).
- Propriétés antivirales, antifongiques, anti inflammatoires, et antibactériennes dont une étude récente a montré que les extraits méthanoliques et hexaniques des parties aériennes de *Thymus vulgaris*inhibent la croissance de *Mycobacterium tuberculosis* (bactérie qui cause la tuberculose) (Jiminez-Arellanesetal., 2006).
- Propriétés antioxydantes (Golmakani et Rezaei, 2008).

### III.1.5. Métabolites secondaire du thym

- **Les acides phénolique** : acide caféique (Cowan, 1999), acide rosmarinique (Takeuchi *et al.*, 2004).
- **Les flavonoïdes** : hespéridine, eriotrécine, narirutine (Takeuchi *et al.*, 2004), lutéoline (Bazylko et Strzelecka, 2007) .
- **Les polyphénols** : tanin (Cowan, 1999 ; zcan et chalchat, 2004).
- **Les huiles essentielles** : thymol. Celui-ci serait vingt-cinq fois plus actives que l'un des principaux désinfectants naturels : le phénol (Naghdi, 2004).

### III.2. Le figuier de barbarie (*Opuntia ficus indica*)

Le figuier de barbarie est un arbuste qui appartient au genre *Opuntia*. C'est une plante xérophytique succulente capable d'emmagasiner une grande quantité d'eau. Ce qui lui permet de résister à la sécheresse et de prospérer jusque dans des contrées désertiques souvent inhospitalières où elle offre à l'homme et aux animaux domestiques ses vertus nourricières et thérapeutiques (Habibi, 2004).

Chez les Indiens d'Amérique, le cactus appartient depuis toujours aux plantes médicinales les plus utilisées. La recherche médicale moderne redécouvre avec un intérêt grandissant la plante et ses propriétés. Elle étudie les molécules actives qui la composent et lui permettent de lutter efficacement contre quelques-unes des affections les plus graves de notre temps : l'angoisse, l'artériosclérose, le cholestérol, le diabète, l'obésité, la spasmophilie, le stress.

#### III.2.1. Origine et répartition géographique

Le genre *Opuntia* est originaire du Mexique (Orwa *et al.*, 2009). Sa distribution géographique est très large: Mexique, Sicile, Chili, Brésil, Turquie, Corée, Argentine et Afrique du Nord (Barbera *et al.*, 1992 ; Nerd et Mizrahi, 1994). Il a été introduit d'abord en Espagne et plus tard au 16<sup>ème</sup> siècle au Nord et au Sud de l'Afrique. Il s'est diffusé rapidement dans le bassin méditerranéen et s'y est naturalisé au point de devenir un élément caractéristique du paysage (Houerou, 1996). Il est par essence développé sur la partie Ouest de la Méditerranée : Sud de l'Espagne, le Portugal, et l'Afrique du Nord (Tunisie, Algérie et Maroc) (Bensalem *et al.*, 2002 ; Arba, 2009).

Dans certains pays tels que l'Italie, l'Espagne, le Mexique, la culture du cactus est pratiquée de façon intensive et moderne avec des programmes de recherche et développement pour la production du fruit ou de fourrage et même pour des usages industriels (Mulas et Mulas, 2004).

### III.2.2. Description botanique

Le figuier de barbarie est une plante arborescente vivace et érigée de 3 à 5 m de haut, à tiges charnues, caliciformes, apparemment aphyllées. Elle possède un tronc épais et ligneux, une organisation en articles aplatis, de forme elliptique ou ovoïdale de couleur vert-mat, ayant une longueur de 30 à 50 cm, une largeur de 15 à 30 cm et une épaisseur de 1.5 à 3 cm appelés cladodes ou raquettes (Figure 2).

Les cladodes assurent la fonction chlorophyllienne et sont recouvertes d'une cuticule cireuse (la cutine) qui limite la transpiration et les protège contre les prédateurs. Leurs méristèmes produisent des épines, des glucides, des racines adventives, de nouvelles cladodes ou des fleurs. Les épines sont blanchâtres, sclérifiées, solidement implantées et longues de 1 à 2 cm. Il y a en effet deux variétés d'*Opuntia*, la variété inerme et l'épineuse (Halmi, 2015).

Les fleurs de cette plante sont grandes et hermaphrodites, de couleur jaunâtre et deviennent rougeâtres à l'approche de la sénescence de la plante. Le fruit est le plus souvent charnu, c'est alors une baie renfermant dans sa pulpe de très nombreuses graines ; chacune de celles-ci contient un embryon enroulé autour d'un albumen réduit.

La plante est xérophile, elle se caractérise par une remarquable adaptation à la sécheresse obtenue au fil du temps par l'incroyable évolution de la structure de son organisme. Les températures maximales supportées excèdent les 50 à 58°C. Bien que cette espèce ait une large faculté d'adaptation pour différents sols (acides, calcaires ou pauvres en matière organique), elle a une préférence pour les sols très perméables, sableux ou caillouteux (Nerd *et al.*, 1991).



**Figure 2:** photo de l'*Opuntia ficus- indica*.

### III.2.3. Taxonomie

La position systématique d'*Opuntia ficus indica* est indiquée dans le tableau 02.

**Tableau2 :** taxonomie d'*Opuntia ficus- indica* (Halmi,2015).

Règne	<i>Plantae</i>
Sous règne	<i>Tracheobionta</i>
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Sous-classe	<i>Caryophyllidae</i>
Ordre	<i>Caryophyllales</i>
Famille	<i>Cactaceae</i>
Sous-famille	<i>Opuntioideae</i>
Genre	<i>Opuntia</i>
Sous genre	<i>Platyopuntia</i>
Espèce	<i>Opuntia ficus-indica</i>

- **Nom commun :** Figuier de Barbarie.
- **Nom latin :** *Opuntia ficus-indica*.
- **Autres noms :** Cactus, figuier des Indes, figue du désert, nopal, semelle du pape, figuier d'Espagne.

Le sous genre *Platyopuntia* comprend 150 à 300 espèces, parmi lesquelles figure *Opuntia ficus indica*. On compte également d'innombrables variétés (Halmi, 2015).

### III.2.4. Propriétés biologique

Le figuier de barbarie appartient depuis toujours aux plantes médicinales les plus utilisées. La recherche médicale moderne redécouvre avec un intérêt grandissant la plante et ses propriétés.

- ❖ Le figuier de barbarie renferme des molécules bioactives appelées bétacyanines (une classe de pigments rougeâtres) qui possèdent des propriétés antioxydants et anticancéreuses et peuvent par conséquent être employée dans le cadre des traitements naturels.
- ❖ Les fleurs et l'extrait de *l'Opuntia ficus indica* exercent des effets anti-inflammatoires sur l'organisme.
- ❖ Efficace contre les douleurs gastro-intestinales, l'angoisse, l'artériosclérose, la spasmophilie, le stress, les allergies et les brûlures.
- ❖ Antidiabétique, efficace contre l'obésité en empêche l'assimilation des sucre et les graisses dans l'organisme (Fernandez *et al.*, 1990).
- ❖ Activité antigénotoxique : l'extrait de raquettes du cactus est efficace dans la protection contre la génotoxicité de la zéaralénone (mycotoxine produite par *Fusariumgraminearum*) (Bahri, 2013).

### III.2.5. Métabolites secondaires

- **Les composés phénolique ou polyphénols** : les tanins sont des composés phénoliques de structure variée de saveur astringente, ayant la propriété de tanner la peau (Salunkhe, 1990).
- **Les flavonoïdes** : des anthocyanes hydrosolubles (qui sont des flavonoïdes jaunes réduits).
- **Les alcaloïdes** : proto-alcaloïdes (Bruneton, 1999).
- **Les huiles essentielles** : (Mannoubi *et al.*, 2008).

## Chapitre II : Les métabolites secondaires

On considère les plantes médicinales et leurs effets en fonction de leurs principes actifs. La recherche des principes actifs extraits des plantes est d'une importance capitale car elle a permis la mise au point de médicaments essentiels (Iserin *et al.*, 2001).

La plante est le siège d'une intense activité métabolique aboutissant à la synthèse de divers composants. Parmi eux, des molécules qui ne participent pas directement au développement des plantes mais plutôt interviennent dans les relations avec les stress biotiques, abiotiques, microorganismes pathogènes...etc. Ces molécules sont appelés métabolites secondaires ou principes actifs (Kansole, 2009).

L'accumulation des métabolites secondaires dans l'organisme végétal varie en fonction de l'espèce et de diverses catégories de composés. Leur taux relevé par l'analyse d'une plante ou d'un fragment varie grandement avec le stade de croissance de la plante. Par ailleurs, la quantité observée de métabolites secondaires, à un moment donné est la résultante de nombreux mécanismes physiologiques et métaboliques : bioconversion, dégradation, transport, capacité d'accumulation, biosynthèse (réponse à la pression de l'environnement) (Merghem, 2009).

Les métabolites secondaires sont reconnus par leurs activités biologiques nombreuses qui comprennent des activités antibactériennes, anticancéreuses, antifongiques, analgésiques, anti-inflammatoires, diurétiques gastro- intestinales, antioxydants (Cuendet, 1999 ; Bruneton, 1999).

### I. Classification des métabolites secondaires

Les plantes sont capables de produire de nombreux métabolites secondaires qui sont classés selon leur structure chimique en quatre groupes majeurs:

- Les composés phénoliques.
- Les terpénoïdes.
- Les hétérosides.
- Les alcaloïdes.



### I.1. Les composés phénoliques (polyphénols)




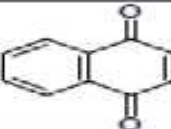
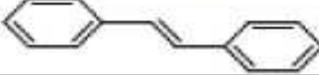
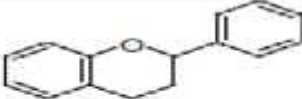
Le terme polyphénol ou composés phénoliques remplace l'ancien terme de *tanin végétal*: présence d'un ou plusieurs cycles benzéniques portant une ou plusieurs fonctions hydroxyles (Sarni-Manchado et Cheynier, 2006) et constituent une famille de molécules organiques largement présentes dans le règne végétal.

Les polyphénols naturels peuvent donc être des molécules simples comme les acides phénoliques, mais aussi des composés hautement polymérisés comme les tanins (Halimi, 2015).

Les polyphénols sont présents dans toutes les parties des végétaux supérieurs : racine, tiges, feuilles, fleurs, fruits (Boudjouref, 2011).

Les composés phénoliques sont classés selon le nombre d'atome de carbone dans les squelette de base, ces structures peuvent être sous forme libres ou liées à l'ester ou hétérosides (tableau 3) (Bruneton, 1999).

**Tableau 3 :** Principales classes de composés phénoliques (Bravo, 1998).

Squelette carboné	Classe	Structures de base
$C_6$	Phénols simples	
$C_6-C_1$	Acides hydroxybenzoïques	
$C_6-C_3$	Acides hydroxycinnamique coumarines	
$C_6-C_4$	Naphtoquinones	
$C_6-C_2-C_6$	Stilbènes	
$C_6-C_3-C_6$	Flavonoïdes	
$(C_6-C_3)_2$	Lignanes	
$(C_6-C_3)_n$	Lignines	
$(C_6-C_2-C_6)_n$	Tanins condensés	

Les polyphénols ont une multitude d'activités biologiques dépendant de leur structure chimique. Leurs effets bénéfiques sont attribués à leur pouvoir antioxydant et à leur capacité de capter les radicaux libres. Ces substances présentent des propriétés anticancéreuses, antimutagènes et antibactériennes non négligeables (Hatano *et al.*, 2005).

