

*République Algérienne Démocratique et Populaire*  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*  
جامعة الجيلالي بونعامة خميس مليانة  
Université Djilali Bounaâma de Khemis Miliana  
Faculté des Sciences et de la Technologie  
Département des Sciences de la Matière



*Mémoire de fin d'étude*  
En vue de l'obtention d'un diplôme de **Master** en Chimie  
*Spécialité : Chimie Pharmaceutique*

**Thème :**

***Contribution à l'étude de la composition chimique et de l'activité biologique des huiles essentielles de zizyphus lotus***

Devant le jury composé de :

- Itatahin Asma	Encadreur
- Moumen Riyadh	Examineur
- Fizir Mariam	Examineur

**Présenté par :**

M Djelaili Nabila  
M Hasni Djamila

*Année universitaire : 2019 / 2020*

# Dédicace

*Je ne trouve aucun mot, qui vont exprimer mes vifs sentiments de gratitude et remerciements.*

*Je remercie tout d'abord **Allah** le tout puissant pour m'avoir guidée et m'a donné la volonté, la force et le courage, patience pour réaliser ce modeste travail*

*À mes très chers parents pour leur amour, leur soutien, leurs encouragements pour tout ce qu'ils m'ont apporté et les valeurs qu'ils m'ont enseignées, qu'ils m'ont porté assistance pendant toutes mes années d'études. Je ne pourrai jamais remplir votre dû, et je ne vous remercierai jamais assez. Que dieu vous procure santé, longue vie et bonheur. Que ce travail soit pour vous un motif de fierté et de satisfaction. je vous aime énormément **Maman et Papa***

*À mes très chère grand-mères*

*À mes très chers frères Zakaria et mohammed*

*À mes très chère sœurs : **Fatima** et son bébé **Rahim, Naima** et **Semai, Djamila** et **Sara.***

*À toutes mes grand-familles surtout **Samira** et ses petites **Nihal, Amina, Asma.***

*À mes meilleure amies qui m'ont toujours ouvert les portes de l'epoir : **Kadda Aicha, Bezzina Djazia, Tammam Abir, Yasmin** et **Kiba***

*À mon binôme : **Djamila** et sa famille.*

*À mes amies de la promotion de master, À toutes qui m'ont aidé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire .*

***Nabila** *

## *Dédicaces*

*C'est avec un très grand honneur que je dédie ce modeste travail aux personnes les plus chères au monde mes chers parents qui m'ont permis de continuer mes dans les meilleures conditions et qui m'ont appris à ne jamais baisser les bras.*

*Je dédie aussi cette modeste réalisation à :*

*Mes très chers : Rafik, Khaled, Bilal, Kamal,  
Abdelkader.*

*Mes très chères sœurs : Nasima, Khadija, Djawida,  
Fayrouz*

*Ainsi que pour tous mes chers amis : Safia et Djazia et  
Aicha et Nabila, Souhaila.*

*Djamila*

## Remerciements

Au terme de notre travail, en premier lieu nous tenant à remercier Allah le tout puissant de nous avoir donné la volonté et le courage, la patience de réaliser ce modeste, et difficile travail dans ces conditions satisfaisantes actuelles.

Nous adressons nos sincères et remerciements et notre appréciation aux membres de jury 'Riyâ Moumen et Mariam Fzir' d pour l'honneur qu'ils en font en acceptant de juger ce travail.

Nos remerciements s'adressent aussi à tous nos enseignants (département de science et technologie de faculté de Kamis miliana), qui nous ont transmis leur savoir, ce qui nous a permis d'acquérir les connaissances indispensables pour réaliser ce mémoire.

Nous remercions spécialement au cher frère Bourougaa Lotfi pour son aide et ses conseils à chaque fois. Enfin, un grand merci à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

## Résumé

Les extraits naturels issus des végétaux contiennent une très large variété de composés bioactifs, dans notre étude nous avons tenté la comparaison entre des travaux antérieurs sur les composés phénoliques et la composition chimiques des extraits et huiles essentielles de la plante *Zizyphus lotus*. Les analyses des différents résultats obtenues montrent l'existence des polyphénols, flavonoïdes, tanins dans les extraits polaires qui sont les plus riches en ces composés, où la teneur en polyphénol la plus élevée est  $\{232,25 \pm 0,038 \mu\text{g}/\text{mg}\}$  dans l'extrait de méthane, et en flavonoïde  $\{30,85 \pm 0,011 \text{g}/\text{mg}\}$  dans l'extrait aqueuse. Il révèle que les extraits polaires montrent de bonnes activités antioxydant en comparaison avec ceux apolaires. L'évaluation de l'activité antimicrobienne révélée une puissante activité des différents extraits, surtout l'extrait d'éther qui donne un bon effet antimicrobien. Les analyses des résultats des huiles essentielles révèlent la présence d'acides gras comme : A. Oléique = 66,8, A. Palmitique = 35,96, des vitamines, E = 32,9, des indices de saponification = 195. Ainsi on peut conclure que le *Zizyphus lotus* est une plante riche en composés bioactifs.

**Mot clé :** *Zizyphus lotus*, Extrait ; Composés phénoliques ; Huiles essentielles ; Activité antioxydant ; Activité antimicrobienne.

## Abstract

Natural plants extracts contain a large variety of bioactive compounds, in our study we attempted to compare previous work about phenolic compounds and chemical composition of *Zizyphus lotus* plant extracts and essential oils. The analysis of the different obtained results showed the existence of polyphenols, flavonoids, tannins, in polar extracts which are the richest in these compounds, where the highest content of polyphenol is  $\{232.25 \pm 0.038 \mu\text{g}/\text{mg}\}$ , by the MET extract, and flavonoid  $\{30.85 \pm 0.011 \text{g}/\text{mg}\}$  by the AQ extract. It revealed that polar extracts that showed good antioxidant activity in comparison with apolar ones. The evolution of the antimicrobial activity revealed a powerful activity for the different extracts, especially the ether extract which gives a good antimicrobial effect. Analyses of essential oils results revealed the presence of fatty acids such as: A. Oleic = 66.8, A. Palmitic = 35.96, vitamins, E = 32.9 of saponification indexes = 195. So we can conclude that *Zizyphus lotus* is rich in bioactive compounds.

**Keyword:** *Zizyphus lotus*, Extracts, Phenolic compounds, Essential oils, Antioxidant activity, Antimicrobial activity.

## ملخص

تحتوي المستخلصات النباتية الطبيعية على مجموعة متنوعة من المركبات النشطة بيولوجيًا، حاولنا في دراستنا مقارنة الأعمال السابقة المتعلقة بالمركبات الفينولية والتركيب الكيميائي للمستخلصات والزيوت الأساسية من نبات السدر. أظهرت تحليلات النتائج المختلفة المتحصل عليها احتواء المستخلصات القطبية على البوليفينول والفلافونويد والعفص حيث تعتبر الأكثر ثراءً بهذه المركبات، حيث كان أعلى محتوى من البوليفينول  $0.038 \pm 232.25$  ميكروغرام/مغ بالنسبة لمستخلص الميثانول، و الفلافونويد  $0.011 \pm 30.85$  مع/غ بالنسبة لمستخلص المائي. يظهر ان المستخلصات القطبية تبدي نشاطا مضادا للأكسدة أفضل مقارنة بالمستخلصات اللاقطبية. أظهرت دراسة النشاط المضاد للميكروبات نشاطا قويا بالنسبة لمختلف المستخلصات، خاصة بالنسبة لمستخلص الايثر الضي أعطى تأثيرا جيدا كمضاد للميكروبات. أظهرت نتائج تحليل الزيوت الأساسية اختوائها على أحماض دهنية: حمض الأولييك = 66.8، حمض البالمتيك = 35.96، فيتامين ه = 32.9، مؤشر التصبن = 195. لهذا يمكننا أن نستنتج أن نبات السدر هو نبات غني بالمركبات النشطة بيولوجيا.

**الكلمات المفتاحية:** نبات السدر، المستخلصات، المركبات الفينولية، الزيوت الأساسية، النشاط المضاد للأكسدة، النشاط المضاد للميكروبات.

# Table de Matière

<b>Dédicace</b>	
<b>Remerciement</b>	
<b>Résumé</b>	
<b>Table de matière</b>	
<b>Introduction .....</b>	<b>01</b>

## Chapitre 1 : Les plantes médicinales

1. Plantes médicinales .....	(04)
1.1. Généralité sur plante médicinales .....	(04)
1.2. Phytothérapie .....	(04)
1.3. Plantes médicinales .....	(04)
1.3.1. Définition .....	(04)
1.3.2. Utilisation .....	(05)
1.3.3. Intérêt de l'étude des plantes médicinales .....	(05)

## Chapitre 2 : Généralité sur le jujubier sauvage (Zizyphus lotus L)

2.1. Généralités sur la plante Zizyphus lotus.....	(08)
2.2. Classification botanique .....	(08)
2.3. Nomination .....	(09)
2.4. Répartition géographique .....	(09)
2.4.1. Dans le monde .....	(09)
2.4.2. Dans l'Algérie.....	(10)
2.5. Récolte et production .....	(10)
2.6. Description botanique .....	(11)
2.7. Principaux constituants de zizyphus lotus L .....	(12)
2.7.1. Métabolites primaires .....	(12)
2.7.2. Métabolites secondaire .....	(13)
2.8. Domaine d'utilisation de zizyphus lotus L.....	(15)
2.8.1. Utilisation en médecine .....	(15)
2.8.2. Utilisation alimentaire .....	(15)
2.9. Activité pharmacologique et biologique de zizyphus lotus L .....	(16)
2.9.1. Activité anti-inflammatoire .....	(16)
2.9.2. Activité antioxydant .....	(17)
2.9.3. Activité antifongiques et anti-mollusques .....	(18)
2.9.4. Activité antidiabétique et hypoglycémique .....	(18)
2.9.5. Activité antimicrobienne .....	(18)
2.10. Toxicité de jujubier .....	(19)

## Chapitre 3 : Les composés phénoliques

3.1. Généralité sur les composés phénoliques .....	(21)
3.2. Les flavonoïdes .....	(22)
3.2.1. Définition et structure .....	(22)
3.2.2. Classification .....	(23)
3.2.2.1. Flavones .....	(24)
3.2.2.2. Flavonols .....	(24)
3.2.2.3. Flavanols .....	(24)
3.2.2.4. Flavanones .....	(24)
3.2.2.5. Anthocyanidines .....	(24)
3.2.2.6. Isoflavones .....	(24)
3.2.3. Localisation .....	(24)
3.3. Les tanins .....	(25)
3.3.1. Définition .....	(25)
3.3.2. Classification .....	(25)
3.3.2.1. Les tanins hydrolysables .....	(25)
3.3.2.2. Les tannins condensés .....	(26)
3.4. Les activités biologiques et thérapeutiques des composés phénoliques .....	(26)

## Chapitre 4 : Les huiles essentielles

4.1. Historique .....	(29)
4.2. Définition .....	(29)
4.3. Répartition et localisation des huiles essentielles dans la plante .....	(30)
4.4. Fonctionnement de huiles essentielles .....	(30)
4.5. Caractères physico-chimique de huiles essentielles .....	(31)
4.6. Composition chimique de huiles essentielles .....	(31)
4.7. Les facteurs ayant une influence sur la composition chimique .....	(32)
4.8. Les activités biologique et thérapeutique des HE .....	(32)
4.9. Toxicité d'huiles essentielles .....	(32)
4.10. Technique d'extraction des huiles essentielles .....	(32)
4.10.1. Extraction par distillation .....	(33)
4.10.2. Extraction par hydro-distillation .....	(33)
4.10.3. Entraînement à la vapeur .....	(33)
4.10.4. Enfleurage .....	(34)
4.10.5. L'expression à froid .....	(34)
4.10.6. Extraction hydro alcoolique .....	(34)
4.10.7. Extraction par solvants .....	(34)
4.10.8. Extraction par CO <sub>2</sub> .....	(35)
4.11. Domaine d'utilisation des huiles essentielles .....	(35)
4.11.1. Parfumerie .....	(35)
4.11.2. Pharmacie .....	(35)
4.11.3. Cosmétologie .....	(35)
4.11.4. Agroalimentaire .....	(36)

## Chapitre 5 : Travaux antérieure

5.1. L'effet des solvants d'extraction sur le rendement .....	(38)
5.2. Les composants majoritaires des extraits.....	(39)
5.2.1. Les polyphénols .....	(39)
5.2.2. Les flavonoïdes .....	(40)
5.2.3. Les tannins .....	(41)
5.3. L'activités biologiques les composés phénoliques .....	(42)
5.3.1. L'activité antioxydant .....	(42)
5.3.2. L'activité antimicrobienne .....	(45)
5.4. Le rendement des huiles des Zizyphus lotus. L .....	(50)
5.5. Les caractéristiques physico-chimique des huiles .....	(51)
5.6. Tenure en protéines et sucres et lipides .....	(52)
5.7. Composition en acides gras des huiles de Z. lotus .....	(52)
5.8. Distribution et contenu des vitamines dans les différentes parties de Z. lotus ..	(53)
Conclusion .....	(56)
Annexe .....	(60)
Référence bibliographique .....	(64)
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des symboles et abréviations	

# *Introduction*

# Introduction

---

## Introduction

Les plantes médicinales constituent une source inépuisable de molécules responsable à déverse activités biologiques (anti-inflammatoire, antioxydant, antimicrobienne, activité antidiabétique et hypoglycémique ; ...etc.) ainsi que les différentes propriétés pharmacologiques[1]. Ils ont toujours eu un rôle de grande importance sur la santé des hommes[2]. A l'heure actuelle, les substances naturelles dans les plantes sont encore le premier réservoir de nouveaux médicaments. Elles représentent près de 60% des médicaments, dont nous disposons. [3] Les 40% restants ou médicaments de synthèse sont souvent nées de la modification chimique de molécules ou parties de molécules naturelles prises comme tête de séries[4].

L'Algérie est considérée parmi les pays connus pour leur diversité taxonomique vu sa position biogéographique privilégiée et son étendu entre la Méditerranée et l'Afrique sub-saharienne. La flore algérienne est potentiellement riche, beaucoup d'espèces endémiques peuvent y être. Nous partageons avec les méditerranéens et les pays du Sahel un large éventail de composés et d'éléments phyto-chimiques d'un intérêt grandissant d'où la nécessité et l'importance de ce travail de recherche. Ce brassage d'espèces constitue pour notre pays une véritable richesse qui doit être préservée et gérée rationnellement et durablement dans le but de maintenir les équilibres écologiques déjà fragiles et de conserver notre diversité biologique[5].

De nombreux composés naturels isolés à partir de plantes ont démontré un large spectre d'activités biologiques. Parmi ces différents types de substances naturelles, les huiles essentielles des plantes aromatiques et médicinales ont reçu une attention particulière comme agents naturels à grand potentiel pour la conservation des aliments. En outre, les huiles essentielles se sont avérées avoir divers effets pharmacologiques : comme antispasmodique, carminative, hépato-protecteur, antiviraux, anticancéreux). [6]

Zizyphus Lotus (Z. Lotus), appartient à la famille des angiospermes Rhamnaceae. Cette famille comprend environ 135-170 espèces de Zizyphus[7]. En tant que plante tropicale et subtropicale, le Z. Lotus pousse généralement dans les pays arides et semi-arides et est largement répandu en Chine, en Iran, en Afrique, en Corée du Sud et en Europe comme l'Espagne, Portugal, En Afrique, le Z. Lotus est largement répandu dans la région méditerranéenne, comme en Algérie, Cette plante est utilisée dans la nutrition,

## Introduction

---

La santé et les cosmétiques sous plusieurs formes, par exemple, le miel, le thé, la confiture, le jus, l'huile, le pain et les gâteaux. En outre, en médecine traditionnelle, tant en Afrique du Nord qu'au Moyen-Orient, plusieurs parties du Z lotus. Sont administrées comme agents anti-urinaires, antidiabétiques, anti-infectieux cutanés, anti diarrhéiques, insomniaques, sédatifs, bronchiques et hypoglycémians. D'autre part, cette plante offre Un délicieux fruit (jujube) qui a été consommé frais, séché et transformé en nourriture par les populations locales en quantités substantielles.

L'objet de notre étude porte sur un comparatif de la composition des extraits et huiles obtenues par différents solvants, puis l'évaluation des activités antioxydant, antimicrobienne d'une plante appartenant à la famille Rhamnaceae, présentées par *Zizyphus lotus* L. afin de déterminer l'effet des solvants sur la composition et les activités des extraits et huiles.

Ce travail est divisé en cinq chapitres :

1. Notion sur les plantes médicinales ;
2. Généralité sur la plante {zizyphus lotus} ;
3. Les composés phénoliques ;
4. Les huiles essentielles ;
5. Travaux antérieurs sur la plante {Zizyphus lotus}.