**Tableau 4:** Activités biologiques de quelques polyphénols (Bruneton, 1999).

Composés phénoliques		Activité biologique
<b>Ac. Phénols</b>	Ac. caféique Ac. salicylique	Antibactérienne Antifongique, antioxydante
<b>Tanins</b>	Tanin gallique Proanthocyanidine	Effet stabilisant sur le collagène, antioxydant, antidiarrhéique, effet antiseptique, effet vasoconstricteur
<b>Flavonoïdes</b>	Lutéoline Catéchine Hespéridine Quercétine Naringénine	Antitumorale, anticarcinogène, anti-inflammatoire, antioxydante, antiallergique, antiulcéreuse, antivirale, antimicrobienne, hypotenseur diurétique.
<b>Coumarines</b>	Dicoumarol	Anticoagulant, antioxydant, protectrice vasculaire et antioedémateuse

En effet les composés phénoliques, constituent le groupe le plus nombreux et le plus largement distribué dans le royaume des végétaux, avec plus de 8000 structures phénoliques connus. Les principales classes de composants phénoliques sont :

### **I.1.1. Les acides phénoliques**

Les acides phénoliques font partie des formes les plus simples des composés phénoliques et se séparent en deux grands groupes distincts qui sont les acides hydroxybenzoïques et les acides hydroxycinnamiques (Boubekri, 2014). Ces derniers sont les plus fréquents et comprennent essentiellement l'acide p-coumarique, caféique, férulique et sinapique (Pandey et Rizvi, 2009).

### **I.1.2. Les flavonoïdes**

#### **a- Définition**

Les flavonoïdes sont des métabolites secondaires ubiquistes des plantes. On estime que 2 % environ du carbone organique photo-synthétisé par les plantes, soit quelques 109 tonnes par an, est converti en flavonoïdes (Lhuillier, 2007). Ils occupent une place prépondérante dans le groupe des phénols (Plus de 6500 flavonoïdes naturels ont été décrits). Ce sont des pigments végétaux jaune orangés (leur nom venant du mot latin *flavus* : jaune). Ils sont formés par un squelette à 15 carbones (structure en C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>). Communément cyclisé pour former le cycle C (Dehak, 2013).

#### **b- Structure chimique et classification**

Structuralement, les flavonoïdes se répartissent en plusieurs classes de molécules (Harbone, 1988) dont les plus importantes sont : les flavones, les flavonols, les flavanones, les isoflavones et les anthocyanidines (figure 3).

Ces diverses substances se rencontrent à la fois sous la forme libre (génine) ou sous la forme de glycoside (C ou O glycosylés). On les retrouve dans toutes les plantes vasculaires où elles peuvent être localisées dans divers organes : racines, tiges, feuilles et fruits (Bruneton, 1999).

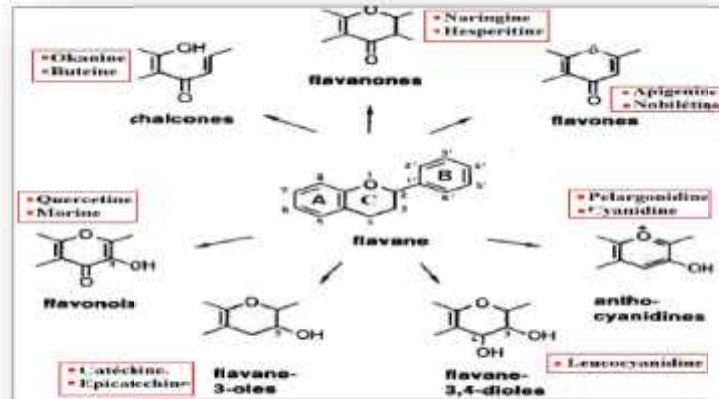


Figure 3 : Les différents types de flavonoïdes (Louis, 2004).

### C -Propriétés biologiques

Les flavonoïdes sont considérés comme des micronutriments importants puisqu'ils peuvent jouer des rôles antioxydants ou posséder des propriétés biologiques diverses (Milane, 2004).

La principale propriété initialement reconnue aux flavonoïdes est d'être "veino-actifs", c'est-à-dire capables de diminuer la perméabilité des capillaires sanguins et de renforcer leur résistance (Bruneton, 1999).

Ils possèdent une activité anti-allergique, anti-inflammatoires et anti-tumorale (Bruneton, 1999).

#### I.1.3. Les tanins

Ce sont des composés polyphénoliques, solubles dans l'eau, dont les masses molaires se situent entre 500 et 3000. En plus de présenter les réactions caractéristiques des phénols en général, ils sont capables de précipiter les alcaloïdes, la gélatine et les autres protéines (Stevanovic, 2005). Cette réactivité avec les protéines est à l'origine des propriétés tannantes qu'ils exercent sur le collagène de la peau au cours de la transformation de la peau en cuir, la rendant imputrescible et moins perméable à l'eau. Les tanins sont très répandus dans le monde végétal, leur teneur et leur nature varient d'une espèce à l'autre. On distingue, d'après leur structure et leurs propriétés, deux types de tanins : les tanins hydrolysables et les tanins condensés.

➤ **Tanins hydrolysables:** Ils sont caractérisés par le fait qu'ils peuvent être dégradés par hydrolyse chimique ou enzymatique. Ils libèrent alors une partie non phénolique (le plus souvent du glucose ou de l'acide quinique) et une partie phénolique qui peut être de l'acide gallique (Macheix *et al.*, 2005).

➤ **Tanins condensés:** Ce sont des oligomères ou des polymères de flavane –3–ols dérivés de la catéchine ou de ses nombreux isomères. À la différence des tanins hydrolysables, ils ne s'hydrolysent pas sous l'action des acides dilués (Macheix *et al.*, 2005).

## **I.2. Les terpénoïdes**

Les terpènes constituent une famille de composés largement répandus dans le règne végétal. Leur particularité structurale la plus importante est la présence dans leur squelette d'une unité isoprénique (Lamarti *et al.*, 1994), ils sont formés de l'assemblage d'un nombre entier d'unités penta carbonées ramifiées dérivées du 2-méthylbutadiène, appelées unités isopréniques (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>)<sub>n</sub>. Ces squelettes peuvent être arrangés de façon linéaire ou bien former des anneaux.

## **I.3. Les hétérosides**

Les hétérosides ou glycosides sont des molécules formées par combinaison d'oses et de substances non glucidiques appelées aglycones ou génines. Ce sont les composés secondaires les plus anciennement connues. Ils forment des substances de réserve localisées dans les vacuoles cellulaires (Chenni, 2010).

## **I.4. Les alcaloïdes**

Les alcaloïdes sont parmi les premiers produits naturels isolés de plantes médicinales. Il a été constaté qu'ils contiennent des bases azotées qui forment des sels avec les acides. Ils sont chimiquement des matières organiques composés de carbone, d'hydrogène, d'azote et d'oxygène (Schauenberg et Paris, 2005).

Les alcaloïdes sont des substances particulièrement intéressantes pour leurs activités pharmacologiques qui s'exercent dans des domaines variés :

- Au niveau du système nerveux central, qu'ils soient anti dépresseurs (morphine, scopolamine) ou stimulants (strychnine, caféine).
- Au niveau du système nerveux autonome : sympathomimétiques (éphédrine) ou sympatholytiques, parasympathomimétiques, anticholinergiques et ganglioplégiques (Bruneton, 1999).

## **I.5. Autres principes actifs**

### **a- Les anthocyanidines**

Les anthocyanidines sont toujours hydroxylés en position 3, elles se caractérisent par l'absence du groupe hydroxyle à la position 4. Les anthocyanidines les plus abondants sont: la pélargonidine, la cyanidine et la péonidine(Boudjouref , 2011).

### **b- Les saponosides**

Le nom saponoside est dérivé du mot latin *sapo* qui veut dire savon, qui évoque le caractère moussant de leur solution aqueuse. Ce pouvoir tensio-actif est dû au caractère amphiphile des molécules, à la fois lipophile (la partie aglycone ou génine) et hydrophile (la partie osidique).

Les saponosides sont des composés, pour la plupart, très polaires et sont souvent retrouvés sous forme de mélanges complexes dans la plante. Ils possèdent en outre un large spectre de propriétés biologiques et pharmacologiques notamment des propriétés immunomodulatrice, immunoadjuvante, cytotoxique, antitumorale et hypocholestérolémiant (Boutaghane, 2013).

## *Matériel et méthodes*

---

## I. Matériel végétal

Deux plantes sont retenues pour cette étude : le cactus inerme (*Opuntia ficus indica*) et le thym (*thymus lanceolatus*). La collecte de ces plantes est effectuée en plein hiver pour l'*Opuntia* et en début de printemps pour le thym a été récolté de la commune messoude boujriou (bouhssan abd allah) de constantine en 30 mars 2016, d'une région semi-aride de Constantine.

La récolte des plantes est effectuée très soigneusement de manière à ne pas détériorer les éléments organiques et minéraux présents. Les produits testés sont extraits de la partie aérienne des plantes (raquettes et feuilles). Les raquettes de cactus sont coupées à l'aide d'une machette, en petits cubes d'une taille approximative de 50 mm X 30mm puis sont séchées à 50°C dans une étuve ventilée. Les feuilles du thym sont coupées aux ciseaux des parties aériennes de la plante puis séchées dans l'ombre et à l'air libre. Les échantillons sont ensuite broyés et tamisés à travers un tamis de 1mm. Ils sont en fin conservés dans des récipients clos jusqu'à leur utilisation pour l'extraction des extraits bruts.

## II. Protocole expérimental

### II.1. Préparation des extraits bruts

10 g de la matière sèche de l'échantillon de plante est mélangé avec 100 ml du solvant d'extraction (méthanol). L'ensemble est agité pendant 30 minutes. Après la macération pendant 24 heures et à 4°C, l'ensemble est filtré sur papier Whatman N°. 1 par une filtration sous vide (Figure 4). Les filtrats sont ensuite évaporés presque à sec au moyen d'un évaporateur rotatif (Monta *et al.*, 2009) (Figure 5). Les résidus secs pesés sont repris par 10 ml de méthanol.



**Figure 4:** filtration sous vide du macérât.





**Figure 5** : Evaporation des échantillons à 60°C.

## **II.2. Détermination du rendement (R)**

Le poids de l'extrait sec est déterminé par la différence entre le poids du ballon plein (après l'évaporation) et le poids du ballon vide (avant l'évaporation) (Mohammedi Z, 2006).

$$\mathbf{R \% = \text{masse d'extrait sec} / \text{masse de la matière végétale} \times 100.}$$

## **II.3. Phytochimie des extraits**

L'examen phytochimique permet de détecter la présence ou l'absence des constituants chimiques, essentiellement les composés phénoliques, les tanins et les flavonoïdes. La mise en évidence s'effectue par des tests phytochimiques réalisés, généralement sur les extraits déjà préparés ou directement sur la poudre d'échantillon à analyser (Trease et Evans, 1987).

### **II.3.1. Dosage des polyphénols totaux**

Les polyphénols sont dosés par la technique colorimétrique de Folin Ciocalteu (Makkaret *et al.*, 1993). Un aliquote de 50 µl de l'extrait est mélangé à 950 µl d'eau distillée et 500 µl Folin Ciocalteu (1N), de et 2,5 ml de carbonate de sodium ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  à 20%) (Annexe 1). Le développement d'une couleur bleue est obtenu après incubation à l'obscurité et à température ambiante pendant 40 minutes. L'absorbance est mesurée à 725 nm. Les résultats sont rapportés à une courbe étalon standard, ils sont exprimés en équivalent d'acides galliques (Annexe 2).

### II.3.2. Dosage des flavonoïdes

Le dosage des flavonoïdes est déterminé par la méthode de Djeridane *et al.*, (2006) . 1 ml de l'extrait brut est mélangé avec 1 ml d' $AlCl_3$  (2%) (Annexe 1). Après 15 minutes d'incubation à une température ambiante, l'absorbance du mélange est mesurée à 430 nm. La teneur en flavonoïdes, est déterminée à partir d'une équation de la régression linéaire déduite de la courbe d'étalonnage. Elle est exprimée en microgramme d'équivalent de quercétine par milligramme d'extrait (Annexe 2).