***Chapitre 1***  
***Plantes médicinales***

## 1. Plantes médicinales

### 1.1. Généralité sur les plantes médicinales

Depuis l'aube de l'humanité, les plantes permettent à l'homme non seulement de se nourrir, se vêtir, se loger, se chauffer, se parfumer ...mais aussi de maintenir son équilibre, soulager ses souffrances, préserver et soigner les maladies qui nuisent à sa santé. Par ailleurs, les plantes aromatiques et médicinales jouent un rôle économique considérable dans le secteur des industries de l'agroalimentaire, de la parfumerie, des cosmétiques, ...et essentiellement de la pharmacie. En effet, les plantes représentent une source inépuisable de remèdes traditionnels et efficaces grâce aux les métabolites secondaires ou des principes actifs qu'elles contiennent : alcaloïdes, flavonoïdes, phénols, tanins, vitamines et huiles essentielles[9,10].

### 1.2. La phytothérapie :

Le mot phytothérapie provient de deux mots grecs qui signifient essentiellement « soigner avec les plantes » C'est une Traitement ou prévention des maladies par l'usage de certaines parties de plantes médicinales telles que les racines, les tiges ou les feuilles. Elle fait partie des médecines parallèles ou des médecines douces, il y'a différents types de phytothérapie : Aromathérapie, Gemmothérapie, Herboristerie, Homéopathie, Phytothérapie pharmaceutique[10].

### 1.3. Plantes médicinales

#### 1.3.1. Définition

Ce sont toutes les plantes qui contiennent une des substances pouvant être utilisées à des fins thérapeutiques ou qui sont des précurseurs dans la synthèse de drogues utiles. Le groupe consultatif de l'OMS qui a formulé cette définition affirme également qu'une telle description permet de distinguer les plantes médicinales dont les propriétés thérapeutiques et les composants ont été établis scientifiquement des plantes considérées comme médicinales. [11]

Depuis 150 ans, les plantes médicinales ont fourni à la pharmacie des médicaments très efficaces. Aujourd'hui, de nombreux travaux menés dans le domaine de l'ethnopharmacologie. Ils montrent que les plantes utilisées en médecine traditionnelle et qui ont été testées sont souvent d'une part, des plantes efficaces dans les modèles pharmacologiques et d'autre part seraient quasiment dépourvues de toxicité. [12]

## 1.3.2. Utilisation des plantes médicinales

Une plante médicinale est une plante utilisée pour ses propriétés thérapeutiques. Cela signifie qu'une de ses parties (feuille, bulbe, racine, graines, fruits, fleurs) peut être employée dans le but de guérir. Leur utilisation remonte à des milliers d'années, où l'homme utilisait les plantes pour se soigner. À l'époque, le choix des plantes se faisait instinctivement, ce qui a permis de déceler petit à petit celles qui pouvaient être utilisées, et celles qui s'avéraient toxiques. [13] Aujourd'hui, elles sont la base de la phytothérapie et de l'homéopathie. Il existerait plusieurs centaines de milliers d'espèces différentes, que l'on peut cueillir ou récolter. En effet, les plantes médicinales étant issues de la nature, il est possible d'en croiser tous les jours. De plus, on distingue les plantes herboristes qui sont utilisées telles quelles, de manière « traditionnelle », et les plantes qui constituent une matière première pour l'industrie pharmaceutique. Enfin, il faut savoir que la matière principale de la pharmacopée est restée végétale. [14] Il y a eu donc un réveil vers un intérêt progressif dans l'utilisation des plantes médicinales dans les pays développés comme dans les pays voie de développement, parce que les herbes fines guérissent sans effet secondaire défavorable. Ainsi, une recherche de nouvelles drogues est un choix normal. [15]

**A. Utilisation en médecine :** en tant que médicament pour l'homme ; exemple : En urologie, dermatologie, gastrites aiguës, toux, ulcères d'estomac, laxatifs, sommeil et désordres nerveux. [16] Activité antimicrobienne, antivirale, antiparasitaire : les produits naturels des plantes depuis des périodes très anciennes ont joué un rôle important dans la découverte de nouveaux agents thérapeutiques. [15]

**B. En cosmétique :** usage cosmétologique, et dermatologique. [17]

## 1.3.3. Intérêt de l'étude des plantes médicinales

Les plantes médicinales sont donc importantes pour la recherche pharmaceutique et l'élaboration des médicaments, directement comme agents thérapeutiques, mais aussi comme matière première pour la synthèse des médicaments ou comme modèle pour les composés pharmaceutiquement actifs. [18]

Ces plantes, connus depuis l'antiquité, sont généralement utilisées en médecine traditionnelle comme agents antibactériens, antifongiques et antioxydants. [19]

Si les plantes sont faciles à utiliser, certaines d'entre elles provoquent également des effets secondaires. Comme tous les médicaments, les plantes médicinales doivent être utilisées avec précaution.[20]

Il existe diverses méthodes de conservation, les plus courantes et les plus simples étant le séchage à l'air ou au four. [21]



## *Chapitre 2*

**Généralité sur le jujubier sauvage  
(zizyphus lotus L Disf)**

## **2. Généralité sur le jujubier sauvage (*Zizyphus lotus* L Disf)**

### **2.1. Généralités**

La plante que nous avons retenue est une dicotylédone. Il s'agit d'une Rhamnacée, *Zizyphus lotus*, appelée localement Sedra, ou nbeg. Le choix de celle-ci a été guidé par les indications d'usage traditionnel, par le fait que cette plante appartient à une famille botanique riche en substances ayant des activités biologiques très intéressantes. Cette plante est réputée en médecine traditionnelle algérienne.

La famille des Rhamnacée est une famille des plantes dicotylédones qui comprend 900 espèces auprès de 58 genres. Ce sont des arbres, des arbustes, des lianes ou des plantes herbacées. [20, 25]

Le mot *Zizyphus* vient du grec *Zizyphos* mais le mot n'apparaît qu'au deuxième siècle, et qui viendrait du nom arabe *Zizouf*, [24] Les espèces de *Zizyphus* ont plusieurs caractéristiques physiologiques et morphologiques qui peuvent contribuer à leurs capacités à s'adapter aux environnements arides.

Le jujubier est peu exigeant en eau. Cet arbrisseau a une croissance très lente et commence à porter des fruits vers l'âge de 4 ans. Ils peuvent continuer à paraître vers 20 à 25 ans. [24]

Il existe environ 122 espèces de ce genre dont voici quelques-uns :

-*Zizyphus Jujuba* (chinois jujube).

-*Zizyphus Mauritiana* L.

-*Zizyphus Spina-Christi* L. Wild.

### **2.2. Classification botanique**

*Zizyphus lotus* (jujubier) est un arbuste fruitier, appartenant à la famille des Rhamnacées. La classification de cette espèce est citée dans le tableau suivante :

Tableau.2.1 : Situation botanique de l'espèce *Zizyphus lotus* (L.) : [25], [26]

<b>Règne</b>	<b>Plantea</b>
<b>Embranchement</b>	Magnoliophyta (= phanérogames)
<b>Sous-embranchement</b>	Magnoliophytina(=Anngiospermes)
<b>Classe</b>	Magnoliopsida (Dicotylédones)
<b>Sous-classe</b>	Rosidae
<b>Ordre</b>	Rhamnales
<b>Famille</b>	Rhamnaceae
<b>Série</b>	Disciflores
<b>Sous série</b>	Isosténones
<b>Tribu</b>	zizphae
<b>Genre</b>	<i>zizyphus</i>
<b>Espèce</b>	<i>Zizyphus lotus</i> (L.) Desf

**2.3. Nomination :** Le mot *Zizyphus* vient du grec *Zizyphos*. [27] Les différents nomenclatures l'arbuste du jujubier sauvage sont les suivants : [28], [29]

**Botanical :** *Zizyphus jujube* ;

**Algérienne :** lotus tree, ou african jujube,

**Français :** jujubier sauvage, jujubier de Berbérie, lotus des anciens, jujubier des Lotophages, dindonnier ;

**Allemand :** wilde jujube ;

**Portugais :** Acufeifa-menor ;

**Espagnol :** Azufaifo africano, azufaifo ibérico, Arto, Arto blanco, Espina de cristo ;

**Chenise :** Da zao et Hongzoa ;

**Arabe :** zenzeli, زنزلي zizouf, زيزوف Sedra, سدرة sidr سدر, sidr barri سدر بري.

## 2.4. Répartition géographique

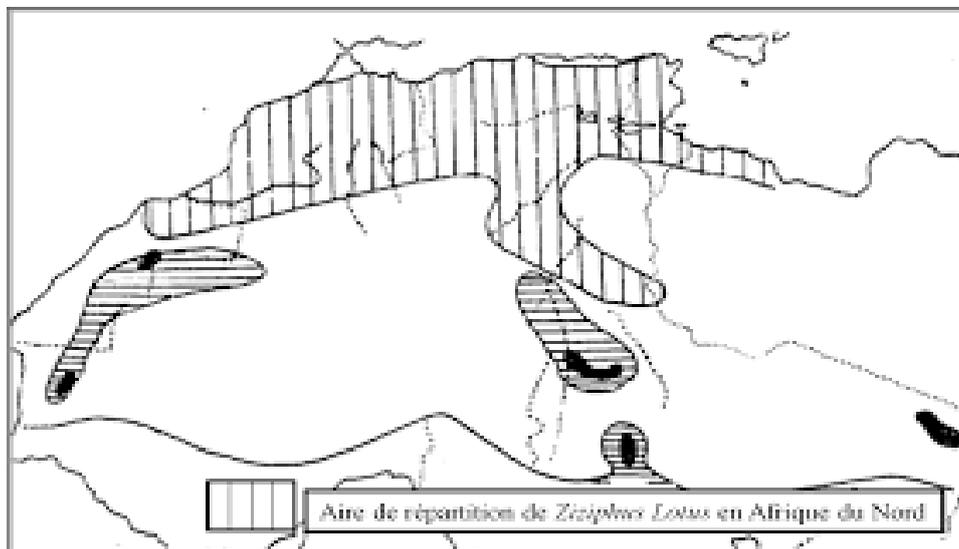
### 2.4.1. Dans le monde :

*Zizyphus lotus*, également connu sous le nom de jujube, appartient à la famille des angiospermes Rhamnaceae, cette famille comprend environ 135-170 espèces de *zizyphus* [7] en tant que plante tropicale et subtropical, *zizyphus lotus* pousse

généralement dans les pays arides et semi-arides et est largement distribué en Europe comme Chypre, l'Espagne, Portugal la Grèce et la Sicile, [30] sans oublier leur présence dans la Chine, Iran, et Corée du sud également en Afrique, *Zizyphus lotus* est largement distribué dans la région méditerranéenne, comme, le Maroc, la Tunisie et la Libye, [31] son aire géographique englobe aussi l'Egypte, l'Asie, [32] Donc il s'étend sur tout le nord du Maghreb. [33]

### 2.4.2. Dans l'Algérie :

Le *Zizyphus lotus* est répandu dans toute l'Algérie sauf le Tell Agéro-constantinois ; [34] Elle retrouver dans les régions arides d'Algérie du sud comme Ain Oussara et Messad (Wilaya de Djelfa) à climat aride et Taghit au climat saharien. [35]



**Figure 2.1.** Aire de répartition du *Zizyphus lotus* (L) en méditerranée (Algérie).[36]

### 2.5. Récolte et production

La récolte doit être pratiquée lorsque les fruits sont complètement murs. Leur maturité se reconnaît à leur couleur et à la facilité avec laquelle les jujubes se détachent de leur pédoncule. La maturation des jujubes se situe en octobre-novembre en Europe méridionale, en septembre-octobre, en tropicale de l'ouest, les jujubes mûrissent en mai-juin avant la saison des pluies. [32] *Zizyphus lotus* est dormant à partir d'octobre jusqu'en mars et les plantes natives fleurissent en mai et juin et produisent des fruits en août, [7] et la date de récolte est 30 septembre-octobre, [35] ou les fruits sont cueillis parfaitement murs, C'est la période convenable de les détacher facilement. [37]

Le zizyphus peut débiter sa production à partir de la quatrième année après plantation, en culture soignée. Elle élève et atteint son plafond vers la dixième ou douzième année, se maintient pendant 25 ou 30 ans et décroît en suite assez rapidement ; on conseille de renouveler les plantations avant que le dépérissement des plants se manifeste, après la trentième année. [32]

### 2.6. Description botanique

Arbuste frutescente de 1 à 3 m. de haut (Fig.2.2), très épineux, à souche souterraine robuste émettant de nombreuses, [38] il possède un périanthe pentamère. Les étamines sont superposées aux pétales. [39]

**Les tiges :** grêles, flexueuses, très ramifiée, à épines par deux :

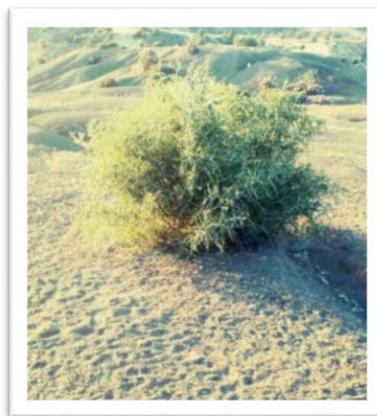
**Les feuilles :** ovales-oblongues petites (12-15mm. × 10mm.), glabres sur les deux faces ; (Fig.2.3) Cymes axillaires, petites. Elles sont moins deux fois plus longues que larges. [38]

**Les fleurs :** sont très visibles de couleurs jaunes avec des sépales ouverts en étoiles, des petits pétales et un ovaire supère bisexuel et fleurissent en juin [40], [41]

**Les fruits :** sont des drupes sphériques, de la taille d'un gros pois, rouges à maturité(Fig.2.4), avec une pulpe mince, épaisse peut être d'un blanc Verdâtre et d'une saveur à la fois douce et acidulée ou brun jaunâtre, [38] riche en sucre, recouvrant un gros noyau. Il monte jusqu'à 1000 m.

**Les rameaux :** sont recourbés vers le bas, flexueux, blanc grisâtre à épines par paires droites ou recourbées. [29]

**Les graines :** sont huileuses. [42]



**Fig.2.2.** Zizyphus lotus arbrisseau (scrub).



Fig. 2.3. Feuilles de *Zizyphus lotus*.



Fig. 2.4. Fruits de *Zizyphus lotus*.

## 2.7. Les principaux constituants de zizyphus lotus

D'après les analyses phyto-chimiques sur la zizyphus lotus Abdoul-Aziza S [31] a montré la présence des compositions des produits naturels ; talque la vitamine A et le vitamine C dans les fruits et la pulpe de façon très important à celle des autres parties de la plante, et avec la richesse des feuilles en vitamine E. [37]

### 2.7.1. Métabolites primaires

Le pulpe de zizyphus lotus est très riche en molécules nutritive, dd 12,8 à 13,6% de carbohydrates dont 5,6% de saccharose, 15% de glucose, 2,1% de fructose et 1% d'amidon, [43] puit la Pactine extraite de la pulpe de zizyphus lotus contient du D-Galactose, 2,3, 6.Tri-o-acétyl. [44]

Le tableau ci-dessous cité le pourcentage des déverse métabolites primaires dans le fruit du zizyphus lotus.

**Tableau 2.2:** Teneur du fruit de zizyphus lotus frais en métabolites primaires. [32]

La fraction de la pulpe du fruit	Le pourcentage
eau	64 à 85
Matière minérale	0,4 à 0,73
sucres	20 à 32
protides	0,8 à 2,19

<b>lipides</b>	0,1 à 0,3
<b>Valeur alimentaire</b>	55 à 135 calories pour 100

### 2.7.2. Métabolites secondaire

Le zizyphus lotus est connu par son contenu molécules bioactives tels que les polyphénols (flavonoïdes, tanins), les tri terpènes, les alcaloïdes, les saponifies, caroténoïdes, vitamines (tableau.2.4).

Plusieurs études montrent que l'extrait de feuille de *Zizyphus lotus* était plus riche en phénol total, en flavonoïdes et en tanin que l'extrait de fruits. [45]

Compte tenu des d'extraction des métabolites secondaires (polyphénols, flavonoïdes et tanins), des teneurs totales en phénoliques, flavonoïdes et tanins, nous pouvons conclure que les racine de *Z. lotus* contenaient un niveau élevé appréciable de composés phénoliques totaux. [46]

Les constituants chimiques de la plante se présente dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 2.3:** les composants chimiques majeurs et leur quantité dans les différents organes végétaux du zizyphus lotus. [31]

<b>Organe végétale</b>	<b>Composés majeurs</b>	<b>Quantité en mg/100g</b>
<b>Fruits</b>	Polyphénols totaux	297-4078,2
	Tanins	33
	flavonoïdes	122
<b>Feuilles</b>	Flavonoïdes	130-199
	Saponines	340
	Tannins	39
	Polyphénols totaux	664
	Flavonols glycosides	3,00
	Monosaccharides (glucose, galactose, rhamnose, arabinose, et xylose)	8720 366
	Rutine	3
	Jujuboside B	9.33
	3 jujubogenine glycosides	2
	Jujubasaponine IV 3' 5'-diglucosylphloretine	3
<b>Graines</b>	Protéine	144220
	Polyphénols	14.68
	Matière grasse	29730
	Carbohydrates	4087

	Sucres	4100
	Fibres	16570
	Pectine	1350
<b>Ecorces des racines</b>	Flavonoïdes	120
	Saponines	219
	Jujuboside A	6.73
	Jujuboside C	3.96
	Lotoside I	2.774
	Lotoside II	1.58
	Lotusine A	11.56
	Lotusine B	23.95
	Lotusine C	23.95
	Lotusine D	4.2-10
	Lotusine E	2.9-10
	Lotusine F	1.4-11.56
	Lotusine G	1.5
	Polyphénol pro anthocyanidines	2009 156
	<b>pulpes</b>	Protéines
Tanins		922
Flavonoïdes		173
Sucre soluble		10550
Minéraux		3200
Polyphénols totaux		325
Graisses		790
Fibres		4840
Pectines		2070

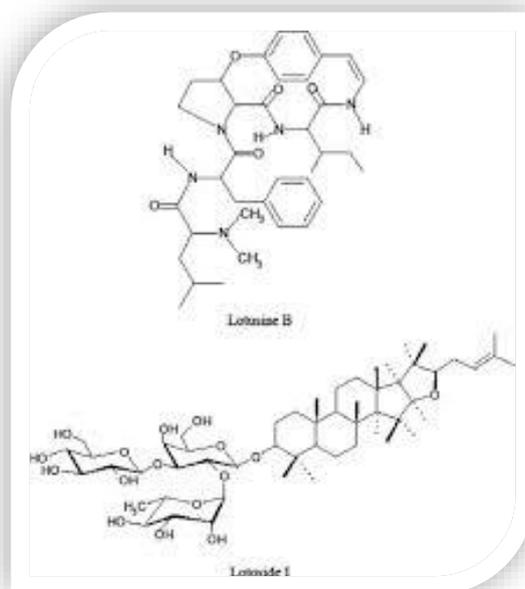


Figure 2.5 : Structure de deux principaux constituants de zizyphus lotus. [29]

## **2.8. Domaine d'utilisation de zizyphus lotus**

### **2.8.1. Utilisation en médecine**

Les différentes parties du zizyphus lotus, notamment les graines, les fruits, la racine, les pousses et l'écorce, sont utilisées en médecine populaire par ce qu'elles possèdent des composés phyto chimiques précieux tels que les polyphénols, les flavonoïdes, les tanins, les saponines et les alcaloïdes, que seraient responsables de nombreuses activités biologiques. [47]

-Les fruits ont été utilisés pour leurs propriétés émollientes, et un mélange de feuilles et de fruits séchés et appliqué par voie topique dans le traitement des furoncles, [48]

-Les feuilles sont utilisées aussi contre les piqûres des vipères au Sahara, [49]

-Le décocté des racines est utilisé par les personnes diabétiques pour diminuer le taux de glucose dans le sang, et les troubles hépatiques, l'obésité, les troubles urinaires, Cependant le genre zizyphus lotus est connu pour ses propriétés médicinales comme hypotensive et aussi comme immunostimulante. [50]

-Les fruits sont utilisés pour le traitement de la bronchite, abcès, d'ailleurs, des extraits de cette plante possèderaient des activités thérapeutiques telle que l'activité anti-inflammatoire, anti-ulcère et analgésique. [51]

Ce jujubier sauvage est utilisé comme émollient pectoral pour traiter la gorge et les irritations broncho-pulmoniques [52] et la diarrhée, les fièvres, et utilisé comme sédatif. [53]

### **2.8.2. Utilisation alimentaire**

Les graines de zizyphus lotus ont une réelle valeur alimentaire en contenant de l'eau (6%), des protéines (19%), des glucides totaux (41%), et de l'huile (33%) ainsi que des minéraux essentiels tels que le calcium, le potassium et le magnésium. [54]

Dans les régions où l'espèce est abondante, les fruits de cette plante sont séchés et réduits en une farine dont on fait une zemmita, d'un goût agréable et succulent ou des galettes de saveur très agréable, d'après Desfontaines les fruits utilisent pour la nourriture probable que quand l'orge et le blé viennent à manquer. [39, 52]

Les petits fruits de *Zizyphus lotus* ont été étudiés. L'étude était réalisée sur la pulpe (P) et l'amande (A) séparément par des analyses standards, ont été déterminés les niveaux de certains nutriments dans ces parties, et le tableau ci-dessous cité le pourcentage des certains nutriments : [56]

**Tableau 2.4 :** Teneur de fruits (pulpe et amande) de *Zizyphus lotus* en élément nutritive. [56]

Nutriments dans la pulpe		Nutriments dans l'amande	
<b>Protéines brutes</b>	3,80%	Protéines brutes	24,22%
<b>Matières grasses brutes</b>	1,32%	Matières grasses brutes	31,73%
<b>Fibres brutes</b>	8,41%	Fibres brutes	16,57%
<b>centres</b>	3,28%	centres	3,12%
<b>glucides</b>	65,90%	glucides	11,10%
<b>pectine</b>	3,78%	pectine	2,35%
<b>Teneur en humidité</b>	12,27%	Teneur en humidité	9,57%
<b>Valeurs calorifiques</b>	16,341Kj/g	Valeurs calorifiques	17,271Kj/g

La (P) a une dure consistance, avec un goût sucré et une saveur très spécifique. La CCM a montré la présence de glucose, de fructose et de saccharose comme les sures.

Le profil des acides aminés révèle la présence de cystéine, glycine, arginine, sérine, leucine, histidine et Alanine.

### 2.9. Activité pharmacologique et biologiques de *Zizyphus lotus*

Selon les recherches actuelles, l'espèce *Zizyphus lotus* est considérée comme une plante médicinale, et elle est utilisée traditionnellement pour traiter différentes maladies. L'espèce végétale sélectionnée a été ciblée pour évaluer ses différentes actions pharmacologiques et toxicologiques par le test modifié. Des études antérieures sur les espèces originaires sélectionnées ont montré que tous les extraits de polarité des parties de plante taillent les feuilles et les fruits donnent des activités pharmacologiques et toxicologiques significatives. [57] Ont ressorti différents effets de grande importance pour la médecine moderne, donc à partir de ces actions on traite les plus différentes maladies :

#### 2.9.1. Activité anti-inflammatoire

L'inflammation est une réponse protectrice normale à une lésion tissulaire causée par un traumatisme physique (coupure, brûlure ou ecchymose), des produits chimiques nocifs, des agents microbiologiques ou même une maladie auto-immune. C'est la cause la plus courante de douleur clinique. Par conséquent, les produits naturels, avec une

efficacité élevée et de moins effets secondaires. Sont souhaitables comme substituts à la chimie thérapeutique. [58]

Plusieurs études rapportent que les extraits de l'écorce des racines du *Z. lotus* tels que les acides phénolique, les flavonoïdes, les alcaloïdes et les saponines, ont montré une activité anti-inflammatoire très significative. [31] et en suite des résultats ont démontré que *Z. lotus* présente une activité anti-inflammatoire, qu'inhibe la production de monoxyde d'azote (NO) et réduit l'algésie périphérique ces résultats confirment l'intérêt potentiel pour *Z. lotus* comme plante médicinale et ouvrent la voie à de futures recherches axées sur les extraits ou fractions actifs. [52] cette action apparait potentiellement avec l'extrait méthanoïque de l'écorce des racines qui est la source possible de l'agent anti-inflammatoire dans la réaction de l'hypersensibilité retardée induite par oxazolone. [52]

### **2.9.2. Activité antioxydant**

L'oxydation est une opération très essentielle pour des nombreux organismes vivants pour la synthèse d'énergie et les métabolismes biologiques cependant l'oxygène métabolisé se transforme en radicaux libre qui causer la pathogenèse de maladies particulièrement le cancer, les maladies cardiovasculaires, l'athérosclérose et l'inflammation. [59]

Les antioxydants sont des composés chimiques capables de minimiser efficacement les rancissements, retarder la peroxydation lipidique, sans effet sur les propriétés sensorielle et nutritionnelle du produit alimentaire. Ils permettent le maintien de la qualité et d'augmenter la durée de conservation du produit. Ce sont des éléments protecteurs qui agissent comme capteurs de radicaux libres

En outre, l'antioxydant alimentaire idéal, doit être soluble dans les graisses, efficace à faible dose, et non toxique, n'entraîne ni coloration, ni d'odeur, ni saveur indésirable, résistant aux processus technologiques, il est stable dans le produit fin. [60] le systèmes antioxydant peuvent être exogènes ou endogène.

Des études précédentes rapportent que les extraits de *Z. lotus* présentent des propriétés antioxydant remarquable. Elle riche en de nombreux composés antioxydant tels que l'acide phénolique, les flavonoïdes, les alcaloïdes et les saponines. [31] les chercheur étudié les propriétés antioxydants de cette plante car les antioxydant elle a

été considérés comme immun modulateurs et une modification des deux peut être un facteur clé de plusieurs maladies. Par conséquent, ils ont déterminé le contenu de différentes vitamines (A, C, E) qui sont considérées comme des agents anti-oxydants, cependant les études effectuées démontrent que la concentration de vitamines A et C était plus élevée dans la pulpe du fruit que dans celle des feuilles, racine et tige du *Zizyphus lotus* de façon intéressante. [37]

### **2.9.3. Activité antifongiques et anti-mollusques**

Grâce à des études appliquées, il a été constaté que les fruits de *Zizyphus lotus* possèdent une activité antifongique et Moll suicide. [54] Les différents extraits (éthéré, chloroformique, extrait d'acétate d'éthyle et méthanoïque) de *Z. lotus* se sont avérés très actifs *in vitro* vis-à-vis de neuf souches des champignons pathogènes et des mollusques *Balanus truncatus* (hôtes intermédiaires et vecteurs de la transmission de la bilharziose). [61]

### **2.9.4. Activité antidiabétique et hypoglycémique**

Le diabète est une maladie endocrinienne qui touche 2% de la population mondiale. Plus de 80% des décès par lui. Le diabète de type 2 est une forme insidieuse à développement lent. Dans la région Afrique le recours aux plantes de la pharmacopée traditionnelle devient courant selon, plus de 70% de la population africaine ont eu à utiliser les plantes médicinales pour traiter sa maladie. [50] Également la plante *Zizyphus lotus* est utilisée en médecine traditionnelle algérienne pour ses activités antidiabétiques, et hypoglycémique, [62] donc le problème de sa maladie reste à la sécrétion de l'insuline, leur continuité et leur régulation de taux de glucose dans le sang. Cependant plusieurs recherches rapportent que la sensibilité à l'insuline était améliorée par la vitamine A (qui existe dans la pulpe de fruit de *Z. lotus*) grâce à l'activation du récepteur de l'insuline et de la protéine tyrosine phosphatase 1B. [63]

### **2.9.5. Activité antimicrobienne**

Les maladies infectieuses sont la première cause mondiale de la mort prématurée d'environ 50000 personnes par jour dans le monde entier [64] Des résultats ont révélé que l'extrait au méthanol des tiges de *Zizyphus lotus* inhibait toutes les bactéries testées : *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Candida albicans*.

Des études antérieures ont montré l'activité antimicrobienne des fruits et des feuilles de *Zizyphus lotus* extraits contre *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella Pneumoniae*, *Proteus vulgaris* et *Bacillus subtilis*. [65] Il a également été signalé que les fruits et les feuilles de *Zizyphus lotus* sont les sources les plus importantes de polyphénols et flavonoïdes par rapport aux racines et aux graines. Cependant, à la connaissance des auteurs, aucune étude n'a été entreprise sur l'activité antimicrobienne des tiges de *Zizyphus lotus*. Les composés phyto-chimiques présents dans la plante principalement les polyphénols, pourraient être responsables de l'activité antimicrobienne. Il a été noté que le mécanisme de toxicité des polyphénols contre les microorganismes se fait soit par chélation des ions métalliques nécessaires à la croissance microbienne. [47]

### 2.10. Toxicité de jujubier

L'administration par voie intrapéritonéale d'un extrait aqueux issu des écorces de racines à raison de 50mg/kg n'entraîne aucune mortalité. La DL50 a été évaluée à 400mg/kg, tandis qu'une dose de 1000 mg/kg est responsable de 100% de mortalité chez la souris. [55]



## *Chapitre 3*

### **Composés phénoliques**

### 3. Les composés phénoliques

#### 3.1. Généralité sur les composés phénoliques

Les polyphénols sont des molécules organiques [66] très précieux, représentent un groupe de métabolites secondaires complexes, exclusivement synthétisés chez règne végétal. [68, 69] Ces molécules sont retrouvés dans toutes les parties de la plante supérieurs : racine, feuilles, fleurs et fruits. [69]

Les polyphénols, ou dénommés composés phénolique, sont des molécules spécifiques du règne végétal. L'élément structural de base est présent sous forme d'un noyau benzénique auquel sont directement liées un ou plusieurs groupes hydroxyles, libres ou engagés dans une autre fonction chimique quel que soit éther méthylique, sucre ou ester... Actuellement, plus de 8000 composés naturels satisfaisant à ces critères ont été isolés et identifiés. [71, 72]

Ce sont des composés biologiquement actifs présents dans les aliments qui sont proviennent de plantes comme les fruits, il est également connu pour leur action préventive contre les maladies dégénératives. Les recherches ont montré leur rôle dans le traitement des maladies cardiovasculaires, l'ostéoporose, des maladies neurogènes, du cancer et du diabète sucré. [72]

Les polyphénols naturels regroupent dans un grande ensemble de Substances chimiques comprenant au moins un noyau aromatique, portant un ou plusieurs groupes hydroxyle, en plus d'autres constituants, [73] selon leurs caractéristiques structurales, ils se répartissent dans différentes familles : anthocyanes, coumarines, lignines, flavonoïdes, tanins, quinones, acides-phénols, st xanthonés... qui sont des monomères, polymères, ou complexes de masse moléculaires presque 9000, [74] ces squelettes

carbonés de base sont élaborés par la voie du Shiki mate, [75] et d'après les principales classes le plus répandues des polyphénols, il peut être organisé comme suit :

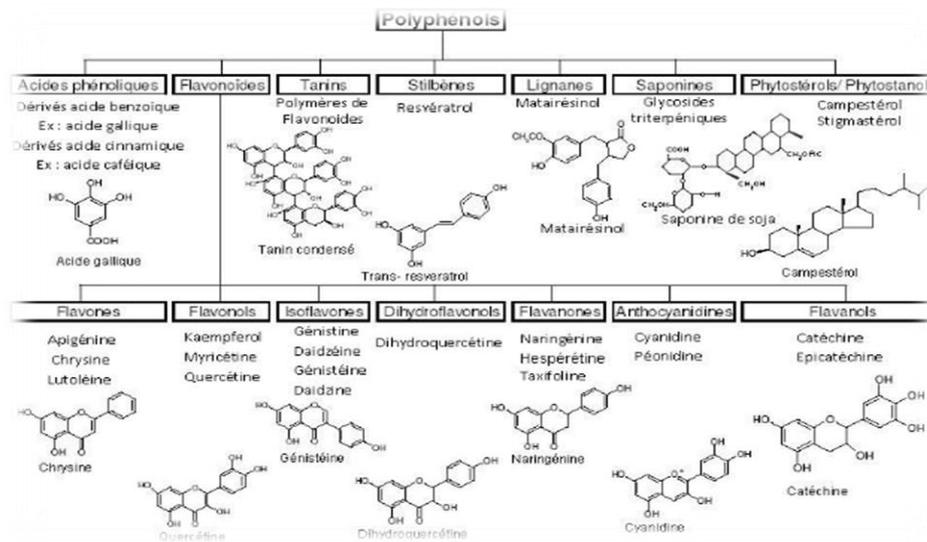


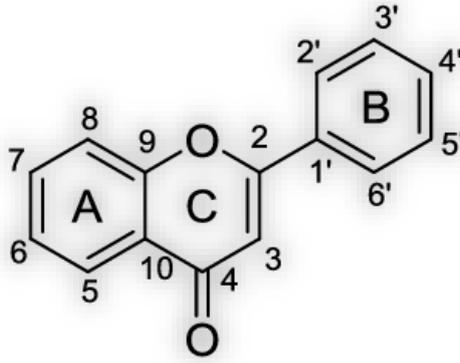
Figure.3.1 : Les différentes classes des polyphénols. [76]