### II.4. Etude des activités biologiques « antimicrobiennes » des extraits bruts

Dans cette étude les pouvoir antibactérien et antifongique des extraits bruts du cactus et du thym sont testés par la méthode de diffusion à partir d'un disque solide sur différentes espèces bactériennes et fongiques préalablement isolées.

#### II.4.1. Souches microbiennes

Les souches étudiées dans ce travail proviennent de la collection référenciée du laboratoire de Mycologie, de Biotechnologie et de l'activité Microbienne (LaMyBAM). Il s'agit de :

- Souches bactériennes, Gram positif : *Staphylococcus aureus* et Gram négatif : *Escherichia coli*.
- Souches fongiques : *Candida albicans* et *Alternaria .sp.*

#### ❖ *Candida albicans*

*Candida albicans* est l'espèce de levure la plus importante du genre *Candida* (Yakhlef, 2010). Elle provoque des infections fongiques (candidose) essentiellement au niveau des muqueuses digestive et gynécologique (Gloria *et al.*, 1998). Les candidoses sont une cause importante de mortalité chez les patients immunodéprimés comme les patients atteints du sida, les patients cancéreux sous chimiothérapie ou après transplantation de moelle osseuse (Yakhlef, 2010).

Les candidoses orale et œsophagienne sont fréquentes chez le patient atteint du sida, Lorsque *Candida* s'infiltré dans le flux sanguin, l'infection devient systémique et on parle

alors de candidémie. *C. albicans* peut donner également une multitude d'autres infections car il s'agit d'un pathogène opportuniste très polyvalent : il peut être responsable d'infection superficielle cutanée, causer un érythème fessier chez les nouveau-nés, une bronchopneumonie et/ou une pneumonie, une vaginite, une balanite ou être responsable d'infections profondes (Yakhlef, 2010).

❖ *Alternaria sp.*

Ce sont des champignons fréquents dans l'environnement. Ils appartiennent aux moisissures atmosphériques. Ils peuvent être isolés de végétaux très divers. *Alternaria* comprend près de 275 espèces (Simmons, 2007) avec des modes de vies saprophytes et phytopathogènes (agent de l'alternariose) qui peuvent affecter les cultures sur champ ou produits végétaux pendant la récolte et post-récolte (Logrieco *et al.*, 2009). Les *alternaria* sont donc des champignons très communs et cosmopolites. Il peuvent se trouver sur des substrats très variés : plantes, sols, textiles, grains (Linas *et al.*, 1999). L'air joue un rôle important dans la dispersion de leurs spores. Ces dernières sont infectieuses déterminant le plus souvent des formes cliniques cutanéopidermiques favorisées par certains facteurs : diabète mal équilibré et corticothérapie (Badillet, 1991). Les spores fongiques produisent aussi des protéines allergènes qui peuvent causer des maladies immunotoxiques, tels que l'asthme (D'Amato et Spieksma, 1995).

❖ *Staphylococcus aureus*

*Staphylococcus aureus* fait partie de la flore humaine et est surtout présent dans le nez et sur la peau (Carine, 2010). Ce germe est un pathogène opportuniste qui peut causer diverses maladies chez les humains, allant des affections qui évoluent spontanément vers la guérison à des pathologies mortelles (Benzeggouta, 2005). De nombreuses souches produisent des entérotoxines staphylococciques, la toxine superantigénique du syndrome de choc toxique et des toxines exfoliatives (Carine, 2010). Cette bactérie est une des principales causes de toxi-infections alimentaires, résultant de la consommation d'aliments contaminés par des entérotoxines (Carine, 2010).

❖ *Escherichia coli*

*Escherichia coli* est un type de coliforme fécal (Jean, 2008). La plupart des souches d'*E. Coli* sont inoffensives et ont une fonction utile dans le corps en arrêtant la croissance des

espèces bactériennes nuisibles (Benzeggout, 2005). Cependant, quelques souches peuvent être des pathogènes opportunistes, tandis que d'autres peuvent causer des maladies gastro-intestinales chez les gens sains. Quelques groupes de souches d'*E. Coli* sont aussi responsables de diarrhées (Benzeggout, 2005).

#### **II.4.2. Milieux de culture**

Les milieux de culture utilisés pour la réalisation des tests antimicrobiens sont les suivants :

- La gélose Sabouraud (Annexe 3) est utilisée pour l'isolement et l'entretien de la levure et l'étude de sa sensibilité vis-à-vis des extraits.
- La gélose MH (Annexe 3) pour l'étude de la sensibilité des bactéries aux différents extraits de plantes.

Les géloses sont coulées dans des boîtes de Pétri stériles de 90 mm de diamètre. L'épaisseur de la gélose est de 4 mm répartie uniformément dans les boîtes. Ces dernières sont séchées 30 minutes à une température ambiante du laboratoire avant leur emploi (Bassole *et al.*, 2001).

#### **II.4.3. Etapes préliminaires**

##### **II.4.3.1. Préparation de l'inoculum**

Des colonies bien séparées des espèces fongiques concernées sont prélevées à l'aide d'une anse de platine stérile et homogénéisées dans 9 ml d'eau physiologique stérile à 0,9 % (Annexe 3). Les souches bactériennes sont prélevées directement à partir des cultures bactériennes préalablement préparées dans un bouillon nutritif. L'opacité de la suspension microbienne doit être à une concentration adéquate.

##### **II.4.3.2. Ensemencement**

Un volume de 10 µl de la suspension microbienne est prélevé à l'aide d'une micropipette stérile, puis est déposée sur la surface de la gélose. Des stries serrées sont ensuite effectués par un écouvillon sur la totalité de la surface gélosée (gélose MH pour le test de l'activité antibactérienne et gélose Sabouraud pour le test antifongique), sèche, de haut en bas (Badr *et al.*, 2007). Finir l'ensemencement en passant l'écouvillon sur la périphérie de la gélose (Zeghad, 2009).

#### II.4.3.3. Préparation des disques

Des disques de papier Whatman n°1 de 6 mm de diamètre, stériles (stérilisation à 120°C pendant 20 minutes par autoclavage), sont chargés avec 10, 20 et 30 µl des extraits bruts des plantes à testées (*Opuntia ficus indica* et de *thymus lanceolatus* Desf) à l'aide de micropipettes stériles. Des disques imprégnés de méthanol (30 µl) sont également utilisés comme témoin pour déterminer la sensibilité de chaque souche microbienne testée. Les disques sont ensuite placés à la surface de la gélose de chaque boîte de pétrie à l'aide d'une pince stérile (Bolou *et al.* , 2011 ).

#### II.4.4. Méthode de diffusion à partir d'un disque solide (contact direct)

La méthode de diffusion à partir d'un disque solide est utilisée pour mettre en évidence l'activité antifongique et anti bactérienne des germes pathogènes vis-à-vis des extraits bruts d'*Opuntia ficus indica* et de *thymus lanceolatus* (Yakhlef, 2010).

A l'aide d'une pince stérile, les disques de papier Whatman préalablement préparés sont déposés à la surface d'un milieu gélosé MH (pour le test antibactérien) et sur le milieu Sabouraud (pour le test antifongique) préalablementensemencés par les suspensions microbiennes à des distances déterminées (Bárbara *et al.*, 2011). L'extrait diffus à partir du disque et sa concentration est d'autant plus faible que l'on s'éloigne du disque (Abdolrasoul *et al.*, 2010). Chaque disque est entouré d'une auréole d'inhibition de la croissance microbienne (Nacim *et al.*, 2011).

Chaque boîteensemencée contient 4 disques dont un disque témoin (méthanol). Trois répétitions sont utilisées pour chaque souche. Une quatrième boîte de Pétrie contenant uniquement la souche microbienne sans disques, est utilisée comme blanc dans cette étude. Toutes les boîtes de Pétrie sont d'abord laissées pendant 1h à la température ambiante pour une pré- diffusion des substances, avant d'être incubées à 37C° à l'étuve pendant 72h pour les souches bactériennes, et à 30 C° pendant une semaine pour les souches fongiques.



**Figure 6:** Les boîtes de pétries contenant les disques etensemencées avant l'incubation.

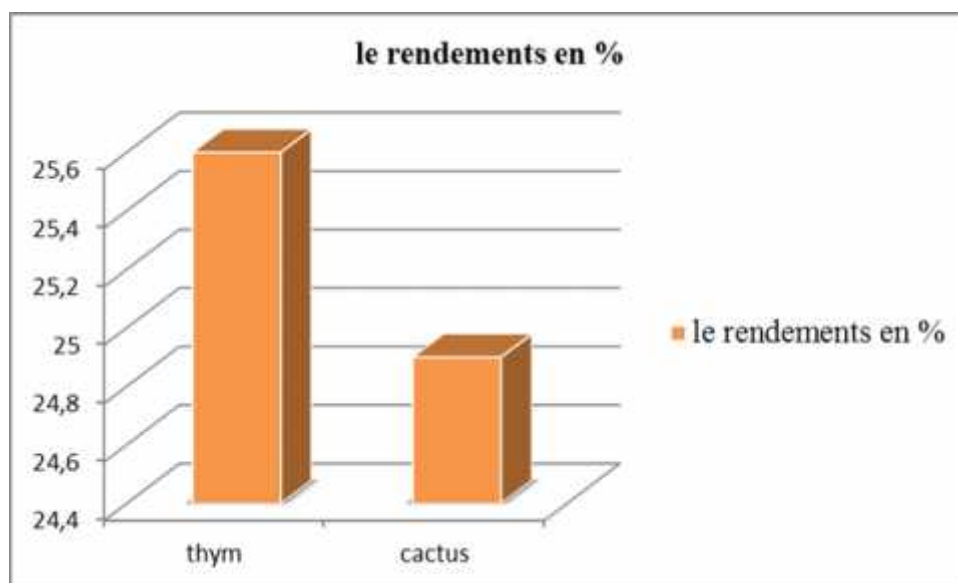
## *Résultats et discussion*

---

## I. Etude phytochimique

### I.1. Le rendement des extraits

Les extraits méthanolique des deux plantes ont été préparés à partir de la poudre de la partie aérienne du thym et du cactus. La figure 7 présente les valeurs obtenues pour le rendement des extraits méthanolique des deux plantes étudiées.



**Figure7** : Histogramme des rendements des différents extraits bruts du *Thym* et du *Cactus*.

Les calculs du rendement par rapport au poids sec de la poudre végétale montre que le thym représente le rendement le plus élevé (25.6%) relativement au cactus qui semble avoir une valeur plus faible (24.9%). Cette différence de rendement entre les extraits peut s'expliquer par la composition chimique qui diffère d'un extrait à l'autre.

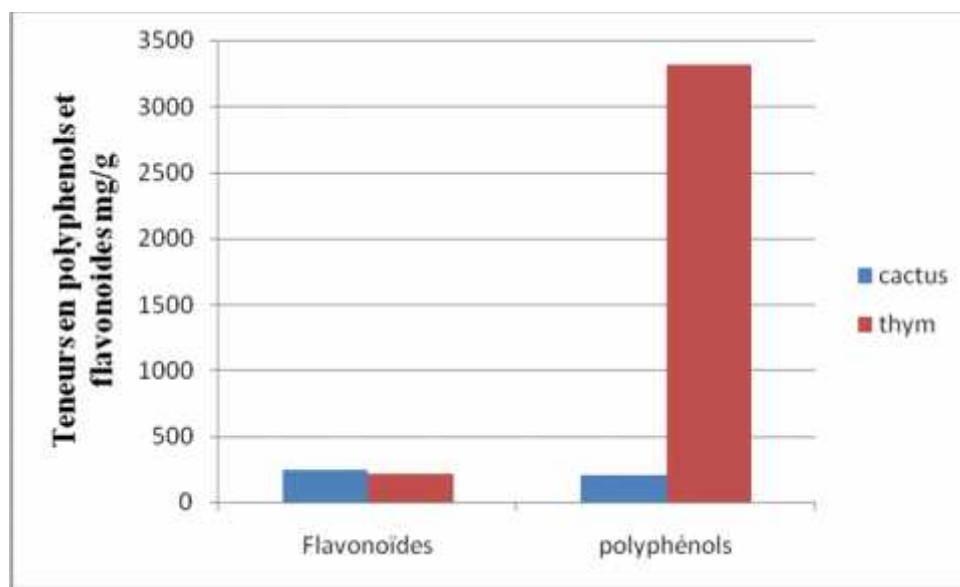
Néanmoins, il est difficile de comparer ces résultats avec ceux de la bibliographie, car le rendement n'est que relatif et semble être lié aux propriétés génétiques ainsi qu'à l'origine géographique, aux conditions et à la durée de stockage de la récolte et aussi aux méthodes d'extraction appliquées (Halimi, 2015).