### 3.2. Les Flavonoïdes

#### 3.2.1. Définition et structure

Le terme flavonoïde signifie un très large de composés phénoliques caractérisés par une structure benzo- $\gamma$ -pyrane, qui sont largement distribués dans le règne végétal et se retrouvent universellement dans les plantes vasculaires, sous forme de glycosides [77] Ils sont souvent présents sous forme d'hétérosides. [78] Les flavonoïdes sont des pigments quasiment universels des végétaux. Presque toujours hydrosolubles, ils interviennent dans la pigmentation des fleurs, des fruits et parfois des feuilles des plantes. Dans le pouvoir attracteur conditionne la pollinisation endomophile [19] ces pigments sont très présents dans les feuilles, les graines, l'écorce et les fleurs de zizyphus lotus. [79]

Chimiquement, ces substances sont de nature phénolique et se caractérisent par la présence de deux cycle benzéniques aromatiques liés par un pont de trois atomes de carbone, avec la structure générale  $C_6-C_3-C_6$  ce sont toutes un squelette chimique Commun qui peut ou non former un troisième cycle. La structure chimique de de la base du squelette flavonolique présente dans (la Figure 3.2). [77]



**Figure.3.2** : Structure de base du squelette flavonolique. [77]

### 3.2.2. Classification

Plus de 4000 variétés de flavonoïdes différents ont été isolé et identifié à partir de milliers des plantes. [80] Ils sont divisés en 6 grandes classes : [81]

Flavonols : caléchine ;

Anthocyanidines : cyanidine, pelargonidine ;

Flavones : apigénine, diosmine, butéoline ;

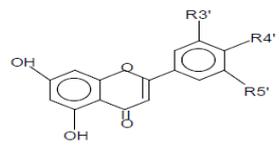
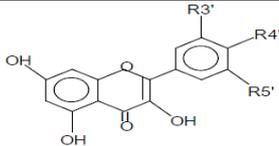
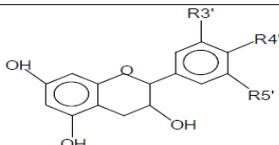
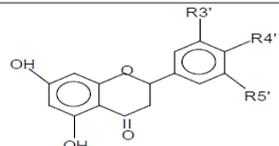
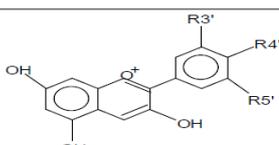
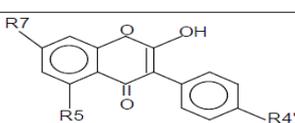
Flavonones : naringénine, naringine, hespéritine, hespéridine ;

Chalcones : phlorétine, phloridzine ;

Flavonols : quercétine, keemphérol, myricétine, fisétine

Tableau ci-dessus présente les principales classes de flavonoïde :

Tableau.3.1 : Principales classes des flavonoïdes. [82]

Classes	Structures chimiques	R3'	R4'	R5'	Exemples
Flavones		H	OH	H	Apigénine
		OH	OH	H	Lutéoline
		OH	OCH3	H	Diosmétine
Flavonols		H	OH	H	Kaempférol
		OH	OH	H	Quercétine
		OH	OH	OH	Myrecétine
Flavanols		OH	OH	H	Catéchine
Flavanones		H	OH	H	Naringénine
		OH	OH	H	Eriodictyol
Anthocyanidines		H	OH	H	Pelargonidine
		OH	OH	H	Cyanidine
		OH	OH	OH	Delphénidine
Isoflavones		R5	R7	R4'	
		OH	OH	OH	Genisteine
		H	O-Glu	OH	Daidezine

### 3.2.3. Localisation

Les formes hétérosidique des flavonoïdes, hydrosolubles, s'accumulent dans les vacuoles et, selon les espèces, se concentrent dans l'épiderme des feuilles ou se répartissent entre l'épiderme et le mésophylle. Dans le cas des fleurs, elles sont concentrées dans les cellules épidermiques. Lorsque les flavonoïdes sont présents au niveau de la cuticule foliaire, il s'agit presque toujours de génines libre dont la lipophilie est accrue par la méthylation partielle ou totale des groupes hydroxyle. Cela concerne surtout des plantes de régions arides ou semi-arides, souvent pourvues de structures sécrétrices; [19] exemple de notre plante zizyphus lotus.

### 3.3. Les tannins

#### 3.3.1. Définition

Les tannins sont des métabolites secondaires des végétaux [83] ces sont des composés phénoliques hydrosoluble, [84] il sont présente dans la nature sous forme polymérisée de poids moléculaires compris entre 500 et 3000 qui, en plus des propriétés classiques des phénols. En outre, ils ont certaines propriétés spéciales telles que l’aptitude à la précipitation des alcaloïdes, de la gélatine, et d’autre protéines.[85] Ces métabolites secondaires sont utilisés par les plante supérieures ( arbres, plantes à fleurs, etc.) comme moyen de défense chimique contre les parasites. [86]

#### 3.3.2. Classification

Ils se divisent en deux groupes : les tanins hydrolysables et les tanins condensés : [87]

##### 3.3.2.1. Les tanins hydrolysables

Les tanins hydrosolubles, constitués par une molécule de glucide liée à des molécules d’acide gallique ou ellagique, [88] et groupe principalement responsable des effets toxiques pouvant apparaitre lors de la consommation de certaines plantes. [89]

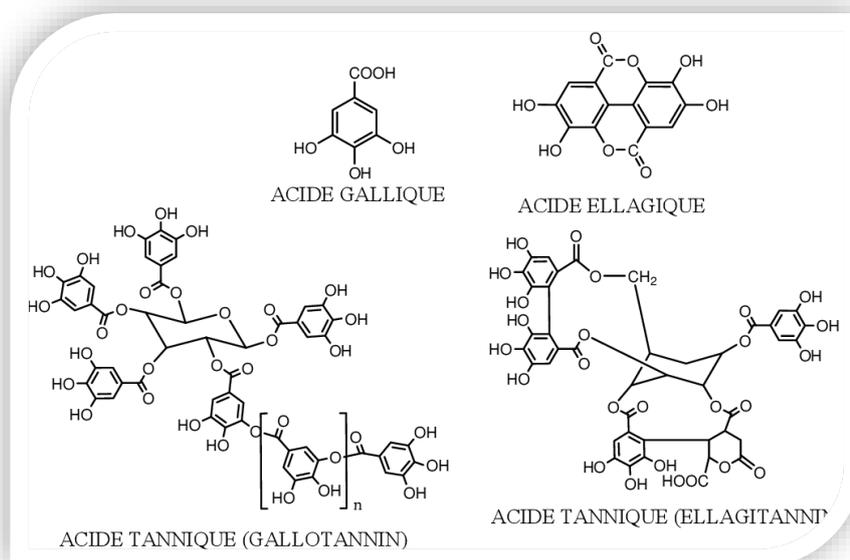


Figure.3.3 : Structure des tanins hydrolysables et les acides associés. [90]

### 3.3.2.2. Les tannins condensés

Les tannins condensés sont des composés secondaires présents dans les vacuoles des cellules des feuilles, des tiges des racines, des fleurs et des enveloppes des graines

dans la plante. [91] Ce sont principalement des oligomères ou des polymères de flavane-3-ol, ou de flavan-3,4- diols partagés de la catéchine ou de ses nombreux isomères. [92] Les tanins coagulent les protéines du derme, d'où leur utilisation pour tannage des peaux, et précipitent les protéines de la salive, et lui font perdre son pouvoir lubrifiant, ce qui correspond à leur action astringente. [93]

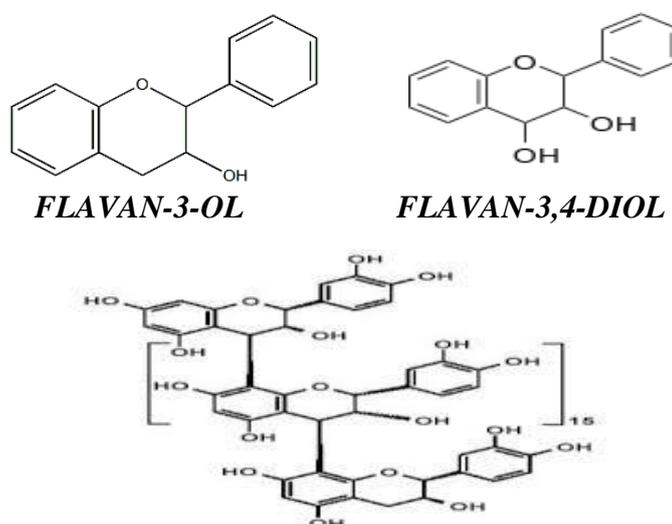


Figure.3.4 : Structure de tanins condensés. [90]

### 3.4. Les Activités biologiques et thérapeutiques des composés phénoliques

Les tanins sont des molécules biologiquement actives, douées d'activités pharmacologiques remarquables et des effets significatifs sur la santé humaine, et les flavonoïdes aussi sont des composants naturellement actifs. Plusieurs études ont démontré une large gamme des effets pharmacologiques de ces molécules. On a résumé quelques activités biologiques des polyphénols dans le (tableau 3.2).

Tableau 3.2 : quelques propriétés biologiques des polyphénols dans l'organisme.

polyphénols	Activités biologique	Reference
Acide cinnamiques, benzoïques} et phénols{	Antibactériennes Antiulcéreuses Anti-oxydantes Antifongique	[94], [95]

	Antiparasitaires	
<b>Flavonoïdes</b>	Antioxydants Anti tumorales Antiparasitaires Vaso dilatoires Antibactériennes Anti carcinogènes Anti-inflammatoires Analgésiques Hypotenseur Antivirales Diurétiques Ostéogène Allergiques Vasculo protecteur Anti radicalaires	[96], [97], [98], [99], [100], [101]
<b>Tannins {hydrolysable, condenses}</b>	Antibactérienne Antiviraux Antifongiques Anti oxydantes	[102], [103], [88], [104]



# *Chapitre 4*

## **Huiles essentielles**

## 4. Huiles essentielles

### 4.1. Historique

L'utilisation des plantes pour se soigner n'est pas nouvelle. Les premières traces écrites remontent, [105] et d'abord dans l'Orient et le Moyen-Orient et par la suite au Nord de l'Afrique et en Europe. [106]

En Égypte entre 3000 et 2000 ans avant notre ère, l'usage fut important des plantes pour soigner les malades. On reconnaît que ce sont les Arabes qui ont inventé, perfectionné et répandu la technique de la distillation à la vapeur d'eau. Cette découverte est un tournant majeur l'histoire des parfums. [107]

Au 16<sup>ème</sup> siècle, le médecin suisse Paracelse étudia l'extraction de « l'âme » des végétaux à laquelle on donna le nom « d'esprit d'essence », ensuite « huiles essentielles » en 1877. Léopold Ruzicka a mis en évidence les « poly terpènes » composants importants des essences.

En 1928, le chimiste français René-Maurice Gattefosse a utilisé le terme « aromathérapie » pour décrire les propriétés curatives des huiles essentielles lorsqu'il découvrit par accident que la lavande a guéri une brûlure à sa main, aujourd'hui l'usage des huiles essentielles est très large. Dans les domaines de la pharmacologie, la cosmétique et l'agroalimentaire. [108]

### 4.2. Définition

Les huiles essentielles sont des composés organiques naturels complexes de structures organiques très variées. Le terme :

**Huiles** : Vient de leur propriété de se solubiliser dans les graisses.

**Essentielles** : Désigne l'odeur dégagée par la plante productrice. [109] Une huile essentielle ou « essence végétale » est définie comme, l'essence volatile, extraite de la plante par distillation. Il s'agit d'une substance complexe qui contient des molécules aromatiques dont l'action bénéfique sur la santé est étudiée et mise en pratique par l'aromathérapie. [110]

On ne peut définir une essence sans définir sa méthode d'extraction

Selon la pharmacopée européenne : « produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, Soit par ex traînement par vapeur d'eau, soit par distillation sèche, ou par un procédé mécanique approprié sans chauffage. L'huiles essentielles est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par une procédé physique n'entrainement pas de changement signification de sa composition. [111]

### **4.3. Répartition et localisation des huiles essentielles dans la plante**

Les huiles essentielles se forment dans la cellule végétale et s'accunulent dans les divers organes de la plante. [112]

Les huiles essentielles sont synthétisées en tant que métabolites secondaires par différents plant aromatiques réparties dans diverses familles botaniques. Il s'agit principalement des Lamiales, des astérales, des rurales des laurales et des magnoliales. Ces plantes sont généralement localisées dans les pays à climat chaud tels que les pays méditerranés et les pays tropicaux. [113]

### **4.4. Fonctionnent de huiles essentielles**

Les plantes défense contre les facteurs externes soit par leur structure chimiques comme les molécules toxiques ou repoussantes ou par leur structure physique comme épines, anguilles...etc., elles produisent les huiles essentielles en tant que métabolites secondaires, mais leur rôle exact dans les processus de leur vie ne pas claire et inconnu.[114]

Certains auteurs pensent que la plante utilise l'huiles pour deux fonctions principales :

-Protéger les parties durables des plants contre les micro-organismes.

-Favoriser la pollinisation en attirant les insectes pollinisateurs et une action répulsive contre les animaux herbivores. [115] D'autres la considèrent comme source énergétique, facilitant certaines réactions chimiques, conservant l'humidité des plantes dans climats désertiques. [116]

#### **4.5. Caractères physico-chimique de huiles essentielles**

Généralement, les huiles essentielles sont liquides à température ambiante, volatiles, inflammables, odorantes, et leur densité est généralement inférieur, à l'exception de cinnamome (cannelle), de clous de girofle et de saffras, elles sont incolores, sauf la tanise qui est bleue, la cannelle rouge brune et l'inule verte. Elles sont insolubles dans l'eau mais solubles dans les huiles végétales et dans la plupart des solvants organiques, tel que l'alcool et l'éther. Elles peuvent être oxydées rapidement et isomérisées par la lumière. [109]

#### **4.6. Composition chimique de huiles essentielles**

Les compositions des huiles essentielles sont généralement dits « aromatiques » en raison de leur caractère odoriférant et non pour indiquer leur structure chimique, ce qui peut prêter à confusion.

Le nombre de molécules, chimiquement différentes, qui constituent une H.E est variable. La plupart sont poly-moléculaires ; c'est-à-dire composées d'une grande diversité de composés. [117]

La composition chimique des huiles essentielles ne sont pas des composés simples et soumise à de très nombreuses variables. Connaître avec exactitude les constituants d'une huile essentielles est fondamental, à la fois pour vérifier sa qualité, expliquer ses propriétés et prévoir sa toxicité potentielle. [118]

Parmi les composition majoritaires des huiles essentielles nous trouvons les terpénoïdes qui possédant un rôle écologique lors des interaction végétales .comme agent allélopathique, [119] à côté de ces composés majoritaires , nous retrouvons des composés minoritaires et un certain sous forme de traces, quelques huiles dites mono-moléculaires.

Les H.E sont aussi homogènes ou hétérogènes dans leur composition au regard de la structure chimique des composés. Extrêmement nombreux (près de 10000 sont chimiquement définis) nous pouvons les grouper dans différentes familles de composés chimiques.