## I.2. La teneur en polyphénols totaux

Les tests phytochimiques ont été réalisés sur les extraits des raquettes d'*Opuntia ficus indica* et des feuilles du *thymus lanceolatus*.

Les résultats obtenus pour les polyphénols totaux et les flavonoïdes contenus dans les extraits bruts étudiés sont illustrés dans la figure 8.



**Figure 8:** Teneurs en polyphénols et en flavonoïdes des extraits bruts.

D'après ces résultats, une variabilité des teneurs en phénols totaux est constatée, avec la teneur la plus élevée pour l'extrait méthanolique du *thymus* (3310 mg/g) et la plus faible pour *Opuntia ficus indica* (250 mg/g). Ces résultats sont en contradiction avec ceux de la littérature, en effet, les teneurs rapportées par Yakhlef (2010) (165,45mg/g) pour des extraits bruts de *thymus vulgaris*, sont nettement inférieure par rapport aux résultats obtenus dans cette présente étude. Par ailleurs, Blarbi (2010) a trouvé dans son étude sur des extraits bruts d'*O.f.indic*, des teneurs en phénols totaux plus élevées (270mg/g). Dans une autre étude conduite par (Halimi, 2015), une gamme de valeur allant de 15,4 à 318 mg/g d'extrait est obtenue pour la concentration en polyphénols dans différents extraits de raquettes d'*Opuntia ficus indica*. Il est à noter que nos résultats se situent dans cet intervalle.

Ces variations peuvent s'expliquer par le fait que la quantité des composés phénoliques des extraits de plantes dépend essentiellement : de leur origine (Zadeh *et al.*, 2008), la variété, la saison de culture, la saison de récolte, les conditions climatiques et environnementales, la

localisation géographique, les différentes maladies qui peuvent affecter la plante, la maturité de la plante (Park et Cha, 2003) et la durée de conservation (Zgüven *et al.*, 1998).

### **I.3. La teneur en flavonoïdes**

Les teneurs en flavonoïdes des extraits de raquettes d'*Opuntia ficus indica* et de *thymus lanceolatus* sont illustrées dans la figure 8.

La raison principale pour laquelle on a choisi cette classe de polyphénols, réside dans le fait que les flavonoïdes constituent la classe polyphénolique la plus importante, avec plus de 5000 composés déjà décrits (Caravaca *et al.*, 2006).

Les résultats du dosage de flavonoïdes révèlent que les extraits bruts de cactus et de thym contiennent des valeurs proches, avec 240 mg/ et 200 mg/g, respectivement.

Les teneurs en flavonoïdes rapportées par mémoire Yakhlef (2010) (7,68 mg/g) sur l'extrait de *thymus vulgaris*, sont nettement inférieure par rapport à nos résultats. Alors que la valeur obtenue pour le cactus est similaire à celle rapportée par Belarbi (2010), qui en étudiant les extraits bruts d'*Opuntia ficus indica* a trouvé une valeur de 224mg/g. Par ailleurs, les teneurs rapportées par Chougui *et al.*, (2013), sur les différents extraits d'*O.f.indica*, sont très élevées par rapport à nos résultats, cette différence trouve probablement son explication dans la différence du standard utilisé pour le dosage des flavonoïdes.

Toutefois, il est difficile de comparer ces résultats avec ceux de la bibliographie car l'utilisation de différentes méthodes d'extraction réduit la fiabilité d'une comparaison entre les études. D'après l'étude de lechheb (2010), la teneur en flavonoïdes diffère selon le type de solvant utilisée et elle est influencée par le temps d'extraction.

Il ressort de l'étude phytochimique que les extraits bruts d'*Opuntia ficus indica* et de *thymus* contiennent des teneurs intéressantes en composés phénoliques. Par ailleurs, le thym est beaucoup plus riche en composés phénoliques totaux qu'en flavonoïdes. Par contre les raquettes de cactus renferment plus de flavonoïdes.

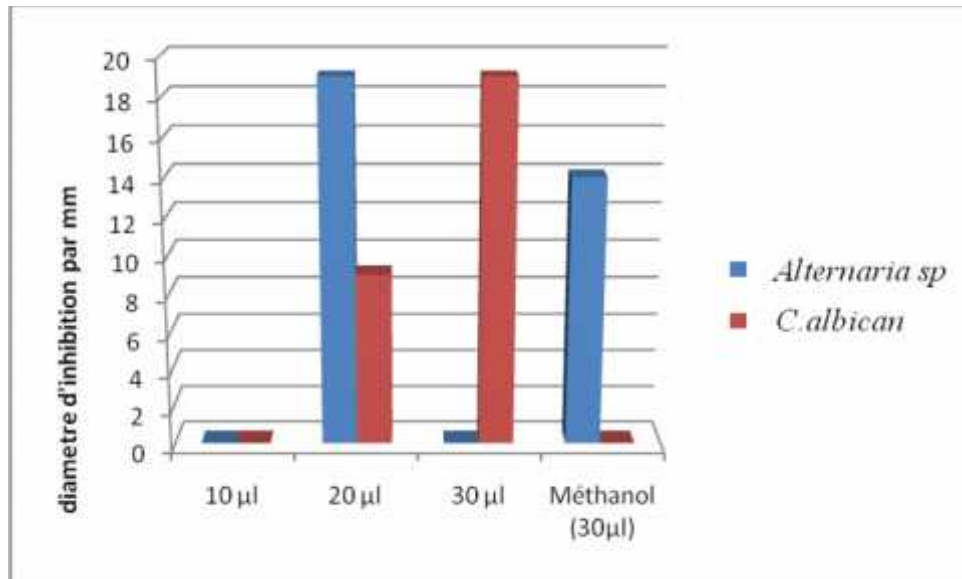
## II. Etude des activités biologiques

### II. 1. Activité antifongique

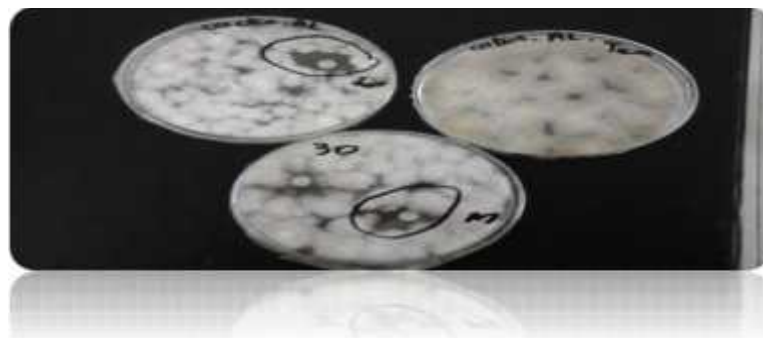
L'activité antifongique des extraits bruts des deux plants étudiés a été réalisée par la méthode de contact direct. Le pouvoir antimicrobien est obtenu par la mesure des diamètres des zones d'inhibition (Dmm) selon l'échelle citée par Mutai *et al.*, (2009). Les observations effectuées sur les effets des extraits de raquettes d'*O.f.indica* et des feuilles de *Thymus lanceolatus* après une semaine d'incubation à 30°C sur la croissance des souches fongiques testées : *Candia albicans* et *Alternaria sp.* sont représentées dans les tableaux 5 et 6 et les figures 9 et 12

**Tableau 5** : Les diamètres des zones d'inhibition autour des disques de l'extrait d' *O.f.indica*.

Les plantes	Le dosage des extraits brut	<i>Alternaria sp</i>	<i>C .albicans</i>
<i>O.f.indica</i>	10 µl	–	–
	20 µl	<b>19mm</b>	<b>9 mm</b>
	30 µl	–	<b>19mm</b>
	Méthanol (30µl)	<b>14mm</b>	–



**Figure 9 :** Histogramme des zones inhibitrices de l'extrait brut de l'*O. f.indica* sur les souches fongiques.



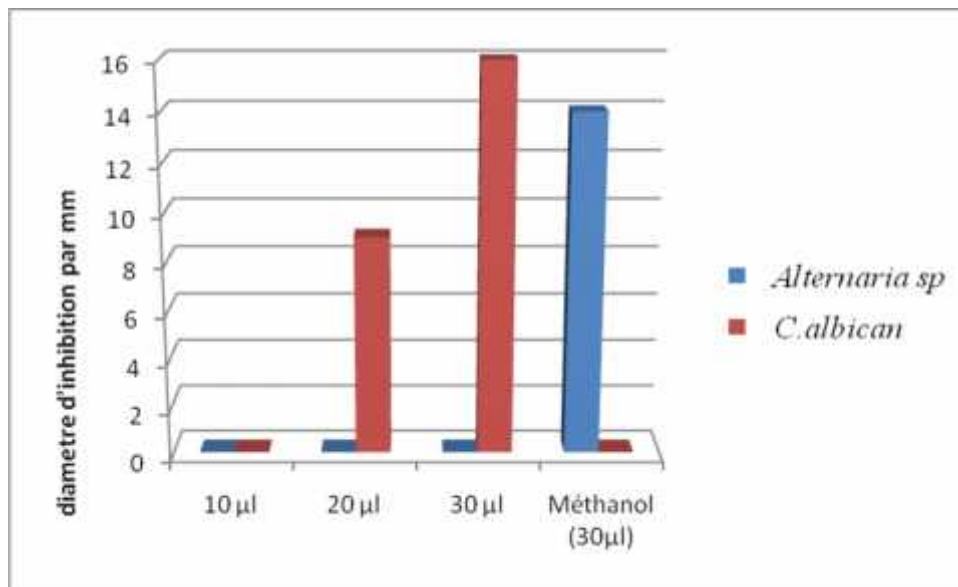
**Figure10 :** zones d'inhibition d' *O. f.indica* sur *Alternaria sp*.



**Figure11 :** zones d'inhibitions d' *O. f.indica* sur *Candida albicans*.

**Tableau 6 :** Les diamètres des zones d'inhibition autour les disques de l'extrait du *Thymus lanceolatus*.

Les plantes	Le dosage des extraits brut	<i>Alternaria sp</i>	<i>C .albicans</i>
<i>Thymus lanceolatus</i>	10 µl	–	–
	20 µl	–	<b>9mm</b>
	30 µl	–	<b>16mm</b>
	Méthanol (30µl)	<b>14mm</b>	–



**Figure 12:** Histogramme des zones inhibitrices de l'extrait brut de *T. lanceolatus* Sur les souches fongiques.



**Figure13** : zones d'inhibition de *Thymus lanceolatus* sur *Alternaria sp.*



**Figure14** : zones d'inhibition de *Thymus lanceolatus* sur *Candida albicans*.

Les résultats obtenus pour l'activité antifongique vis-à-vis de *Candida albicans* et *Alternaria sp.* sont regroupés dans les histogrammes précédents. Selon l'échelle citée par mutai *et al.*, 2009, Une souche fongique est considérée sensible aux différents agents antimicrobiens, lorsque le diamètre de la zone d'inhibition est situé entre 9 et 19 mm.

D'après les résultats du test antifongique, nous observons des diamètres de la zone d'inhibition situés entre 9 et 19 mm. L'extrait méthanolique de *Thymus lanceolatus* et d'*O.f. indica* dévoile une activité antifongique importante vis-à-vis de *Candida albicans*, par contre *Alternaria sp.* Semble être résistante.