Les composés des huiles essentielles ont une masse moléculaire relativement faible (terpènes : 136 u.m.a ., terpénols : 154 u.m.a , et sesquiterpènes : 200 u.m.a.), ce qui leur confère un caractère volatil et est à la base de leurs propriétés olfactives, [117]

#### 4.7. Les facteurs ayant une influence sur la composition chimique

La composition chimique des huiles essentielles dépend de plusieurs facteurs, comme par exemple, les conditions environnementales et climatiques, la saison de la cueillette des plantes, les conditions de stockage, la méthode utilisée pour l'extraction des huiles essentielles et les conditions d'analyse (type de colonne, température programmée, PH.....) employées pour l'identification des constituants de ces huiles. [120]

#### 4.8. Les Activités biologiques et thérapeutiques des huiles essentielles.

**Tableau 4.1 :** quelques propriétés biologiques des huiles essentielles dans l'organisme.

L'activité des huiles essentielles	Reference
<b>Activité antimicrobiens</b>	[121] [122] [123] [124] [125]
<b>Activité antibactérienne</b>	[126]
<b>Activité antivirales</b>	[127]
<b>Activité antifongique</b>	[128] [129] [130]
<b>Activité anti-oxydante</b>	[124]
<b>Activité anti-inflammatoire</b>	[124]
<b>Activité cicatrisantes</b>	[131]

#### 4.9. Toxicité d'huiles essentielles

On ne peut pas utiliser les huiles essentielles sans risque. Certaines HE peuvent provoquer une irritation lors de l'application sur la peau. Il y a un pouvoir irritant des HE (HE riche en Thymol ou Carnacrol), allergène (HE riche en cinnamaldéhydes). [132]

Leur caractère correspond à celui de la plante dont elle est tirée sa toxicité est d'autant plus importante que sa concentration est forte. De nombreuses précautions doivent être prises avant tout emploi et surtout en ce qui concerne le dosage ainsi que le mode d'application. Généralement, chez l'homme, l'ingestion de 10 à 30 ml d'HE peut être mortelle. Aux doses plus faibles en not des maladies comme troubles digestifs,

#### 4.10. Technique d'extraction des huiles essentielles

De nombreuses techniques sont utilisées pour l'extraction des substances aromatiques. Cette opération est des plus difficiles et des plus délicates puisqu'elle a pour but de capter les produits les plus subtils et les plus fragiles élaborés par le végétal et cela, sans

En altérer la qualité. La distillation à la vapeur d'eau reste la technique la plus couramment utilisée. [133]

### 4.10.1. Extraction par distillation

La distillation, selon la procédé physique et chimique la plus utilisé pour extraire les huiles essentielles contenues dans la plante. [134] Cette Opération s'accomplit dans un « alambic ». Le matériel végétal est supporté par une plaque perforée placée à une distance convenable du fond de l'alambic, plein d'eau, qui va être transformé en vapeur sous l'effet de la chaleur appliquée donc l'eau est passée à travers le végétal en entraînant les molécules aromatiques vers le système de refroidissement. La vapeur chargée ainsi d'essence revient à l'état liquide par condensation. À la fin de distillation ont obtenu deux phases hétérogènes ; l'eau condensée (florale) et phase organique. La partie insoluble qui est PHO est séparé par décantation. [114, 133, 134]

### 4.10.2. Extraction par hydro-distillation

C'est le procédé le plus répandu, car il convient à la majorité des plantes c'est la méthode normée pour l'extraction d'une huile essentielle, ainsi que pour le contrôle de qualité. Le procédé consiste à immerger la matière première végétale dans un bain d'eau. L'ensemble est ensuite porté à ébullition généralement à pression atmosphérique, et comme les HE sont insolubles dans l'eau mais soluble dans la vapeur, lorsqu'on envoie de la vapeur d'eau sur la plante, elle se charge au passage des huiles. La chaleur permet l'éclatement et la libération des molécules odorantes contenues dans les cellules végétales. Ces molécules aromatiques forment avec la vapeur d'eau, un mélange azéotrope. Sachant que la température d'ébullition d'un mélange est atteinte lorsque la somme des tensions de vapeur de chacun des constituants est égale à la pression d'évaporation, elle est donc inférieure à chacun des points d'ébullition des substances pures. Ainsi le mélange azéotrope « eau + huile essentielle » distille à une température égale 100°C à pression atmosphérique alors que les températures d'ébullition des composés aromatiques sont pour la plupart très élevées, la vapeur d'eau ainsi restée de ces essences est envoyée dans un compartiment pour y refroidir. Là, la vapeur redevient donc liquide et les huiles s'en désolidarisent (elles flottent à la surface). On les récupère alors par décantation. [6]

### 4.10.3. Entraînement à la vapeur

Le principe de la technique baser sous l'action la vapeur introduite ou formée dans l'extracteur, l'essence se libère du tissu végétal et est entraînée par la vapeur d'eau. Le mélange de vapeurs est condensé sur une surface froide et l'huiles essentielles se sépare par décantation. [137]

### **4.10.4. Enfleurage**

Consiste à faire absorber les HE par un corps gras, que l'on doit séparer ensuite pour obtenir l'HE pure, elle est très peu utilisée de nos jours. [133]

### **4.10.5. L'expression à froid**

Cette méthode est très simple et bon marché, C'est un procédé artisanal est souvent utilisée pour extraire les huiles essentielles des agrumes comme les agrumes : citron, orange, etc. de la partie de la plante telle que l'écorce ou les fruits son principe consiste à rompre mécaniquement les poches oléifères de zestes frais d'agrumes pour libérer leur matière aromatique. Pour la séparer de ces poches comprend trois procédés :

- Une méthode qui agit sur le fruit entier, elle utilise des machines sous l'effet de leur action abrasive.
- Une méthode qui agit sur le fruit sans endocarpe. Elle utilise des machines avec une pression appropriée pour libérer l'essence.
- Une méthode qui basé sur une seule opération d'extraction sans mélanger des deux produits (jus et essence).

Le produit obtenu se nomme « essence » et non huiles essentielles, puisque aucune modification chimique liée à des solvants ou à la vapeur d'eau n'a lieu. [126]

### **4.10.6. Extraction hydro alcoolique**

Cette technique est réalisée de plus en plus pour l'obtention de matières premières d'origine végétale destinée à l'industrie de la cosmétique l'eau pure n'étant pas un bon solvant des terpènes, les industriels lui rajoutent des solvants organiques appropriés (alcools, diol ou polyols) pour améliorer le rendement d'extraction. [138]

### **4.10.7. Extraction par solvants**

Cette technique est utilisée pour les plantes fragiles qui sont pluguées dans une préparation chimique provoquent la dissolution des substances aromatique. Après

Séparation du solvant par distillation ont obtenu un produit cireux qui doit être dissout avec de l'alcool, ce dernier est ensuite éliminé par évaporation. [134]

#### **4.10.8. Extraction par CO<sub>2</sub>**

Cette technique d'extraction extrait moderne mais onéreuse, il s'agit d'une extraction utilisant le dioxyde de carbone à l'état supercritique, comme solvant, [139] le CO<sub>2</sub> à l'état supercritique est obtenu en élevant la température et la pression au-dessus de son point critique soit critique soit environ 30 C° et 75 bars. Dans cet état, le CO<sub>2</sub> est capable de solubiliser de nombreux composés organiques et ainsi d'extraire les huiles essentielles, ils s'agissent d'un procédé non toxique et écologique car le solvant utilities est naturel non inflammable et est recyclable. [140]

### **4.11. Domaine d'utilisation des HE**

#### **4.11.1. Parfumerie**

Les huiles essentielles, à l'état dilué, sont utilisées dans les parfums et les eaux de toilettes, actuellement, ce sont davantage les molécules de synthèse qui entrent dans la composition très complexe et confidentielle mise au point par les grands parfumeurs. [138]

#### **4.11.2. Pharmacie**

Depuis d'années, les personnes utilisent les huiles essentielles et généralement les plantes aromatiques pour se soigner. À nos jours, les médecines dites naturelles rencontrent un succès grandissant auprès du public. [108]

L'industrie pharmaceutique emploie les huiles essentielles sous un nombre grandissant de formes (complexes à vaporiser, pastilles, gélules, dentifrices, etc...). Ces préparations contenant des huiles essentielles répondent à la réglementation des médicaments à base de plante. De plus, ces produits sont enregistrés sous le statut de complément alimentaire, règlementairement moins contraignant. Mais les huiles essentielles peuvent également être de simples excipients dans d'autres médicaments et servir par exemple d'arôme pour masquer le goût d'un principe actif. [138]

#### **4.11.3. Cosmétologie**

Les cosmétiques sont des produits du bien-être et non des médicaments, ils ne nécessitent pas d'autorisation de mise sur le marché. Cependant, on peut constater des allégations excessives sur bienfaits thérapeutiques des produits cosmétiques par la présence d'huiles essentielles incorporées. [138]

#### **4.11.4. Agroalimentaire**

Les huiles essentielles sont utilisées ici comme rehausseurs de goût et pour améliorer la saveur des produits alimentaires élaborés, depuis peu, les industriels ont souhaité l'utilisation d'huiles essentielles comme conservateurs, au détriment des molécules de synthèse classiques couramment utilisées, telles que les parabènes. [138]



# **Chapitre 5**

## **Travaux antérieurs**

## 5. Travaux antérieurs

### Introduction

Dans le cadre d'une étude comparative entre les méthodes d'extractions avec les différents solvants utilisés pour améliorer les rendements en : polyphénols, flavonoïdes, tanins et aussi la quantité des huiles essentielles de *zizyphus lotus* ; nous exposons et discutons et comparons dans cette partie l'ensemble des résultats obtenus par plusieurs groupes concernant les caractéristiques physico-chimiques et phyto-chimiques des différentes parties de la plante *zizyphus lotus* ; afin d'évaluer l'activité antioxydante et antimicrobienne de cette plante.

## 5.1. L'effet des solvants d'extraction sur le rendement

Le rendement s'affecte par plusieurs facteurs par exemple le solvant utilisé. Donc nous exposons et comparons l'ensemble des résultats obtenus par plusieurs groupes concernant l'effet des solvants d'extraction sur le rendement. Et le tableau ci-dessous les cite.

**Tableau.5.1.1** : Le rendement des différents d'extraits.

<b>Rendement%</b> <b>Solvant</b>	[141] <b>(Fruites)</b>	[142] <b>(fruites)</b>	[61] <b>(fruites)</b>	[53] <b>(Graine)</b>
<b>Méthanol</b>	(P <sub>1</sub> ) : 31,53%	/	6,4%	13,1%
	(P <sub>2</sub> ) : 42,65			
	(P <sub>3</sub> ) : 36,35%			
<b>Éthanol</b>	(P <sub>1</sub> ) : 11,94	/	0,36%	6,5%
	(P <sub>2</sub> ) : 15,96%			
	(P <sub>3</sub> ) : /			
<b>Aqueux</b>	/	42,86%	40,4%	9%
<b>Dichlorométhane</b>	/		0,28%	/

(P) : Population ; (P<sub>1</sub>) IMMOUZER, (P<sub>2</sub>) Fès, (P<sub>3</sub>) GUERCIF

L'extrait méthanol des fruits de *Zizyphus lotus* donne les meilleurs rendements (de 31.53 à 42,65 %) [141], suivi par l'extrait aqueux (40.4-42,86%) [143, 62]. Le rendement le plus faible était celui de l'extrait dichlorométhane (0.28%) [61]. Le rendement de l'extrait méthanol des graines était 13.1% [53]. Alors que, pour les graines de *Zizyphus L* le rendement le plus élevé était observé pour l'extrait de méthanol (13,1 %), suivi des extraits aqueux (9 %) et des extraits d'éthanol (6,5 %) [53].

La différence de rendements entre les extraits était due à plusieurs facteurs tels que la partie utilisée dans l'extraction, les conditions de séchage, le contenu de chaque espèce en métabolites, la nature du solvant utilisé dans l'extraction ou le fractionnement et les méthodes d'extraction appliquées.

En effet, l'utilisation de différents solvants de polarité différente, permet de séparer les composés en fonction de leur degré de solubilité dans le solvant d'extraction

## 5.2. Les composants majoritaires des extraits

### 5.2.1. Les polyphénols

Le teneur en polyphénol s'affecte par le solvant utilisé, et nous comparons l'ensemble des résultats obtenus par des groupes concernant les polyphénols comme des composés majoritaires des extraits. Et le tableau ci-dessous les cite.

**Tableau 5.2.1 :** Les teneurs en polyphénols selon différents solvants utilisés.

<b>Polyphénols</b> solvant	[142] ( $\mu\text{g}$ EAG/mg)	[53] (mg EAG/g)	[143] ( $\mu\text{g}$ EAG/mg)
<b>Méthanol</b>	<b>232,25<math>\pm</math>0,038</b>	/	96,13 $\pm$ 12,7
<b>Éthanol</b>	3,75 $\pm$ 0,006	50,67 $\pm$ 1,44	/
<b>Aqueux</b>	219,25 $\pm$ 0,041	23,54 $\pm$ 0,44	33,06 $\pm$ 4,75
<b>Décoction</b>	67,5 $\pm$ 0,021	/	/

L'analyse qualitative des extraits a montré que les différentes parties du Z. Lotus sont riches en polyphénols (Tableau. 5.2.1).

La détermination des polyphénols, a révélé que l'extrait de méthanol correspond aux teneurs des polyphénols totaux les plus élevés. Les extraits de méthanol des fruits étaient les plus riches en composés phénoliques par rapport aux autres parties de Z. lotus. Ces teneurs étaient de 232,25 $\pm$ 0,038, 96,13 $\pm$ 12,7, et 50,67 $\pm$ 1,44 (mg EAG/g) pour les extraits méthanol des fruits, feuilles et graines respectivement [143, 144, 54]. En revanche, les teneurs les plus faibles étaient celles des extraits aqueux, avec une teneur de 33,06 $\pm$ 4,75mg EGA/g les feuilles [143], et 23,54 $\pm$ 0,44 les graines [53], ces résultats montrent des différences très significatives entre les teneurs en solvant et en partie de plante. Le dosage de polyphénol dans l'extrait (80% éthanol) du Zizyphus mauritiana (L) avait révélé une valeur élevée en polyphénol (328,65 $\pm$ 13,98 mg GAE/100g. [144]

Il est clair que les extraits polaires (méthanol et aqueux) et le décocté se révèlent plus riches en polyphénols (232,25 $\pm$ 0,038, 219,25 $\pm$ 0,041, 67,5 $\pm$ 0,021 respectivement) [142].

Donc, le contenu en polyphénols des extraits reste très variable, il dépend du type d'extrait, c'est-à-dire de la polarité du solvant utilisé dans l'extraction. La solubilité élevée des phénols dans les solvants polaires donne la concentration élevée de ces composés dans les extraits obtenus en utilisant les solvants polaires pour l'extraction. [145] On peut constater que les fruits sont les plus riches en polyphénol par rapports aux feuilles et des graines ; par l'extrait de méthanol.

### 5.2.2. Les flavonoïdes

La teneur totale en flavonoïde aussi s'affecte par le solvant utilisé, et nous comparons et discutons l'ensemble des résultats obtenus par des différent groupes concernant les flavonoïdes comme des composés majoritaires des extraits. Et le tableau ci-dessous les cite.

**Tableau 5.2.2 :** Les teneurs en flavonoïde selon différents solvants utilisés.

<b>Flavonoïde</b> <b>Solvant</b>	[142] (mg EQ/g)	[53] (mg EQ/g)	[143] (µg EQ/ mg)
<b>Méthanol</b>	6,72±0,011	21.25±0.20	8,46±2,96
<b>Éthanol</b>	1,55±0,002	27.68±0.04	/
<b>Aqueux</b>	<b>30,85±0,011</b>	3.85±0.35	6,68±0,29
<b>Décoction</b>	13,59±0,121	/	/

Les teneurs totales en flavonoïde de tous les extraits sont indiquées dans le (tableau.5.2.2). Les fruits ont été les plus riches en flavonoïdes avec des teneurs de 30,85±0,011, 13,59±0,121, et 6,72±0,011 (g EQ/mg) dans l'extrait aqueux, méthanol et l'extrait de décoction respectivement [142].

Extraits aqueux contenait les plus faibles quantités de flavonoïdes, avec 6,68±0,29, et 3.85±0.35 mg QE/g pour l'extrait des feuilles et des graines respectivement [144, 54].

Le taux de flavonoïdes le plus élevé était détecté dans l'extrait aqueux des fruits (30,85±0,011g EQ/mg), suivi par l'extrait décocté (13,59±0,121g EQ/mg), et le méthanol (6,72±0,011g EQ/mg), alors que l'extrait d'éthanol se révèlent le plus faibles en flavonoïdes (1,55±0,002g EQ/mg) [142].

Par contre, l'extrait d'éthanol de graine de Z lotus avait montré une teneur élevée en flavonoïdes ( $27,68 \pm 0,04$  mg EQ/g), suivi par l'extrait MET ( $21,25 \pm 0,20$  mg EQ/g) et de l'extrait AQ avec une faible concentration ( $3,85 \pm 0,35$  mg EQ/g) [53].

Les feuilles de zizyphus lotus révélait la plus grande valeur en flavonoïde dans l'extrait de méthanol ( $8,46 \pm 2,96$ ), par rapport à l'extrait aqueux ( $6,68 \pm 0,29$ ) [143]. On peut constater que les fruits sont les plus riches en flavonoïdes par rapports aux feuilles et des graines.