*Candida albicans* est donc sensible (9mm D 19 mm) aux deux types d'extraits étudiés. La zone d'inhibition augmente avec la concentration des extraits de cactus (D= 9 et 16 mm, pour les doses 20  $\mu$ l et 30  $\mu$ l, respectivement) et du thym (9 mm et 19 mm, pour les doses 20  $\mu$ l et 30  $\mu$ l, respectivement). Cette sensibilité est probablement en relation avec les concentrations élevées en métabolites secondaire (flavonoïdes, polyphénols) des deux types d'extraits. Ces composés peuvent traverser les membranes cellulaires, pénètrent ainsi à l'intérieur de la cellule et interagissent avec des sites critiques intracellulaire tels que les enzymes et les protéines, ce qui conduit à la mort cellulaire. (Omidbeygi *et al.*, 2007 ; Cristani *et al.*, 2007).

Plusieurs études ont été menées pour comprendre le mécanisme d'action des extraits de plantes. Plusieurs chercheurs attribuent cette fonction aux composés phénoliques. Ces composés peuvent interférer avec les biomembranes en causant des dommages cellulaires et provoquant la fuite de matériaux cellulaires et finalement la mort des microorganismes (Mshvildadze *et al.*, 2000 ; Veldhuizen *et al.*, 2006 ).

C'est un mécanisme possible par lequel la croissance mycélienne peut être réduite ou totalement inhibée par l'effet des extraits en agissant sur la fonctionnalité et la structure de la membrane cellulaire (Sikkema *et al.*, 1995).

Le témoin « méthanol 60° C » n'a exercé aucune activité inhibitrice sur *Candida albicans*, les colonies se développent normalement en sa présence, donc c'est un bon diluant pour ces extraits. Nos résultats sont accord avec ceux du littérateur (kachkar, 2008).

Pour le deuxième essai effectué sur *Alternaria sp.* les résultats montrent qu'*Alternaria sp.* est résistante aux différents extraits des plantes étudiées et à toutes les doses testées. En revanche, elle est sensible au méthanol (témoin, D= 14mm pour les deux plantes). Une zone d'inhibition de 19mm est observée pour la dose 20µl d'extrait d'*Opuntia ficus indica*, mais reste non significative car le méthanol peut avoir interféré sur le résultat.

Nos résultats ne s'accordent pas avec ceux de (Triki *et al.* , 2012 ) qui ont montré que de nombreux champignons tel que *Alternaria tenuis* se sont révélés sensibles aux *Alliacées* ou à d'autre plantes et à leurs extraits.

Il n'est pas possible d'expliquer la cause précise d'absence inhibitions observées sur la moisissure *Alternaria sp.* En effet, les différents extraits contiennent un ensemble de molécules et on ne sait pas si l'inhibition est provoquée par une ou par plusieurs molécules. Cela peut s'expliquer cependant par l'accessibilité directe de la paroi des levures et ce n'est pas le cas pour les moisissures protégés par la structure mycélienne rigide, en effet, certains auteurs ont mentionnés que leur paroi est constituée de trois polysaccharides : - 1,3 glucane, la chitine et la mannane associées par des liaisons chimiques (Farkas *et al.*, 1985).

## II.2.Activité antibactérienne

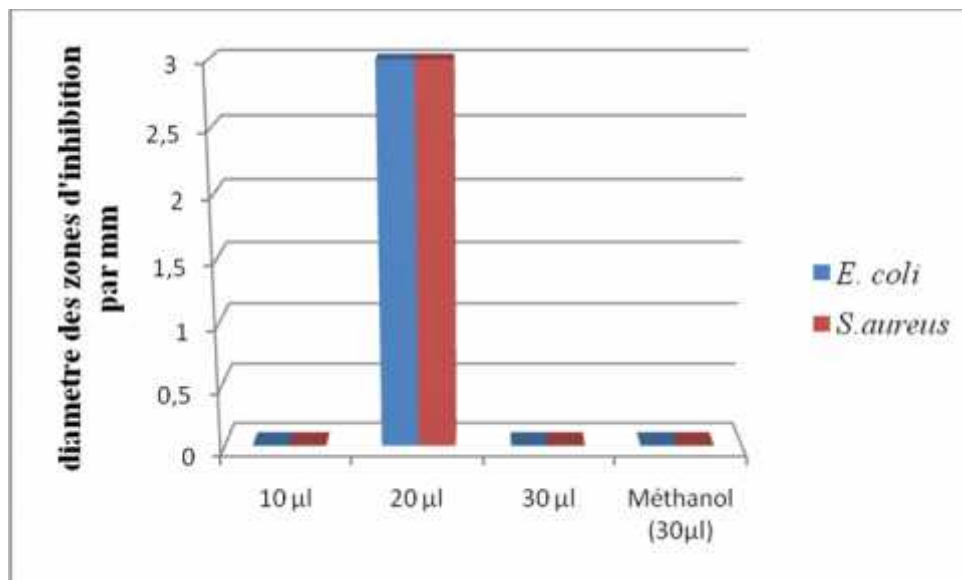
L'évaluation de l'activité antibactérienne des extraits bruts de *Thymus lanceolatus* et d'*Opuntia ficus indica* est estimée en terme de diamètre de la zone d'inhibition autour des disques contenant l'extrait méthanolique à différentes concentrations des deux plantes à tester

vis-à-vis de deux germes pathogène (*E. Coli* et *S. aureus*) après 3 jours d'incubation à une température adéquat de 37 °C.

Les figures 15 et 18 et les tableaux 7 et 8 ci- dissous présentent les valeurs en mm des zones d'inhibition atteintes avec les souches étudiée

**Tableau 7:** Diamètre des zones d'inhibition de *E. coli* et *S. aureus* par *Thymus lanceolatus* (en mm).

Les plantes	Le dosage des extraits brut	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>
<i>Thymus lanceolatus</i>	10 µl	–	–
	20 µl	3 mm	3 mm
	30 µl	–	–
	Méthanol (30µl)	–	–



**Figure15:** Histogramme des zones inhibitrice pour *E. coli* et *S. aureus* d'extraits bruts de *T. lanceolatus* .





**Figure16:** zone d’inhibition de *T. lanceolatus* sur *E. coli*.



**Figure17:** zone d’inhibition de *T. lanceolatus* sur *S. aureus*.

**Tableau 8:** Diamètre des zones d’inhibition de *E. coli* et *S. aureus* par *Opuntia ficus indica* (en mm).

Les plantes	Le dosage des extraits brut	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>
<i>Opuntia ficus indica</i>	10 µl	–	–
	20 µl	4 mm	–
	30 µl	–	–
	Méthanol (30µl)	–	5 mm

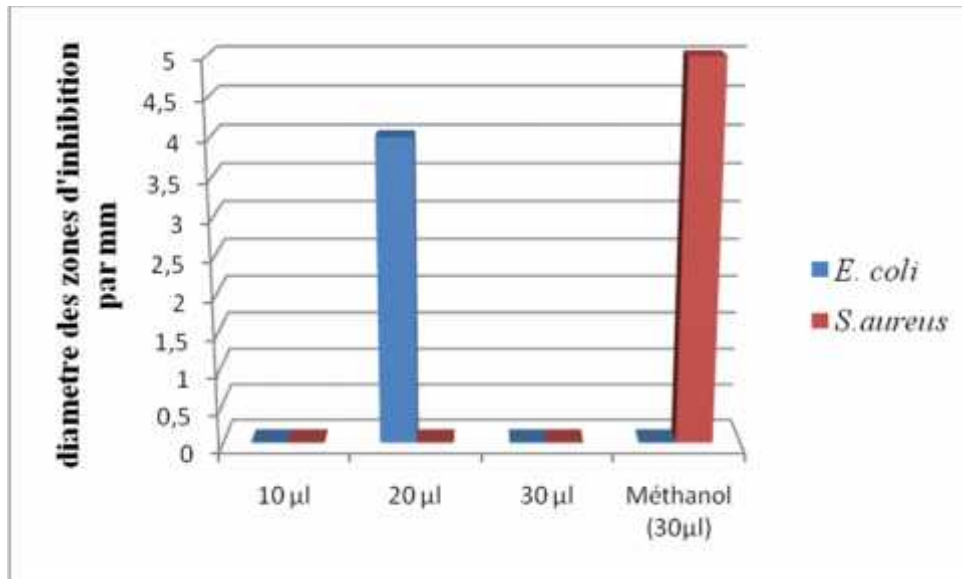


Figure 18 : Histogramme des zones inhibitrices *E. coli* et *S. aureus* d'extraits bruts

*O. f. indica*.



Figure 19: zone d'inhibition d'*O. f. indica* sur *E. coli*.



Figure 20: zone d'inhibition de d'*O. f. indica* sur *Staphylococcus aureus*.

Il ressort de l'étude de l'activité antibactérienne que les extraits méthanolique de *Thymus lanceolatus* et d'*Opuntia ficus indica* présentent une très faible activité antibactérienne vis-à-vis des deux souches bactériennes (*Staphylococcus aureus* et *E. Coli*), où il est apparu des zones d'inhibition différentes d'une bactérie à une autre et d'un extrait à un autre. Les diamètres des zones d'inhibition apparaissent uniquement à une concentration de 20 µl d'extrait d'*Opuntia ficus indica* (D= 4 mm pour *E. coli*) et de *Thymus lanceolatus* (D= 3mm pour *E. Coli* et *Sataphylococcus aureu* ). Par ailleurs le méthanol qui a été utilisé comme témoin dans cette étude manifeste un effet sur *Staphylococcus aureus* avec un diamètre de 5 mm et aucun effet sur *E. coli*.

Selon l'échelle de l'estimation d'activité antimicrobienne, une souche bactérienne est considérée comme étant résistant aux agents antibactériens lorsque le diamètre d'inhibition est inférieur à 10mm par Djenadi (2011). Ce qui nous conduit à déduire que les souches étudiées dans ce travail sont résistantes aux différents extraits des plantes.

Nos résultats concernant l'extrait méthanolique d'*Opuntia ficus indica* sont en accord avec ceux trouvés par Dambri et chamekh (2014) qui ont montré que l'extrait méthanolique de l'espèce *Globularia alypumne* présente aucune activité vis-à-vis des germes *S. aureus* et *E. Coli*.

Les résultats obtenus avec l'extrait méthanolique de *T. lanceolatus* sont est comparé avec ceux trouvés par la thèse opuntia Halmi (2015), qui a montré que tous les extraits de raquettes d'opuntia sont inactifs contre *E. coli* et une résistance relative contre *S. aureus*. Nous avons obtenu des résultats moyennement proches, en revanche on a enregistré une plus grande résistance.

Les variations de la composition chimique peuvent probablement expliquer les différences observées dans l'activité antimicrobienne des extraits d'une même espèce végétale ou de plantes différentes. L'efficacité optimale d'un extrait peut ne pas être due à un constituant actif principal, mais à l'action combinée (synergie) de différents composés à l'origine de cet extrait (Essawi et Srour, 2000).

L'extrait méthanolique n'est pas actif sur la totalité des souches testées, cela peut être dû à la méthode ou le solvant utilisé pour l'extraction. En effet, Hayouni *et al.*, (2007) ont montré que la méthode d'extraction et la nature du solvant peuvent influencer l'activité antibactérienne des composés phénoliques. D'autre part la charge du disque influe sur l'activité antimicrobienne. Rasooli et ses collaborateurs (2008) ont remarqué que l'inhibition

de la croissance est forte lorsque le disque est plus chargé. Nous avons employé une quantité moyenne de 20µl d'extrait par disque, par rapport à Bari *et al.*, (2012) qui ont employé des fractions plus riches : 100 µl par disque.