En tenant compte de la polarité des extraits, il apparaît que la teneur en Flavonoïdes dans le Zizyphus lotus augmente avec la polarité de l'extrait (AQ > MET > DCM > ET). Le dosage des Flavonoïdes dans l'extrait MET du Zizyphus vulgaris, avait révélé une proche ( $5,93 \mu\text{g}/\text{mg}$ ) à celle trouvée dans l'extrait MET du Zizyphus lotus ( $6,72 \mu\text{g}/\text{mg}$ ) [146]. La détermination quantitative des flavonoïdes totaux par la méthode du trichlorure d'aluminium révèle que l'extrait aqueux est l'extrait le plus riche en flavonoïdes avec une teneur de ( $1,82 \pm 0,26 \mu\text{g EQ}/\text{mg}$  d'extrait), la concentration des flavonoïdes dans les extraits de la plante dépend de la polarité des solvants utilisé dans la préparation d'extrait [145] donc le type de standard utilisé comme : quercétine, rutine peut aussi changer les résultats. [144, 148]

### 5.2.3. Les tannins

La teneur totale en tannins aussi s'affecte par le solvant utilisé, et nous comparons et discutons l'ensemble des résultats obtenus par les mêmes groupes présidant concernant les tannins comme des composés majoritaires des extraits. Et le tableau ci-dessous les cite.

**Tableau 5.2.3 :** Les teneurs en tannin selon différents solvants utilisés.

<b>Tannin</b>	[61] ( $\mu\text{g ECT}/\text{mg}$ )	[53] (mg/g)	[143] ( $\mu\text{g ECT}/\text{mg}$ )
<b>Méthanol</b>	$4,57 \pm 0,94$	<b><math>9.12 \pm 1.07</math></b>	$0,048 \pm 0,011$
<b>Éthanol</b>	/	Plus fiable	/
<b>Aqueux</b>	$6,77 \pm 1,95$	Plus fiable	$0,042 \pm 0,005$

Le dosage des tanins condensés dans les fruits avait montré des teneurs élevées de ces molécules dans les extraits polaires, dont l'extrait aqueux représente l'extrait le plus

riche ( $6,77 \pm 1,95 \mu\text{g ECT/mg d'extract}$ ), que l'extract MET ( $4,57 \pm 0,94 \mu\text{g ECT/mg d'extract}$ ) [61].

Alors que l'analyse des graines avait montré une forte teneur en tanin condensé dans l'extract MET ( $9,12 \pm 1,07 \text{ mg/g}$ ) par rapport aux deux autres extracts étudiés [53]. Par comparaison entre les deux extracts AQ et MET des feuilles de zizyphus lotus, il est évident que l'extract AQ est un peu plus riche en flavonoïde par rapport à l'extract MET avec vals, vals respectivement de groupe [143].

On peut constater que les graines ont été la partie la plus riches en tanins condensés en comparaison avec les fruits et les feuilles. Une autre étude des tanins dans l'extract de méthanol des racines de Zizyphus lotus avait une bonne teneur ( $167,05 \mu\text{g/mg}$ ). [148]

Le dosage des tanins condensés montre la haute teneur de ces molécules dans les extracts polaires ; exactement dans l'extract MET ( $9,12 \pm 1,07 \text{ mg/g}$ ), par rapport aux deux autres extracts étudiés. Donc cette différenciation dépend de type de solvant utilisées pour l'extraction des tanins et aussi la région et la partie de la plante (gainés, fruits, feuilles) peut être améliorer le rendement en ces composés.

Divers facteurs peuvent influencer la teneur totale en polyphénols, tels que les facteurs géographiques, climatiques et éco-physiologiques. Cela peut expliquer les résultats obtenus qui ont montré une variation de la teneur en composés phénoliques. Les facteurs génétiques, la durée de stockage peuvent avoir une forte influence sur la teneur en polyphénols. [149] En plus de temps de la récolte, donc le degré de maturation de la plante qui peut également influencer les teneurs.

### 5.3 : Les activités biologiques des composés phénoliques

#### 5.3.1. L'activité antioxydant

**Tableau.5.3.1 :** Valeur  $CI_{50}$  de piégeage de radical DPPH, du blanchissement du  $\beta$ -carotène et de la réduction de fer et valeur de la CAT des extracts de toutes les groupes étudiés.

Tests		Extrait	[141] mg/ml	[142] mg/ml	[61] mg/ml	[53] mg/ml	[143] mg/ml
CI <sub>50</sub>	Piège	Méthanol	$0.47 \pm 0.22$	$0.24 \pm 0.03$	$0,195 \pm 35,35$	$1.32 \pm 0.09$	
	age	Éthanol	$0.29 \pm 0.05$	$0,31 \pm 0,08$	/	$1.33 \pm 0.008$	

		Aqueux	1,19±0,07	0,23±0,01	0,055±0,035	1.19 ± 0.01	
		Décocté	/	0,26±0,01	/		
		BHT	0,24±0,007	/	0,04±1,0	0.24±0.001	
		EAA	/	0,041±0,07	0,014±0,07	/	
		Rutine	/	/	0,012±0,01	/	
		Quercétine	/	/	0,0044±0,0	/	
		EAG	/	/	/	/	
<b>Blanchissement de β- carotène</b>	Méthanol			0,8			
	Éthanol			0,5			
	Aqueux			1			
	Décocté			0,4			
	BHT			1,2			
	EAA			/			
	Rutine			/			
	Quercétine			/			
	EAG			/			
<b>Réduction de fer</b>	Méthanol		2,44±0,08			0,5	
	Éthanol		3,41±0,01			/	
	Aqueux		0,72±0,15			10	
	Décocté		1,924±1,21			/	
	BHT		/			/	
	EAA		0,073±0,02			0,1	
	Rutine		/			/	
	Quercétine		/			/	
	EAG		/			0,005	
<b>Chélation du fer ferreux</b>	<b>Chélation du fer ferreux</b>	Méthanol		>IC <sub>50</sub>			
		éthanol					
		Aqueux					
		Décocté					
		BHT					
		EAA					
		Rutine					

		CAT (mg AAE/g MS)					
		Piégeage de DPPH			Blanchissement de β-carotène		
	quercétine						
	Méthanol	98.57±0.19	Faible	0,1 ±0,01	90.12±1.73		
	Éthanol	32	Faible	/	/		
	Aqueux	31	Forte	0,45±0,28	54.29±1.13		
	BHT	/		4,77±1,09	/		
	EAA	/		13,86±0,74	/		
	Rutine	/		16±0,18	/		
	Quercétine	/		50±0,00	/		
	Méthanol			69,24			
	Aqueux			85,05			
	éthérique			36,48			
	Déchlorométhane			33,9			
	BHT			100			
Réduction de fer	Méthanol						Forte
	Éthanol						/
	Aqueux		Forte				Faible

Les résultats obtenus par toutes les groupes révèlent une activité antioxydant avec des différents pourcentages, pour un même genre, d'un extrait à un autre. D'après l'extraits AQ des fruits [141] montrent une activité important de piégeage du radical DPPH, Il semble que la forte activité antioxydant des extraits de Z. lotus puisse être attribuée à la présence de molécules poly-phénoliques. [150] En outre, l'extrait MET de Z. lotus avait montré un effet anti-radicalaire plus important 98.57±0.19, qui pourrait être dû à la présence des composés phénoliques en forte concentration, et aussi cette activité est due probablement à la présence d'un taux élevé en flavonoïde. En effet, les polyphénols semblent être d'efficaces donneurs d'hydrogène au radical DPPH, en raison de leur structure chimique idéal, sans négliger les autres composés phénoliques mineurs, parce que la synergie entre les différents produits chimiques devrait être prise en considération dans l'activité biologique. [152, 153] Les composés phénoliques semblent être de bons candidats, en termes d'activité antioxydants, du fait de la présence de nombreux hydroxyles, pouvant réagir avec les radicaux libres. [153] De

nombreux études ont établi des relations entre la structure chimique des flavonoïdes et leur capacité antioxydant. L'activité de ces structures, les flavonoïdes les plus actifs sont ceux qui renferment des groupement 3'-4' d'hydroxy sur le cycle B et /ou un groupement 3OH sur le cycle C. [154] Donc les flavonoïdes réduisent et décolorent le DPPH en raison de leur capacité à produire de l'hydrogène. L'analyse des résultats de l'activité antioxydant des fruites [142] Autres ont montré que l'extrait MET de Z. Lotus a une forte activité antioxydant [155] De plus, il a été établi que cette activité antioxydant était positivement corrélée à structure de polyphénols généralement, polyphénols à grand nombre d'hydroxyle les groupes ont l'activité antioxydant la plus élevée. [156] C'était dû à leur puissance pour donner plus d'atomes, pour stabiliser les radicaux libres. [157] Ainsi, l'effet antioxydant n'était pas seulement dose-dépendant, mais aussi structurel-dépendant. [158] Selon [61] parmi les quatre extraits du zizyphus lotus l'extrait aqueux représente le plus actif, avec IC<sub>50</sub> de l'ordre 55µg/ml et un APR de 0,45, par contre les extraits apolaires montrent une très faible activité anti radicalaire cette résultat explique que les antioxydants apolaires sont inactifs vis-à-vis du DPPH. Une étude qui fait par [48] sur des fruites se Z. Lotus localisés dans la région du nord-ouest de la Tunisie (jendouba) avait révélé une proche (IC 50= 0,31±0,005mg/ml à celle forte trouvés dans les extraits polaires de ; [142, 143] Il est évident que la forte activité des extrait polaires est attribuée à leur richesse aux composés phénoliques, flavonoïdes, tanins, dont l'extrait **AQ** possède la plus forte teneur en molécule dosés (polyphénols, flavonoïdes). Une étude faite par [159] a suggéré que les molécules polaire présentes dans les extraites végétaux contribuent à l'augmentation de l'activité anti radicalaire, Ce n'est pas le cas pour les fruits [141], qui possède une faible teneur en composés phénoliques, mais une bonne activité antioxydant par rapport aux autres groupes. Ceci peut être expliqué par la présence d'autres substances antioxydants plus actives que celles existantes dans les extraits végétaux. Une forte teneur en polyphénols n'entraîne pas nécessairement une activité antioxydant puissante. [160] Et dans le cas des graines [53] qui présente une capacité antioxydant élevée par l'extrait MET au comparaison avec l'autres extraits, ceci peut être expliqué par la présence d'un taux élevée en tanins condensés avec cette extrait, L'extrait MET des feuilles avait présente une grande capacité antioxydant par rapporte au l'extrait AQ. Pour ce dernier la réduction est presque totale à partir d'une concentration de 9 mg/ml [143].

On peut constater que l'activité la plus élevée était prouvée par l'extrait MET des fruits [141], suivi par les graines [53].

**5.3.2. Activité antimicrobienne**

**Tableau.5.3.2.1 :** Paramètres antimicrobiens des extraits et leur interprétation des groupes [141] [53].

[141]				
Les souches testées	Extrait de l'éthanol (ET)			
	CMI	CMB	CMB/CMI	Interprétation
E. coli	25	100	4	Bactéricide
S. aureus	25	100	4	Bactéricide
P. aeruginosa	25	>200	ND	ND
E. faecalis	6,25	100	16	Bactéricide
S. epidermidis	25	>200	ND	ND
B. subtilis	25	100	4	Bactéricide
M. luteus	6,25	>200	ND	ND
C. tropicalis	50	>200	ND	ND
Les souches testées	Extrait de méthanol (MET)			
	CMI	CMB	CMB/CMI	Interprétation
E. coli	50	>200	ND	ND
S. aureus	25	>200	ND	ND
P. aeruginosa	6,25	50	8	Bactéricide
E. faecalis	6,25	100	16	Bactéricide
S. epidermidis	25	>200	ND	ND
B. subtilis	25	>200	ND	ND
M. luteus	25	>200	ND	ND
C. tropicalis	50	>200	ND	ND
Les souches testées	Extrait aqueux (AQ)			
	CMI	CMB	CMB/CMI	Interprétation
E. coli	100	>200	ND	ND
S. aureus	6,25	>200	ND	ND
P. aeruginosa	200	>200	ND	ND
E. faecalis	200	>200	ND	ND
S. epidermidis	200	>200	ND	ND
B. subtilis	100	>200	ND	ND
M. luteus	25	>200	ND	ND
C. tropicalis	50	>200	ND	ND
[53]				
Les souches testées	L'extrait de l'éthanol			
	CMI	CMB	CMB/CMI	Interprétation
E. coli	50	100	2	Bactéricide
S. aureus	100	200	2	Bactéricide

P. aeruginosa	50	100	2	Bactéricide
E. faecalis	50	100	2	Bactéricide
Les souches testées	<b>L'extrait de méthanol</b>			
	CMI	CMB	CMB/CMI	Interprétation
E. coli	100	>200	ND	ND
S. aureus	100	200	2	Bactéricide
P. aeruginosa	50	200	4	Bactéricide
E. faecalis	50	>200	ND	ND
Les souches testées	<b>L'extrait aqueux</b>			
	CMI	CMB	CMB/CMI	Interprétation
E. coli	200	200	1	Bactéricide
S. aureus	200	200	1	Bactéricide
P. aeruginosa	100	200	2	Bactéricide
E. faecalis	100	100	1	Bactéricide

Il a été constaté que les valeurs CMI obtenues à partir de l'extrait ETH et de MET des fruits étaient comprises entre (6,25 et 25) mg/ml [141]. En revanche, les valeurs CMI de l'extrait AQ étaient comprises entre 6,25 et 200 mg/ml. Sur la base de ces résultats, la CMI la plus élevée (50 mg/ml) de l'extrait ETH et MET a été observé contre E. coli et C. tropicalis. Cependant, La CMI la plus faible de l'extrait ETH et de l'extrait MET a été enregistrée contre E. faecalis. De même, l'extrait AQ a présenté une activité antimicrobienne contre les souches cibles, et les faibles valeurs de CMI ont été enregistrées contre S. aureus (12,5mg/ml). Par conséquent, tous les extraits ont montré un effet antimicrobien. Les résultats du CMB et du CMF des trois extraits testés ont été présentés dans le tableau.5.3.2.1 [141].

En fait, les valeurs du CMB varient de 50 à > 200mg/ml. Le CMB le plus intéressant (50 mg/ml) de l'extrait MET a été enregistré contre P. aeruginosa. Il note que les rapports CMB/CMI et CMF/CMI varient entre 4 et 16. Il était apparaît que les extraits testés de fruits de Z. Lotus ont une action bactéricide/fongicide ou bactériostatique effet fongistatique sur les souches étudiées.

Par contre, pour les graines [53] il a été constaté que ; l'extrait ETH a montré une faible CMI d'environ 50 mg/ml contre E. coli, P. aeruginosa et E. faecalis. Pour l'extrait MET, la concentration correspondant à 50 mg/ml a inhibé la croissance de P. aeruginosa et E. faecalis. De même, l'extrait AQ avait une activité antimicrobienne contre les différentes souches étudiées et la faible CMI obtenue a été de 10mg/ml détectée contre P. aeruginosa et E. faecalis. Il peut être a conclu que l'ETH, le MET et les extraits AQ avaient un effet antibactérien contre les quatre souches bactériennes testées. E coli a

montré une grande sensibilité à l'extrait d'ETH alors que le *Candida tropicalis* était plus résistant. Les résultats du CMB des extraits des graines ont été présentés dans le tableau.5.3.2.1 [53].

En fait, la CMB la plus intéressante était de 100 mg/ml, montrée contre *P. aeruginosa*, *E. faecalis* et *E. coli* par l'extrait ETH. Pour l'extrait MET, la CMB de *S. aureus* et *P. aeruginosa* était de 200 mg/ml, alors que la CMB de *E. Coli* et *E. faecalis* était supérieure à 200 mg/ml. L'extrait AQ avait une CMB de 100 mg/ml contre *E. faecalis* et de 200 mg/ml contre *P. aeruginosa*, *E. coli* et *S. aureus*. Selon MBC/MIC, il apparaît que les extraits du *Zizyphus L* les semences ont une activité bactéricide sur les souches étudiées. D'après ces résultats on peut constater que toutes les extraites des graines [53], et particulièrement l'extrait MET, avait données des valeurs élevées de CMI contre les quatre premières souches bactériennes au comparaison avec ce qui trouve par les extraits des fruits [141].

**Tableau.5.3.2.2 :** Diamètres des zones d'inhibition de la croissance microbienne obtenus par différents extraits du Z.L [61], [143].

Les souches testées	[61]				[143]		
	L'extrait de l'éther	L'extrait de Dichlorométhane	L'extrait de méthane	L'extrait aqueux	L'extrait aqueux	L'extrait de méthanol	Dilution
E. coli	<b>45,72±0</b>	/	6,29±0,05	/	9,5±3,53	10±9,89	10
					12,5±0,7	10±7,07	5
					4±2,12	12±9,89	2,5
					8,5±0,7	11±8,48	1,25
					10±2,82	10±7,07	0,625
S. aureus	22,07±0,81	14,13±0,58	16,45±0,49	17,41±1,71	13±9,19	11±7,77	10
					11±7,77	12±8,48	5
					11±7,77	12±8,48	2,5
					10±7,07	15±1,06	1,25
					10±7,07	<b>17±12,02</b>	0,625
P. aeruginosa	10,32±1,65	/	9,76±1,81	/	10,5±0	11±1,41	10
					10,5±0,7	12,5±2,12	5
					11±0	13±1,41	2,5
					9,5±0,7	12±0	1,25
					13±1,41	10±0	0,625
K. pneumonia	17,16±0	/	/	/			
S. typhimurium	/	/	/	<b>7±0</b>			
C. albicans	9±0	/	/	12±0			

Il apparait que toutes les souches microbiennes testées sont inhibées au moins par l'un des extraits utilisés, ce qui confirme le spectre large de l'activité antimicrobienne des fruits et feuilles de la plante.

L'extrait ET des fruits [61] avait montré l'effet inhibiteur le plus puissant, parmi les quatre extraits, au comparaiso n avec les extraits des feuilles [143], en présentant des zones d'inhibition de croissance plus grande avec toutes les souches microbiennes sauf *S. thymurium*, de même cet extrait avait montré la plus grande zone d'inhibition qui est apparue avec *E. coli*. Les extraits polaires ont montré une activité antimicrobienne avec toutes les souches microbiennes sauf *K. pneumonia*, l'extrait de MET avait montré des zones d'inhibition avec trois souches bactériennes (*S. aureus*, *E. coli* et *P. aeruginosa*), alors que, l'extrait AQ avait présenté une activité avec *S. aureus*, *S. thymurium* et *C. albicans*.

L'extrait MET des feuilles avait présenté une grande zone d'inhibition (17mm) avec *S. aureus* lors de l'utilisation de l'extrait MET avec une dilution de (0,625), ce qui confirme que cet extrait est plus actif avec les (gram +), pour *P. aeruginosa* (gram-), *E. coli* (gram-), les zones d'inhibition obtenues des deux extraits sont presque similaires avec toutes les dilutions, donc il n'y a pas activité dépendante de la concentration [143].

Il est noté que le *S. aureus* (gram +) est la bactérie la plus susceptible par comparaison avec les autres souches (gram -).

L'activité de ces extraits était due, au moins partiellement, à la présence des composés. Les extraits ET ont un effet inhibiteur plus fort contre les plus souches étudiés. *Z. lotus* était donc l'une des espèces végétales contenant de nombreux composés doté d'une action antimicrobienne comme les composés phénoliques. [161] La puissance antimicrobienne de cette plante dépendait de leurs compositions chimiques, particulièrement la richesse en composés phénoliques.

L'activité antimicrobienne des extraits testés a montré qu'*Enterococcus faecalis* et *Pseudomonas aeruginosa* étaient les plus sensibles. Il a été souligné que l'activité d'une substance végétale dépendait de nombreux facteurs, notamment le mode d'extraction et la concentration en principes actifs. [162] Selon les rapports MBC / MIC, l'extrait d'éthanol a un effet bactéricide sur Souches d'*Escherichia coli*, de *Staphylococcus aureus* et de *Bacillus subtilis* et un effet bactériostatique sur la souche *Enterococcus faecalis*. D'autre part, l'extrait de méthanol a un effet bactériostatique sur

les souches d'*Enterococcus faecalis* et de *Pseudomonas aeruginosa*. Il semble que l'efficacité inhibitrice d'un extrait végétal ne peut être due à un seul principe actif, mais à l'action combinée de plusieurs composés comme cela a été largement souligné par certains auteurs. [163] L'extrait éthérique du *Zizyphus lotus* de groupe [61] semble avoir l'effet inhibiteur le plus puissant avec toutes les souches microbiennes sauf *Salmonella thyphimurium*, extrait montre la plus grande zone d'inhibition, qui est apparue avec *Escherichia coli* (une zone d'inhibition > 45mm) au comparaison avec les autres expériences. Cette activité de l'extrait éthérique peut s'expliquer par l'effet antimicrobien puissant des composés apolaires de c'extrait, Les extraits polaires du *Zizyphus lotus* ont montré une activité antimicrobienne avec toutes les souches microbiennes sauf *Klebsiella pneumonia* selon le groupe [61] Il est apparaît que le *Staphylococcus aureus* et l'*Enterococcus faecalis* (gram positive) est les bactéries les plus susceptible ; ceci peut être attribué à la différence de la structure entre les bactéries gram positives et les bactéries gram négatives ; les parois cellulaires des bactéries Gram+ sont constituées d'une seule couche, tandis que la paroi des cellules de Gram - a une structure multicouche, Ont prouvé que le méthanol était le meilleur solvant pour l'extraction des composés phénoliques, puis du éther et aqueux et éthanol. Cela pourrait expliquer la richesse de l'extrait MET en phénols et son efficacité contre la plupart des souches étudiées par rapport à d'autres extraits. Les résultats de [164] a confirmé l'existence de composés antimicrobiens dans les extraits testés et validé l'utilisation de *Z. lotus* dans la médecine contre certaines maladies.

On peut constater que l'extrait d'éther donne des bons effets antimicrobiens, et aussi la dilution des extraits améliorer les résultats antimicrobiens.

#### 5.4. Le rendement des huiles de zizyphus lotus I.

**Tableau.5.4** : les résultats de rendement de l'expérience.

Reference	[165]	[166]		[167]	
Partie utilisée	Grains	Pulpe	Amande	Pulpe	racine
Rendement %	29,25±0,67	50,36±1,50	14,58±1,95	60,95	46,16

Le rendement obtenu par les pulpes des fruits de *zizyphus lotus* I. Été le plus élevée (de 50.36% à 60.95%) [166], [167] par rapport au racine qui montre un rendement de

46,16% [167], suivi par les grains avec 29,25% [165]. Par contre, l'amande avait présentait le rendement le plus faible avec 14,58% [166].

Cette différence démontrée peut être expliquée par la variabilité des conditions climatique et du génotype qui peuvent influencer la composition chimique des différentes parties (racine, amande et graine) de la plante.

### 5.5. Les caractéristiques physicochimiques des huiles

Tableau.5.5 : Les différents indices des huiles de zizyphus lotus l.

4Indice Référence	[168]	[166]		
	Partie utilisés	Graine	pulpe	Amande
Acidité (mg KOH/1g de huile)	10,74		7,52±0,00	2,82±0,00
Saponification (mg KOH/1g de huile)	122		154,836±0,12	195±0,02
Peroxyde (mg KOH d'huiles)	6		1,37±0,00	0,50±0,00
Réfraction (200C°)	1,46		1,4630±0,00	1,4695±0,00
Iode (mg 12 d'un 100g d'huiles)	86		22,842±0,00	130,072±0,00
Ester (mg KOH / 100g d'huiles)	111,26		-	-

La valeur la plus élevée de l'indice de saponification est celle de l'amande[166] . Alors que les valeurs de l'acidité était approximativement égale entre les graines [168] et les pulpes[166].Par contre la valeur la plus élevée de l'indice de peroxyde été trouvé pour les grains[168].

L'amande[166] un indice de l'iode élevé, par contre les valeurs de l'indice de réfraction on étaient égales.

Les résultats obtenus sur la variation de l'indice de réfraction des huiles extraites des pulpes et des amandes, confirment leur appartenance au groupe des huiles végétales et que ces huiles sont très riches en acide oléique et linoléique. [166]les résultats d'indice

d'acide de zizyphus lotus nous montrent une variation de l'indice d'acide au sein de la même espèce en fonction de la partie étudiée (pulpe ou amande), dont la valeur est comprise entre (2,805- 8,415).

**5.6. Tenure en protéines et sucres et lipides**

**Tableau.5.6** : Teneur en protéines et sucres et lipides.

Reference MP	[166]		[167]	
Partie de la plante	Pulpe	Amande	Pulpe	Racine
Protéines	1,18±0,56	14,22±0,89	2,10	3,13
Sucres	10,55±0,26	4,10±0,23	26	8,71
Lipides	0,79±0,02	29,73±0,20	0,9	1,6

La composition des huiles de Z. Lotus a montré que l'amande est la partie la plus riche en lipides et en protéines avec 29,73±0,20 et 14,22±0,89 respectivement [166]. Alors que dans la pulpe, les sucres représentent 26, supérieur que la racine et l'amande par (8,71)[167]et 4,10±0,23 [166] respectivement.

**5.7. Composition en acides gras des huiles de Z. Lotus**

**Tableau.5.7** : compositions en acides gras de l'huile de Z. Lotus

Reference Acide gras	[165]	[166]	[167]		[169]
Partie de la plante	Grains	amande	pulpe	Racine	L'huile d'olive (fruit)
A. Oléique C18	62,49	49,882	28,95	15,87	69,04±0,13
A. Stéarique C18	6,48	7,106	3,96	11,13	3,06±0,01
A. Linoléique C18	16	22,973	9,30	16,06	11,84±0,04
A. PalamitiqueC16	10,27	9,025	27,82	35,96	11,48±0,04
A.myristique C14	0,08	0,084	2,79	2,24	0,043±0,005
A.arachidique C20	1,25	2,367	0,97	1,51	0,60±0,03
A.béhénique C22	-	-	1,93	0,32	0,206±0,030
A.palmitolélique C16	0,03	0,134	5,93	2,98	0,55±0,01

Nombreuse études ont rapporté que les différentes parties de *Z. lotus* en particulier, les graines, la pulpe, l'amande, et les racines, étaient riches en acide palmitique, stéarique, linoléique et oléique [11,13, 19,28]. L'acide oléique était l'acide gras le plus important des graines [165], de l'amande [166], de la pulpe de *Z. lotus*[167], à 62%, 49,882%, 28,95%, respectivement.[165] Par contre, pour les racines de *Z. lotus*, l'acide palmitique était l'acide gras le plus important (35,96%)[167].

L'acide linoléique était également présenté par un niveau modéré au niveau modéré de l'amande, des racines, des graines, et de la pulpe de *Z. lotus* a (22,97%) [166], (16,06%) [167], et (16%), et (9,30%) [165], [167], respectivement.

D'autres acides gras étaient également présents dans cette plante comme l'acide arachidique (2,367%) en particulier dans l'amande de lotus *Z.*

La composition en acides gras a révélé que l'huiles *zizyphus lotus* est la plus insaturée, elle est très riche en acide gras C18 :A. Stéarique, A. Linoléique C16 : A. Palamitique, C14 : A. Myristique avec 6,48 %, 6%, 27,82% et 2,79% par rapporte le l'huile d'olive très faible, mis acide oléique représentent 69,04±0,13 dans l'huile de fruites d'olive supérieur que l'huiles *zizyphus lotus* avec toutes les parités.[169]

**5.8 Distribution et contenu des vitamines dans les différentes parties de *Z. Lotus*.**

**Tableau.5.8 :** distribution et contenu des vitamines dans les différentes parties de *Z. Lotus*. Les contus de vitamines sont exprimés un mg/100g.

Reference Vitamine	[31]						[166]	
Partie utilisée	feuilles	graines	racine	pâte	tige	fruit	pulpe	amande
Vitamine A	13,52	-	6,45	71,63	3,8		1,47±0,01	2,92
Vitamine B2	-	0,08	-	-	-	-	-	-
Vitamine C	63,40	31,24- 170,84	47,20	190,65	24,65	5,67	5,67±0,5	-
Vitamine B1	-	0,03		-	-	0,039	0,039±0,005	0,016±0,002
Vitamine E	155,71	-	47	11,23	4,5		0,97	1,78
caroténoïdes		0,634	-	-	-	1,47	-	-

β-tocophérol	-	130,47	-	-	-	-	-	-
δ-tocophérol	-	10,60	-	-	-	-	-	-
Tocophérol totale		141,07				0,97		

Les résultantes montrent que la pâte est la partie la plus riche en vitamine C et A avec 190,65 mg/100g et 71,63 mg/100g[31] par rapport au[166]5,67±0,5 et 2,92mg/100g, au comparaison avec les autres partie de la plante. Alors que dans la pulpe, la vitamine E représente 155,71mg/100g c'est la valeur supérieure que la racine et pâte, tige par 47 et 11.23, 4.5 mg/100g. Mais la richesse de vitamine B2 et β-tocophérol existe dans les grains 0.08 et 130.47 mg/100g par rapport aux autres parties de la plante. À la fine la grande quantité de tocophérol présente d'un graine (141,07mg/100g)[31] par rapporte le fruit (0,97) la quantité très faible.[166]on peut dire que le Vit E est riche dans des feuilles, par contre les (β-tocophérol, Tocophérol totale) est plus élevé dans des graines de la plante. Le Vit (A, C) est présente en quantité notable la pâte.( 190,65 ; 71,63) respectivement [31] ; on peut expliquer les variations en acide ascorbique dans les fruits par un caractère de la variété que l'espèce. [170] et aussi la partie utiliser donc la pâte est la plus riche en Vit C, A. cette teneur en vitamine C est supérieur à celle d'autre variété telle que *Zizyphus spina christi*:30 mg/100g MF. [171];[172]

*Conclusion*

# Conclusion

---

## Conclusion

Dans le temps Actuelle, le concept d'une thérapie à l'aide d'antioxydant naturel représente un but thérapeutique très important et est d'intérêt scientifique et public. Parmi les antioxydants naturels les plus étudiés on cite les flavonoïdes, polyphénols de *Zizyphus lotus* L. ces derniers sont considérés comme un outil pharmaceutique important pour prévenir la pathologie associée aux radicaux libres, et ces outils liés aux plusieurs recherches sur des meilleurs solvants qui les utiliser pour augmenter leur extraction et donc renforcer leurs activités biologiques.

**La première partie** de ce travail a été consacrée à l'étude phyto-chimique de *ZLL* ; on fait une étude comparative entre les résultats trouvés par quelques travaux antérieurs, les différents résultats obtenus montrent que les extrait de *ZLL* présentent un taux important en polyphénol et en flavonoïdes dans les extraits polaires par rapport au les extraits apolaires, ainsi les extraits de méthanol et les extraits aqueux sont les plus riches en ces molécules. Aussi les fruits sont la partie la plus riche en ces composés également nous nous sommes intéressés plus précisément à étudier l'effet antioxydant, ainsi que l'activité antimicrobienne. Les résultats obtenus montrent clairement que :

-L'extrait d'méthanol et l'extrait aqueux présentent un effet anti-radicalaire très puissant, l'activité antioxydant atteint au maximum  $98.57 \pm 0.19\%$  par l'extrait de méthanol

-L'extrait d'éthanol possèdent une activité inhibitrice contre plusieurs souches bactériennes ; surtout *E. coli*, et *S. aureus*.

-L'extrait d'éther donne la meilleure zone d'inhibitrice  $45,72 \pm 0$  mm contre *E. coli*.

-La dilution de l'extrait de méthanol à 0,625 augment la zones d'inhibition de la croissance microbienne conte *S. aureus*.

**La deuxième partie** consiste à une étude comparative de la composition chimique des huiles essentielles de *ZLL* entre quelques travaux antérieurs , les résultats montrent que la pulpe de *zizyphus lotus* est plus riche en huiles (26%) par rapporte les entre partie (les graine, amande et racine), et sont influencées par l'environnement et zone géographique, l'huile du *zizyphus lotus* riche en acide gras insaturés .les composés majoritaires sont (A. Oléique 66,8%, A. Stéarique 11,13%, A. Linoléique 22,97% et A. palmitique 35,96%). Concernant le taux de sucres, la pulpe est plus riche en sucre par

# Conclusion

---

Rapport les entre partie de la plante. Et l'indice de saponification la plus élevée d'huile est qui obtenue par l'amande. Mais les valeurs de l'acidité, elle était approximativement égale entre les graines et pulpe, le pourcentage le plus grand de l'indice de peroxyde sont influencées par des facteurs extrinsèque et intrinsèque. Les huiles des amandes de ces fruits peuvent être utilisées dans les préparations pharmaceutiques, cosmétiques. Toutes les amandes étudiées contiennent une fraction non négligeable en protéines végétales et peuvent être utilisée comme sources dans l'alimentation animale.