Plusieurs travaux ont mis en évidence la grande sensibilité des bactéries Gram (+) par rapport aux Gram (-) (Turkmen *et al.*, 2007 ; Falleh *et al.*, 2008), ceci peut être attribuer à la différence dans les couches externes des bactéries Gram (-) et Gram (+). Ces travaux ne sont pas en accord avec nos résultats qui ont émergé une résistance d'*E. coli* et de *S.aureus* contre les extraits étudiés.

Des études ont suggéré que les polyphénols et les flavonoïdes se caractérisent par des propriétés antimicrobiennes (Mulinacci *et al.*, 2001). Cependant les tests antibactériens effectués sur les extraits des différentes plantes révèlent une absence totale d'effet inhibiteur contre la croissance des germes étudiés dans ce travail. Pour cela, la comparaison cas par cas de l'activité antimicrobienne de plusieurs extraits doit être basée sur le dosage d'un seul constituant actif.

## *Conclusion et perspectives*

---

Les plantes possèdent des milliers de substances actives à l'intérieur de leurs organes. De nos jours, l'utilisation des plantes médicinales en phytothérapie a reçu un grand intérêt dans la recherche biomédicale et devient aussi importante que la chimiothérapie. Ces remèdes naturels sont bien souvent très efficaces avec moins d'effets secondaires reconnus que beaucoup de médicaments de synthèse. Une grande partie de l'intérêt des recherches actuelles porte sur l'étude de ces molécules thérapeutiques d'origine naturelle. L'objectif primordial assigné par cette étude englobe le même contexte, afin d'évaluer les teneurs en principes actifs, les propriétés antifongique et antibactérienne des extraits brut méthanoliques des raquettes d'*Opuntia ficus indica* et des feuilles de *thymus lanceolatus*, plantes largement utilisées en médecine traditionnelle à travers le monde.

Dans ce travail, nous avons d'abord effectué des tests phytochimiques sur les extraits méthanolique d'*Opuntia ficus indica* et de *thymus lanceolatus* par des méthodes spectrophotométriques. L'évaluation du contenu en phénols totaux a été réalisée en adoptant la méthode de Folin ciocalteu et le dosage des flavonoïdes par la méthode d' $AlCl_3$ . Il ressort que les extraits bruts d'*Opuntia ficus indica* et de *thymus lanceolatus* contiennent des teneurs intéressantes en composés phénoliques. Par ailleurs, le thym est beaucoup plus riche en composés phénoliques totaux qu'en flavonoïdes. Les raquettes de cactus renferment en revanche plus de flavonoïdes.

Par la suite on s'est intéressé aux effets antibactériens et antifongiques des extraits bruts des plantes étudiées. Ces tests ont été réalisés sur des germes bactériens pathogènes : (*Escherichia coli* et *staphylococcus aureus*) et des souches fongiques également pathogènes (*Candida albican* et *Alternaria sp.*) par la méthode de diffusion à partir d'un disque solide. L'étude des activités biologiques révèle un effet antimicrobien des extraits uniquement contre *Candida albicans*, avec un effet dose dépendante. La dose 30 $\mu$ l d'extrait d'*Opuntia ficus indica* se distingue avec un diamètre important de la zone d'inhibition (19mm) suivie par celui de *Thymus lanceolatus* (16mm). Cette inhibition traduit probablement l'action antimicrobienne des composés phénoliques contenus dans les extraits étudiés. Cette action peut être expliquée par le mécanisme de toxicité de ces métabolites secondaires vis-à-vis des microorganismes qui se fait par des interactions non spécifiques telles que l'établissement des ponts hydrogènes avec les protéines des parois cellulaires ou les enzymes.

Cependant, il semble que chaque composé agit différemment sur les microorganismes. C'est-à-dire, qu'un composé peut avoir une action très importante sur un germe (la sensibilité de *Candida albicans* aux extraits testés) ou une action nulle sur d'autres (la résistance d'*Alternaria sp.*, *E.coli* et *S.aureus* vis-à-vis de tous les extraits étudiés).

En fin, l'ensemble de ces résultats obtenus *in vitro* ne constitue qu'une première étape dans la recherche de substances et source naturelle biologiquement active. En perspective :

- Evaluation d'autres effets biologiques *in vivo* des extraits bruts et de leurs composés actifs en utilisant différentes techniques.
- Réaliser des études à l'échelle moléculaire pour déterminer, d'une part les composés du thym et du cactus (notamment ce qui concerne l'identification et la purification des composés phénoliques) qui peuvent être responsables de tels effets et d'autre part, le mécanisme absolu par lequel ces composés accomplissent leurs effets antioxydants.
- Etudier d'autres propriétés (anti oxydantes, antidiabétiques, anti-inflammatoire et anti-tumorales...).

## *Références bibliographiques*

---



**Arba .(2009)** .Le cactus opuntia , une espèce fruitière et fourragère pour une agriculture durable au Maroc Rabat. Maroc. Pp14-16.

**Badillet. (1991).**lesAlternariosecutané .revue générale .j.mycol.Méd .118 :59- 71.

**Bahri, O. (2013)** .potentialisation thérapeutique d'*Opuntia ficus indica* au Maroc et en Tunisie.

**Barbera et al., (1992 )**; **Nerd et Mizrahi, (1994).** Past and role of the Indian-figpricklypear*Opuntiaficus-indica* (L.) Miller, Cactaceae in the agriculture of Sicily. Economic Botany. Pp 10-20.

**Bari ,M.N., Zubair ,M., Rizwan, K., Rasool ,N., Bukhari, I.H., Akram, S., Bokhari T.H., Shahid M., Hameed ,M., Viqar, U.A.(2012).** Biological Activities of *OpuntiaMonacantha*Cladodes. J. CHem. Soc. Pak. Pp 990-995.

**Bazylo et Strzelecka .(2007).**Natural flavonoid as antimicrobial agents.*Journal of the American Nutraceutical Association.*, **7** (2) : 24-26.

**Bekhechi,C, Bekkara,F.A., Abdelouahid,D.E., et al. (2007).**,**Hazzit, M., Baaliouamer, A., Veríssimo,A.R., etal.,(2009).**Composition and antibacterial activity of the essential oil of *Thymus fontanesii* Boiss. etReut. FromAlgeria.JEssent Oil Res ; 19:594–6

**Belaoura ,A., Meghazzi,A. (2013).**Etude phytochimique d'une plante médicinale appartenant à la famille des Liliacées (Liliaceae). Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Master. Université de Constantine 1..Pp 2.

**Belaoura, A., Meghazzi, A.(2013).** Etude phytochimique d'une plante médicinale appartenant à la famille des Liliacées (Liliaceae). Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Master. Université de constantine 1.Pp 2.

**Benmiloud , K.(2014).** Criblage phytochimique , activités antioxydants et anticandidose des extraits de *Nepeta amethystina* (Gouzeia). Mémoire Présenté pour l'obtention du Diplôme de Master en Chimie. Université Abou BakrBelkaidTlemcen.Pp 1.

**Benmiloud , K. (2014).** Criblage phytochimique, activitésantioxydantesetanticandidose des extraits de *Nepetaamethystina* (Gouzeia). Mémoire Présenté pour l'obtention du Diplôme de Master en Chimie. UniversitéAbouBakrBelkaidTlemcen..Pp 1.

- Bensalem et al., (2002).**Supplementing spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* f. *inermis*) based diets with urea-treated straw or old man salt bush (*Atriplex nummularia* L.). Effects on intake, digestion and sheep growth. *J. Agric. Sci. Camb.* pp85-92.
- Boubekri, C. (2014).** Etude de l'activité antioxydante des polyphénols extraits de *Solanum melongena* par des techniques électrochimiques. Thèse de Doctorat en sciences Spécialité Chimie. Université Mohamed Khider – Biskra .Pp 29\_51(42).
- Boudjouref, M. (2011).** Etude de l'activité antioxydant et antimicrobienne d'extraits d'*Artemisia campestris* L. Mémoire Pour l'obtention du diplôme de Magister En Biochimie. Université Ferhat Abbas .9\_28 (45).
- Boutaghan, N. (2013)** Etude phytochimique et pharmacologique de plantes médicinales Algériennes Genus *taulicina* Spach (Fabaceae) et *Chrysanthemum macrocarpum* (Sch. Bip.) Coss. & Kralik ex Batt (Asteraceae). Thèse Présentée pour obtenir le diplôme de Doctorat en sciences. Université De Constantine 1..Pp 11\_58.
- Boutaghane, N. (2013).** Etude phytochimique et pharmacologique de plantes médicinales Algériennes Genus *taulicina* Spach (Fabaceae) et *Chrysanthemum macrocarpum* (Sch. Bip.) Coss. & Kralik ex Batt (Asteraceae). These Présentée pour obtenir le diplôme de Doctorat en sciences. Université De Constantine 1. 2013. Pp 11\_58(47).
- Bravo, L. (1998).** Polyphenols: Chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutrition Reviews.* pp317-333.
- Bruneton, J. (1999).** Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales. Paris : ed. Tec & doc-Lavoisier ; 1999. p 1120.
- Chenni, M. (2010).** Contribution à l'étude chimique et biologique de la racine d'une plante médicinale : *Bryonia dioica* Jacq. Mémoire présenté Pour l'obtention du Diplôme de Magister. Université D'oran Es-Senia. 2010. Pp 2\_50(40).
- Collin, F. (2007).** Identifier les fleurs du Maroc Atlantique par leurs couleurs, 59.
- Cowan, (1999).** Plant products as antimicrobial agents. *Clinical microbiology reviews.*, 12(4): 564-570.
- Cuendet, M., Bruneton, J. (1999).** Recherche de nouveaux composés capteurs de radicaux libres et antioxydants à partir d'une plante d'Indonésie : «*Fagraea blumei*» (loganiaceae) et de trois plantes d'altitude : «*Bartsia alpina*» (scrophulariaceae), «*Loiseleuria procumbens*» (Ericaceae) et Camp, these de doctorat : p 24(37).

**D'Amato et Spiksma. (1995)** . Aerobiologic and clinac aspect of moklallergie in Europe .Allergy .50:870 –87.

**Dehak, K. (2013)**. Analyse physicochimiqueet réactivité des espèces moléculaire. Thèse .UniversitéKasdiMerbah, Ouargla.

**Djeridane, A., Yousfi ,M., Nadjemi B., Vidal, N., Lesgards ,J. F., Stocker, P.(2006)** Screening of some Algerian medicinal plants for the phenolic compounds and their antioxidant activity. Eur. Food Res. Technol. Pp 801-809.

**Dob,T., Dahmane, D., Benabdelkader, T., Chelghoum, C .(2006)**.chemical composition of the essential oil of salviaofficinalisfromAlgeria

**Duke, J.A., (1993)**. Medicinal plants and the pharmaceutical industry.In New Crops. (Eds.) Janick, J.and Simon, J.E., John Wiley and Sons, Inc., New York, NY.pp.664-669

**Bouzidi et al.,(2013)**. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of essential oilsobtainedfromwild and cultivatedMoroccan Thymus species.Ind. Crop. Prod. 43 (2013) 450– 456.

**EL Mannoubiet al., (2008)**.Etude de la composition de la fraction volatile des graines du figuier de barbarie (*Opuntiaficus-indica*). Journal de la Société Chimique de Tunisie, 10 ,61 .

**Essawi ,T. and Srour ,M. (2000)**. Screening of some Palestinian medicinal plants for antibacterial activity.J.Ethnopharmacol.; 70: 343-349.

**Fernandez et al.,(1990)** .Pectin isolated from Prickly pear (*Opuntia sp*) modifies lowdensity lipoprotein metabolism in cholesterol-fedguineapigs. J. Nutr. Pp 1283-1290.

**Garnon, P.** Rencontres techniques et économique des plantes aromatiques et médicinales Nyons 2-3-4 Décembre (1991), pp. 216-231.

**Glória, M. B. A.; Watson, B. T., Simon-Sarkadi, L., andDaeschel, M. A. (1998)**.survey of biogenic amines in Oregon Pinot Noir and Cabernet Sauvignon wines. Am. J. Enol. Vitic., 49, 3 279-282.

**Habibi, Y. (2004)** .Contribution à l'étude morphologique, ultra structurale et chimique de la figue de barbarie, les polysaccharides pariétaux : caractérisation et modification chimique, thèse de doctorat Université Joseph Fourier, Grenoble.

**Halmi, S. (2015)**.Étude chimique et botanique .Approche biologique et pharmacologique d'*Opuntia ficus indica*.

harvesting time on herbage yield and quality/quantity of oil in thymue, *thymus vulgaris* l

**Hatano ,T., Kusuda ,M., inada ,K., Ogawa ,T.O., Shiota ,S., Tsuchiya ,T., Yoshida ,T.(2005).** Effects of tannins and related polyphenols on methicillin resistant *Staphylococcus aureus*. *Phytochemistry*. Pp 2047-2055.

**Hayouni, E .A., Abedrabba, M ., Bouix, M . (2007).** The effects of solvents and extraction method on the phenolic contents and biological activities in vitro of Tunisian *Quercus coccifera* L. and *Juniperus phoenicea* L. fruit extracts . *Food Chem*; 10 : 10 – 16

industrial corps and products 19 : 231-236.

**Iserin P. (2001).** Larousse des plantes médicinales, identification, préparation, soins.(ed.).Larousse. Pp : 15-16, 68.

**Iserinet al, (2001).**Larousse des plantes médicinales : identification, préparation, soins. Ed Larousse. p10-12.

**zcanet Chalchat.(2004).**Aroma profile of *Thymus vulgaris* L. Growing Wild in Turkey. *Bulg. J. Plant Physiol.* 30 (4) : 68-73.

**Jean Loup Avril. (2008).**(C.H.U. Rennes), Henry Dabernat, François Sdenis, Henri Monteil : Bactériologie Clinique, p40-45-60.

**Jenadi, F. (2011) .**Contribution à l'étude antimicrobienne du genévrier (*juniperus phoenicea*) : essai des huiles essentielles et composés phénoliques. Mémoire de fin d'étude (master), Université Amira de Béjaia Algérie. 68p.

**Jiminez-Arellanes et al., (2006).***Thymus vulgaris* as a potential source of antituberculosis compounds. *Pharmacologyonline.*, 3 : 569-574.

**kachkar, M .(2008).**extraction de la silymarine et étude son activité antimicrobienne.

**Kansole, M.M.R. (2009).** Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de quelques lamiaceae du Burkina Faso : cas de *leucas martinicensis* (jacquin) 36.

**Lamarti, A., Badoc, A., Deffieux, G.(1994).**Biogénèse Des Monoterpènes Ii La Chaîne Isoprénique. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux.* 133 : 79 – 99(39).

**Le Houerou, (1996).**The role of cacti (*Opuntia* spp.) in erosion control, land reclamation, rehabilitation and agricultural development in the Mediterranean Basin. *Journal of Arid Environments*. Pp 135-159.

**Lhuillier. (2007).**Article. Les Tanins Pharmacognosie. Faculté De Pharmacie De Monastir - DCEP 1. (2014).

Linaz, M.D., Morassin, P., Rocco. (1992). Actualités sur *Alternaria* : écologie, Revue française d'allergologie. 349-355.

Logrieco, A., Mortti, A., Solfrizzo, M. (2009). *Alternaria* toxin and plant disease: an overview of origin, occurrence and risk. *World Mycotoxin Journal*. 2(2):129-140.

**Macheix, J.J., Fleuriet, A., Jay-Allemand, C. (2005).** Les composés phénoliques des végétaux. Un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. Presses polytechniques et universitaires romandes. Suisse.

**Macheix, J.J., Fleuriet, A., Jay-Allemand, C. (2005).** Les composés phénoliques des végétaux. Un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. Presses polytechniques et universitaires romandes. Suisse.

**Manach, C., Regeat, F., Texier, O., Agullo, G., Demigne, C., Remesy, C., (1996).** Bioavailability, metabolism and physiological impact of 4-oxo-flavonoids. *Nutr. Res.*, 16, pp 517-544.

**Marouf et Reynaud, (2007).** La Botanique A-Z. Ed. Dunod, Paris: 233p.

**Mena, F., Menna, A., Tréton, J., (2014).** Polyphenols against skin aging in polyphenols in human health and disease. 1, pp 819-830.

**Merghem, (2009).** comparative phytochimique et biologique de deux plantes *Aloe barbadensis* Miller et *Agave americana* L.

**MESSA, L. (2011).** Etude phytochimique d'une plante médicinale de l'est algérien (ARTEMISIA HERBA ALBA). Thèse pour l'obtention de Doctorat des sciences. Université Mentouri Constantine. Pp 2

**Messai, L. (2011).** Etude phytochimique d'une plante médicinale de l'est algérien (ARTEMISIA HERBA ALBA). Thèse Pour l'obtention de Doctorat des sciences. Université Mentouri Constantine. Pp 2.

**Milane, H. (2004).** La quercétine et ses dérivés: molécules à caractère pro-oxydant ou capteurs de radicaux libres; études et applications thérapeutiques, thèse de doctorat en Pharmacochimie. Université de Louis Pasteur Strasbourg, 22.

**Mohammedi, Z.(2006).** Etude du pouvoir antimicrobienne et antioxydant des huiles essentielles et flavonoides de quelques plantes des régions de Tlemcen.Thèse .de magister Université Abou BakrBelkaid. Tlemcen. P59.

**Mshvildadze, V., Favel, A., Delmas, F., Elias, R., Faure, R. &Decanosidze, Q.,(2000).**Antifungal and antiprotozoal activities of saponinsfromHederacolchica.Pharmazie 55, 325–326.

**Mulas et Mulas, (2004).**Potentialités d'utilisation stratégique des plantes des genres Atriplex et Opuntia dans la lutte contre la désertification. Short and Medium-TermPriority Environnemental Action Programme (SMAP). Université des études de SASSAR. P112.

**Mulinacci, N., Romani, A., Galardi, C., Pinelli, P., Giaccherini, C. etVincieri, F. (2001).**polyphenolic content in olive oil wastewasters and related olive samples. Journal of agricultural food and chemistry, 49 ,pp. 3509-3514.

**Murray ,R.D.H., Herz ,W., Kirby ,C.W., Steglich ,W., Tamm, C. (1991).** Progress in the chemistry of organicnaturalpriduct, Springer-Verlag : Berlin.

**Murray, R.D.H., Herz ,W., Kirby ,C.W., Steglich ,W., Tamm, C. (1991).** Progress in the chemistry of organic natural priduct, Springer-Verlag : Berlin

**Naghdib, H.;Yazdani D.; Mohammad ,S. ,andNazari, f.(2004).** Effets of spacing and **Nerdet al., (1991).**Effect of nitro gen fertilization and organ removal on rebudding in *Opuntiaficusindica*(L.). Scientia Horti culturae.pp115-122.

**Omidbeygi et al.,(2007); Cristanietal., (2007)** Antifungal activity of thyme,summer savory and clove essential oils against *Aspergillus flavus*in liquid medium and tomato paste. Food Control 18, 1518-1523.

**Orwaet al., (2009).**Agroforestree Database: atree reference and selection guide version 4.0

**Ouraini,1 .D. ,Agoumi, A., Alaoui, M. I., Alaoui, K., cherrah, Y., Benlamlih ,M., Alaoui,M., Belabbas, M.A.(2005).**Approche thérapeutique des dermathophyties par les huiles essentielle des plantes aromatique marocaine- phytothérapie ; Vol .1 ; pp.3-12.

**Pandey, K.B., Rizvi,S.I.( 2009).** Plant polyphenols as dietaryantioxidants in humanhealth and disease. OxidativeMedicine and Cellular Longevity. Pp 270-278.

**Quezel,p., Santa, S. (1963).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques et méridionales, Tome II, Ed. CNRS, Paris, 590-593.

- Rasooli, I., Fakoor, M.H., Yadegarinia ,D., Gachkar ,L., Allameh ,A., Rezaei, M.B. (2008).** Antimycotoxigenic characteristics of *Rosmarinus officinalis* and *Trachyspermumcopticum*L.essential oils.International Journal of Food Microbiology.Pp135-139.
- Salunkhe. (1990).**Dietary tannins: consequences and remedies. Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Sarni-Manchado et Cheynier . (2006).**étude chimique et botanique : Approche biologique et pharmacologique d'*Opuntia ficus indica* .Thèse .université 1 de Constantine.
- Schauenberg et Paris, (2005).** Guide des plantes médicinales. Analyse, description et utilisation de 400 plantes. Ed. DelachauxetNiestlé.
- Sikkema, J., Bont, J.A.M. &Poolman, B., 1995.**Mechanisms of membrane toxicity of hydrocarbons.Microbiol. Mol. Biol. Rev 59, 201-222
- Simmons, (2007).***Alternaria* .an identification manual. :CBS biodiversity series No.6.CBS fungal biodiversity centre, Urecht,the northlands.775pp.
- Sohal ,R. S., Mockett ,R. J., Orr, W. C. (2002).**Mechanisms of aging: an appraisal of the oxidative stress hypothesis, Free Rad. Biol. Med. **33** (5): 575.
- Soto-Mendivil, E.A, Moreno-Rodriguez ,J.F, Estarron-Espinosa ,M., Garcia-Fajardo J.A., et Obledo- Vazquez ,E.N .(2006).** Chemical composition and fungicidal activity of the essential oil of thymus vulgaris against *Alternaria citri*- E-Gnosis[online]; Vol. 4 ; N° 16.
- Stevanovic ,T. , Automne. (2005).** Chimie du bois. CHM-22170.Université Laval. Québec.
- Takeuchi et al.,(2004).**Positive relationship between androgen and the endocrine disruptor, bisphenol A, in normal women and women with ovary an dysfunction. EndocrJ.; 51:165–169.
- Treaseet Evans. (1987) .**Pharmacognosy.Billiare. Tindall .Londone 13 thEdn; pp : 61-62
- Yakhlef, G. (2010) .**Etude de l'activité biologique des extraits de feuilles de *thymus vulgaris l.* et *laurusnobilis l.*

*Annexe*

---



## Annexe 1

### Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>(20%).

Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.....20g.

L'eau distillé.....100ml.

### AlCl<sub>3</sub> (2%).

AlCl<sub>3</sub>.....2g.

L'eau distillée.....100 ml.

## Annexe 2

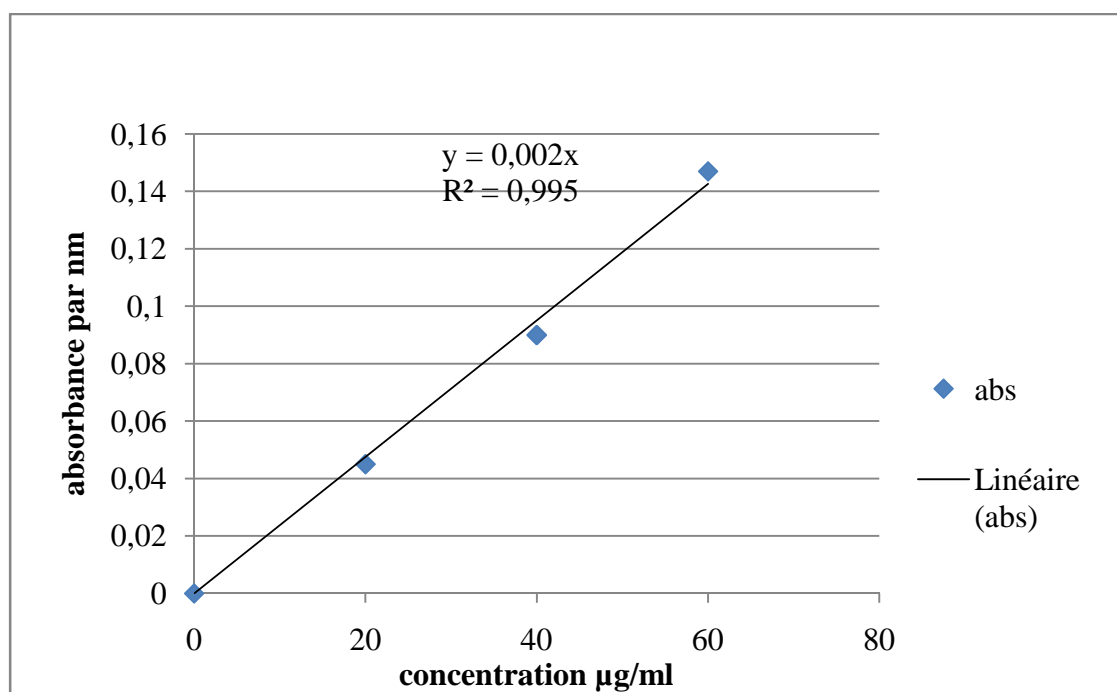
### I. La gamme d'étalon des phénols totaux

La concentration d'un composé phénolique ; l'acide gallique, est déterminé grâce à une gamme d'étalon et pour cela :

- À partir d'une solution mère de l'acide gallique de 5mg / 50 ml (méthanol), les volumes nécessaires sont prélevés(**tableau 9**).
- Ces volumes sont complétés par 950µl de l'eau distillée, ensuite 500µl de réactif de FolinCiocalteaudilué sont ajoutés. Après 3 min, la solution est complétée par 2,5ml de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> à 20%. Elle est ensuite incubée pendant 30 min. L'absorbance est lue à 725nm(**figure21**).

**Tableau 9:** Dosage de la gamme d'étalonnage des polyphénols totaux

La concentration $\mu\text{g/ml}$	0	20	40	60	80	100
SM	0	10	20	30	40	50
solvant	50	40	30	20	10	0
eau	950 $\mu\text{l}$	950 $\mu\text{l}$	950 $\mu\text{l}$	950 $\mu\text{l}$	950 $\mu\text{l}$	950 $\mu\text{l}$
Folin Ciocalteu	500 $\mu\text{l}$	500 $\mu\text{l}$	500 $\mu\text{l}$	500 $\mu\text{l}$	500 $\mu\text{l}$	500 $\mu\text{l}$
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	2,5ml	2,5ml	2,5ml	2,5ml	2,5ml	2,5ml

**Figure 21 :** Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux.

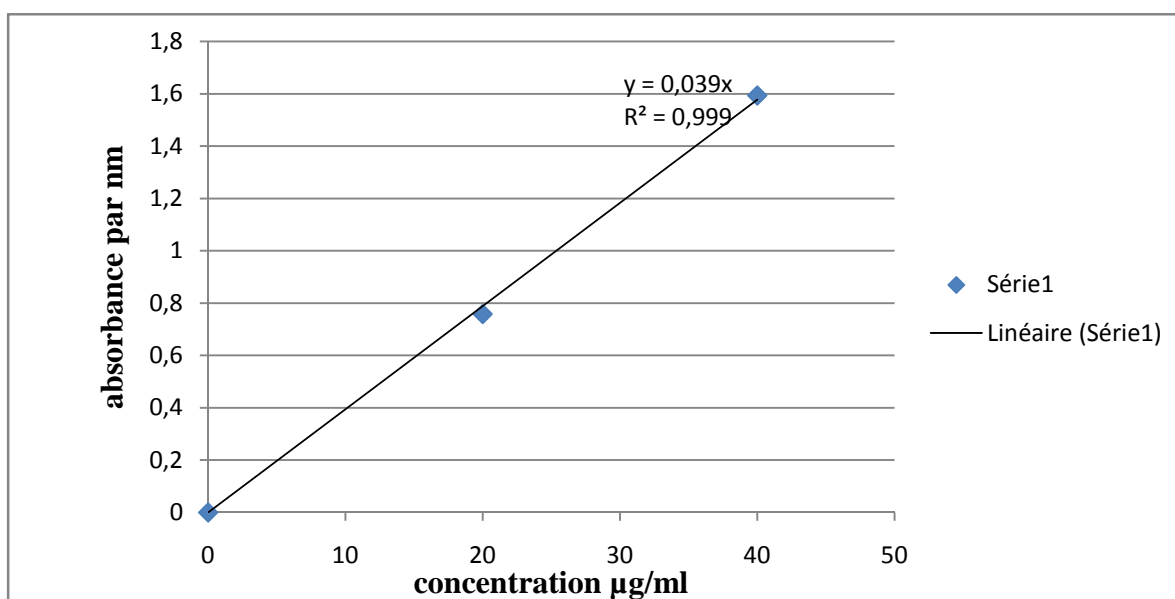
## II. La gamme d'étalon des flavonoïdes

La concentration d'un flavonoïde ; la quercetine, est déterminée grâce à une gamme d'étalon, pour cela :

- À partir d'une solution mère de quercetine de 5 mg / 50 ml (méthanol), les volumes nécessaires sont prélevés (**Tableau10**). 1 ml d' $AlCl_3$  est ajouté dans chaque tube. Après 15 min à l'obscurité, l'absorbance est lue à 430 nm (**figure22**).

**Tableau 10** : Dosage de la gamme d'étalonnage des flavonoïdes.

Concentration $\mu\text{g}/\text{ml}$	0	20	40	60	80	100
SM (ml)	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Méthanol (ml)	1	0,8	0,6	0,4	0,2	0
$AlCl_3$ (ml)	1	1	1	1	1	1



**Figure22**: Courbe d'étalonnage de la quercetine pour le dosage des flavonoïdes.

**Annexe 3**

**MULLER HINTON HYDRATÉ(g/l).**

Muller Hinton.....38g.

L'eau distille ..... 1l.

**Eau physiologique 0.9%.**

Chlorure de sodium (NaCl).....0.9g.

L'eau distillé.....100ml.

Stérilisation à l'autoclave pendant 15 mn à 120°C.

**Milieu Sabouraud** (institut pasteur Algérie) .

## **Abstract**

As part of the determination of new natural bioactive substances provided with therapeutic properties, we were interested in this work to the phytochemical and biological study of methanolic crude extracts of *Opuntia ficus indica* rackets and *Thymus lanceolatus* leaves.

The first part of this study concerns the extraction and quantification of total phenols and flavonoids by colorimetric methods. Thereafter, the antibacterial and antifungal activities of crude extracts were tested on pathogenic bacteria germs (*Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*) and pathogenic fungal strains (*Candida albicans* and *Alternaria sp.*) by the diffusion method from a solid disk.

The results of the phytochemical analysis reveal interesting contents in flavonoids and phenolic compounds in the two plants tested. A remarkably high total polyphenol concentration (3310mg /g) in *Thymus lanceolatus* crude extract is recorded.

The study of the biological activity of these extracts show a remarkable antimicrobial effect against a single pathogenic fungal strain "*Candida albicans* ", with a relatively higher inhibitory effect at the volume of 30µl of crude extract for the two studies plants . In contrast, other species were all found resistant to crude extracts of *Opuntia ficus indica* and *Thymus lanceolatus*.

The results suggest that these plants can be used to treat diseases caused by *Candida albicans*.

**Keywords:** *Opuntia ficus indica*, *Thymus lanceolatus*, phenolic compounds, flavonoids, antimicrobial activity.

## ملخص

في إطار تحديد المواد الجديدة النشطة البيولوجية الطبيعية المقدمة مع الخصائص العلاجية، نحن مهتمون في هذا العمل بدراسة النبات الكيميائي و البيولوجي للمستخلصات الخام الميثانولي منالتينالشوكيوالزعرتر المرحلة الأولى من هذه الدراسة تعنى باستخراج وتقدير إجمال الفينولاتوالفلافونيدات بالطرق اللونية. بعد ذلك تم اختبار النشاط المضاد للبكتيريا ومضاد للفطريات والمقتطفات المضادة الخام على الجراثيم المسببة للأمراض البكتيرية حسب طريقة النشر ابتداء من قرص (كولي والمكورات العنقودية الذهبية)والسلالات الفطرية المسببة للأمراض (المبيضات البيض والنوباء س ب). صلب.

نتائج تحليل النبات الكيميائي تكشف محتويات مثيرة للاهتمام في مركبات الفلافونويد ومركبات الفينول في النباتين لمادة البوليفينول سجل ارتفاعا ملحوظا قدر ب استخراج (مغ/غ3310)محل الاختبار. التركيز الكلي المستخلص الخام للنباتالزعرتر .

دراسة النشاط البيولوجي لهذه المستخلصات يظهر تأثيرا مضادا للميكروبات ملحوظا ضد سلالة فطرية مثبطة واحدة "المبيضات البيض" و المسببة للأمراض، مع تأثير أعلى نسبيا من حجم 30ميكرو لتر استخراج النفط الخام للنباتين المدروستين . في المقابل، الأنواع الأخرى كلها وجدت مقاومة لاستخراج النفط الخام التينالشوكيوالزعرتر. النتائج المتحصل عليها تشير على أن هذه النباتات يمكن أن تستعمل في علاج الأمراض التي تسببها المبيضات البيض.

كلمات مفتاحية: التين الشوكي , الزعرتر , المركبات البوليفينولية , فلافونويد , النشاطات ضد المكروبات.....

**ÉVALUATION PHYTOCHIMIQUE ET ÉTUDE DES ACTIVITÉS BIOLOGIQUES  
DES EXTRAITS BRUTS DES PLANTES MÉDICINALES LOCALES : *OPUNTIA  
FICUS INDICA* ET *THYMUS LANCEOLATUS*.**

Mémoire de fin cycle pour l'obtention du diplôme de master en biotechnologie  
des mycètes : fermentation et production des substances fongiques.

**Résumé:**

Dans le cadre de la détermination de nouvelles substances bioactives naturelles pourvues de propriétés thérapeutique, nous nous sommes intéressés dans ce travail à l'étude phytochimique et biologique d'extraits bruts méthanoliques des raquettes d'*Opuntia ficus indica* et des feuilles de *Thymus lanceolatus*.

La première partie de cette étude concerne l'extraction et la quantification des phénols totaux et des flavonoïdes par des méthodes colorimétriques. Par la suite les activités anti-bactériennes et antifongiques des extraits bruts ont été testées sur des germes bactériens pathogènes (*Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus*) et des souches fongiques pathogènes (*Candida albicans* et *Alternaria sp.*) par la méthode de diffusion à partir d'un disque solide.

Les résultats de l'analyse phytochimique révèlent des teneurs intéressantes en composés phénoliques et en flavonoïdes chez les deux plantes étudiées. Une concentration en polyphénols totaux remarquablement élevée (3310mg/g) dans l'extrait brut de *Thymus lanceolatus* est enregistrée.

L'étude de l'activité biologique de ces extraits montre un effet antimicrobien remarquable contre une seule souche fongique pathogène « *Candida albicans* », avec un effet inhibiteur relativement plus élevé à un volume de 30µl d'extrait brut pour les deux plantes étudiées. En revanche, les autres espèces se sont toutes avérées résistantes aux extraits bruts d'*Opuntia ficus indica* et de *Thymus lanceolatus*.

Les résultats obtenus suggèrent donc que ces plantes peuvent être utilisées pour traiter les maladies provoquées par *Candida albicans*.

**Mots clés:** *Opuntia ficus indica*, *Thymus lanceolatus*, composés phénoliques, flavonoïdes, activité antimicrobienne.

**Laboratoire de recherche :** Laboratoire de Biotechnologie des mycètes, Université des Frères Mentouri Constantine.  
Laboratoire de Biochimie, Université des Frères Mentouri Constantine.

**Jury d'évaluation:**

**Président du jury:** BENHAMDI Asma (MCB-UFM Constantine).  
**Encadreur:** CHENTLI Amira (MAB-UFM Constantine).  
**Examinatrice:** BATAICHE Insaf (MCB-UFM Constantine).

**Date de soutenance:** 30/06/2016