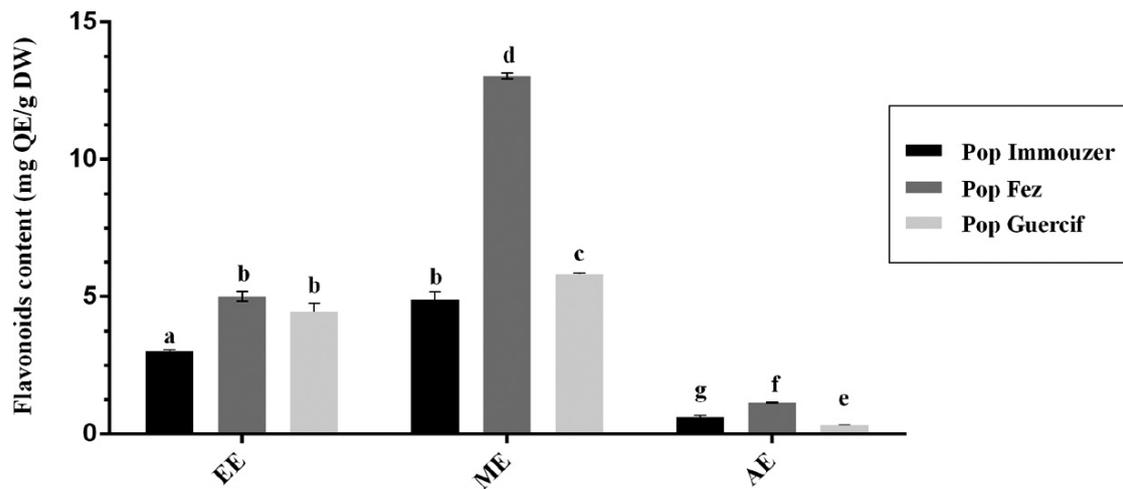
A la lumière de ces résultats nous pouvons dire que *Zizyphus lotus L* ont un potentiel antioxydant et antimicrobienne, cela pourrait justifier leur utilisation en médecine traditionnelle cependant pour des raisons de conservation de la biodiversité végétale il est préférable d'utiliser des fruits de *ZLL*.

Ces résultats sont très avantageux dont ils constitues une première étape dans la recherche des composés naturels biologiquement active, et ils ouvrent une piste dans la compréhension du rôle joué par les polyphénols, tannin et flavonoïdes. Toute en prenant en compte l'effet de solvant sur leur extraction, et l'influence pédoclimatique sur ces solvants. Cependant, des travaux complémentaires sont nécessaires, dans ce cadre nous proposons :

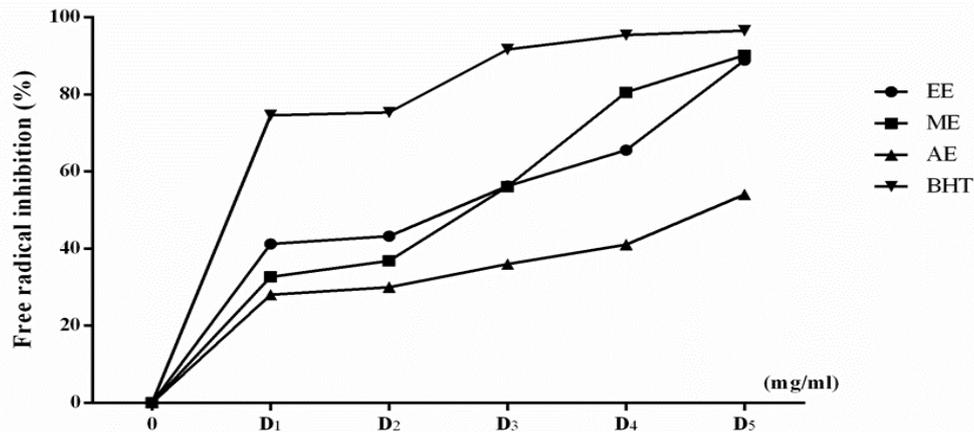
- Étudier des nouvelle solvants d'extraction et leurs influences sur le rendement en composés phénoliques, et la composition chimique des huiles essentielles de la plante.
- Séparer et isoler les constituants afin de connaître les molécules responsables aux ces activités.
- Tester l'effet antioxydant des flavonoïdes et tannins de *zizyphus lotus*.
- Étude de synergie entre les différents composés chimiques responsables à ces activités.
- Étude l'efficacité des composés phénoliques et huiles essentielles dans la domaine pharmaceutique et cosmétique et agroalimentaire afin d'établir leurs utiles comme des agents antioxydants naturels dans la sécurité médicale contre la propagation des radicaux libre, et le développement du cancer, Et comme des agents antimicrobiens naturels dans la sécurité alimentaire.
- Étude des fruits du *ZLL* pour se bienfait biologique dans la lutte contre le diabète.

# *Annexes*

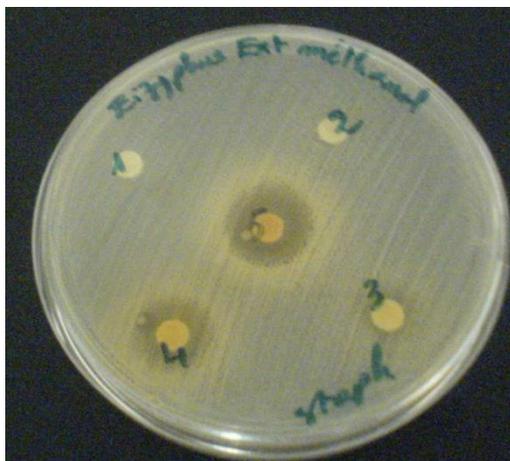
# Annexe



**Figure.1 :** Teneur en flavonoïdes de différents types d'extraits de pulpe de lotus Z. dans les trois régions étudiées. Les barres verticales correspondent à la SE à n = 4. [141]



**Figure.2 :** Pourcentage d'inhibition du radical DPPH de la référence antioxydant et les trois extraits testés. MS : Solution de base : 4mg / ml ; D1 : 2mg / ml ; D2 : 1mg / ml ; D3 : 0,5 mg / ml ; D4 : 0,25mg / ml. Les barres verticales correspondent à SE pour n = 3. [53]



Zones d'inhibitions de l'extrait MET sur *Staph a*



Zones d'inhibition de l'extrait ET sur *Staph a*

# Annexe



Zones d'inhibitions de l'extrait ET sur *Pseudo a*



Zones d'inhibition de l'extrait AQ sur *Staph a*



Zones d'inhibitions de l'extrait AQ sur *Candida*



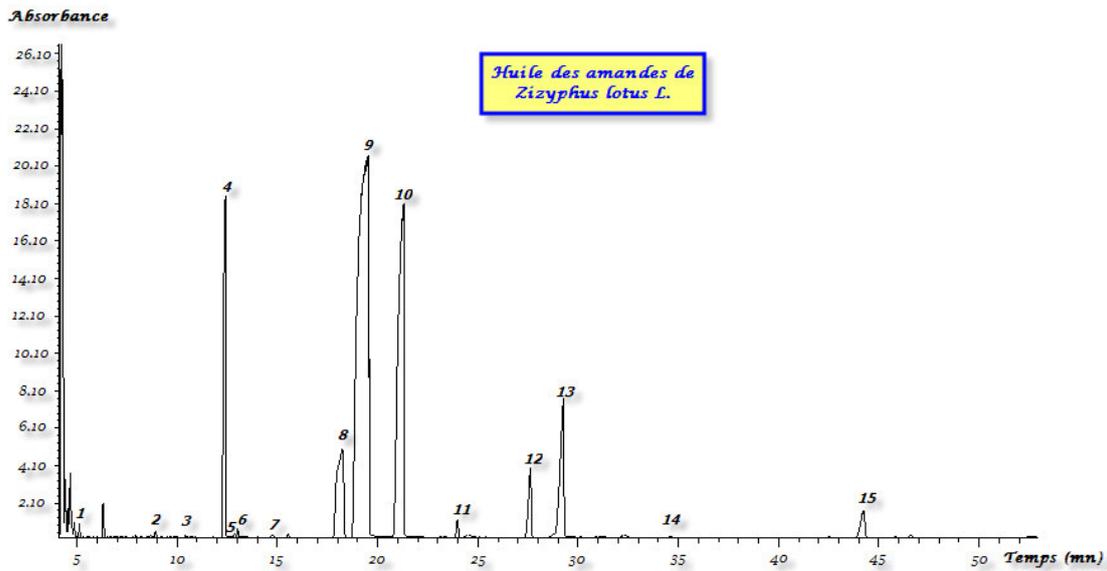
Zones d'inhibitions de l'extrait ET sur *E coli*



Zones d'inhibitions de l'extrait ET sur *Klebsiella p*

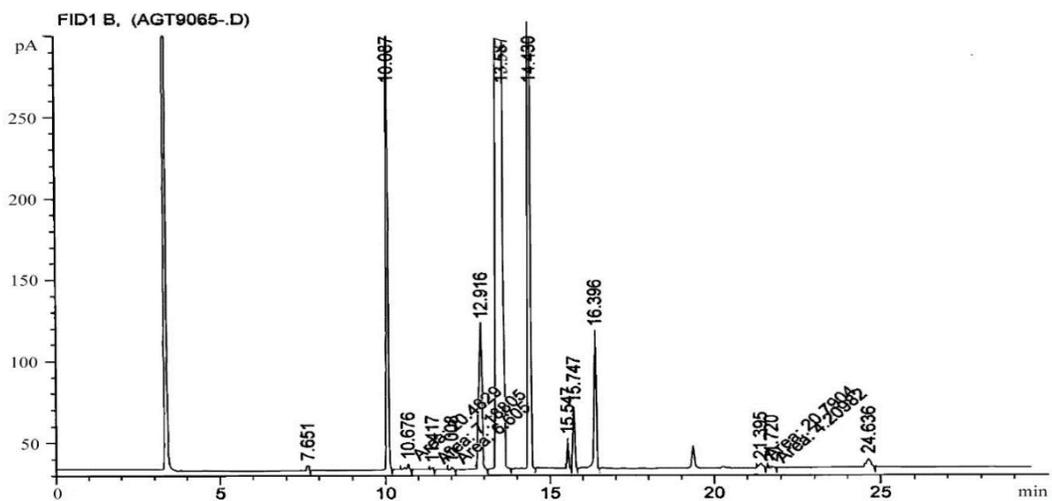
**Figure.3** : Zones d'inhibitions obtenues par différents extraits du *Zizyphus lotus*. [61]

# Annexe



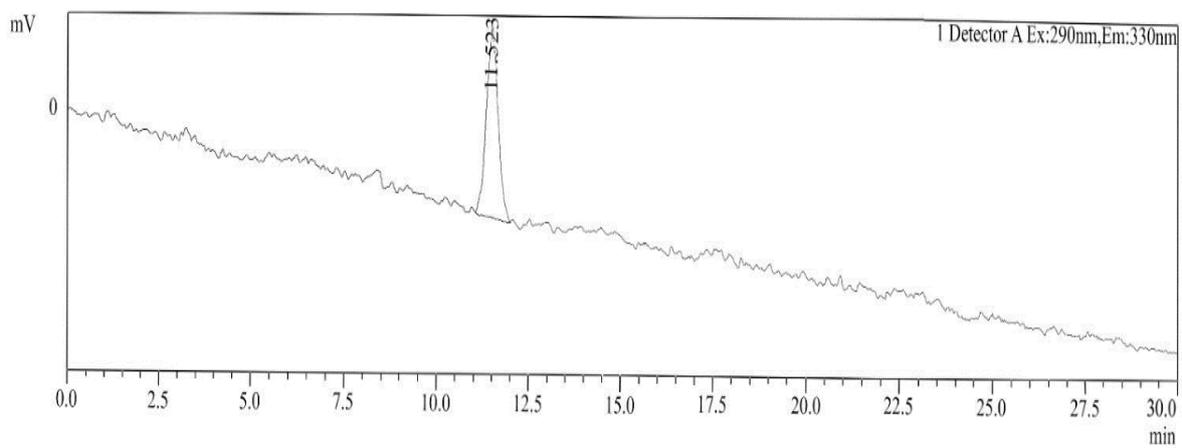
(1) C<sub>10</sub>:0 – (2) C<sub>14</sub>:0 – (3) C<sub>15</sub>:0 – (4) C<sub>16</sub>:0 – (5) C<sub>16</sub>:1<sup>7</sup> – (6) C<sub>16</sub>:1<sup>9</sup> – (7) C<sub>17</sub>:0 – (8) C<sub>18</sub>:0 – (9) C<sub>18</sub>:1<sup>9</sup> – (10) C<sub>18</sub>:2<sup>9,12</sup> – (11) C<sub>18</sub>:3<sup>9,12,15</sup> – (12) C<sub>20</sub>:0 – (13) C<sub>20</sub>:1<sup>11</sup> – (15) C<sub>22</sub>:0 – (16) C<sub>23</sub>:0

**Figure.4** : Profil en acides gras de l'huile des amandes des jujubes "Zizyphus lotus L." obtenu par CG/SM. [166]



**Figure.5** : Chromatogramme des principaux acides gras de l'huile de noyau de Zizyphus lotus L. [168]

# Annexe



**Figure.6** : Composition dans les amandes des tocophérols de l'huile de lotus Zizyphus. [168]

*Références  
bibliographique*

# Référence bibliographique

---

## Référence bibliographique

- [1] S. Achat, “Polyphénols de l’alimentation: extraction, pouvoir antioxydant et interactions avec des ions métalliques,” 2013.
- [2] E. Carillon, “La phytothérapie face à l’évolution médicale,” phyto, pp. 10–15, 2000.
- [3] W. H. Organization, “Principes méthodologiques généraux pour la recherche et l’évaluation relatives à la médecine traditionnelle,” Genève: Organisation mondiale de la Santé, 2000.
- [4] J. G. Fouché, A. Marquet, and A. Hambuckers, “Les plantes médicinales de la plante au médicament,” in Exposition temporaire du, 2000, vol. 19.
- [5] L. Messai and D. Belkacemi, “Etude phytochimique d’une plante medicinale de l’est Algerien,” 2011.
- [6] R. Labiod, “Valorisation des huiles essentielles et des extraits de *Satureja calaminthanepeta*: activité antibactérienne, activité antioxydante et activité fongicide,” Univ. Badji Mokhtar-Annaba. p, vol. 78, 2016.
- [7] M. Maraghni, M. Gorai, and M. Neffati, “Seed germination at different temperatures and water stress levels, and seedling emergence from different depths of *Ziziphus lotus*,” South African J. Bot., vol. 76, no. 3, pp. 453–459, 2010.
- [8] M. Neffati and M. Sghaier, “Développement et valorisation des plantes aromatiques et médicinales (PAM) au niveau des zones désertiques de la région MENA (Algérie, Egypte, Jordanie, Maroc et Tunisie),” 2014.
- [9] M. Tchamdja k, “Etude de performance d’un extracteur artisanal pour la production d’essence de citronnelle, Mémoire d’ingénieur des travaux biologique.” Université Mouloud Mammeri, p. ESTBA, UB, p 95, 1995.
- [10] N. Zeghad, “Etude du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales d’intérêt économique (*Thymus vulgaris*, *Rosmarinus officinalis*) et évaluation de leur activité antibactérienne,” Constantine Univ. Mentouri, 2009.
- [11] A. Sofowora, *Plantes médicinales et médecine traditionnelle d’Afrique*. KARTHALA Editions, 2010.
- [12] N. R. Farnsworth, O. Akerele, A. S. Bingel, D. D. Soejarto, and Z. Guo, “Place des plantes médicinales dans la thérapeutique,” Bull. World Health Organ., vol. 64, no. 2, pp. 159–164, 1986.
- [13] B. B. Petrovska, “Historical review of medicinal plants’ usage,” Pharmacogn. Rev., vol. 6, no. 11, p. 1, 2012.
- [14] M. Jean-Michel, “Traité pratique de Phytothérapie,” Grancher, 2008.
- [15] Z. Mohammedi, “Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles

## Référence bibliographique

---

- essentielles et flavonoïdes de quelques plantes de la région de Tlemcen,” Mémoire Magister. Univ. Abou Bakr Belkaïd Tlemcen. 105p, 2006.
- [16] K. P. Svoboda and J. B. Hampson, “Bioactivity of essential oils of selected temperate aromatic plants: antibacterial, antioxidant, antiinflammatory and other related pharmacological activities,” Plant Biol. Dep. SAC Auchincruive, Ayr, Scotland, UK., KA6 5HW, vol. 16, pp. 1–7, 1999.
- [17] J. HERCK, “Dermatologie, cosmétologie: formulation en phytothérapie,” Bull. la Société belge phytothérapie, no. 5, pp. 28–48, 1994.
- [18] P. Iserin, M. Masson, and J.-P. Restellini, Encyclopédie des plantes médicinales. Larousse, 2001.
- [19] B. Jean, Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales (4e éd.). Lavoisier, 2009.
- [20] E. YBERT and D. E. M. A. DE LAAGE, “Larousse encyclopédie des plantes médicinales,” Identification, préparations, soins, Larousse, Paris, pp. 12-22 , ISBN 2-03-560252–1, 2001.
- [21] A. Chevallier, “Encyclopedia of Medicinal Plants (2nd eds) Dorling Kindersiey Limited.” Londres, 2001.
- [22] M. J. Waston, L., Dallwitz, “The families of flowering plants. Heart Disease Risk Factor Study.,” Am J Clin Nutr, 77 133-8, 1992.
- [23] P. Punt, W., Marks, A., and Hoen, “Rhamnaceae, The Review of palaeobotany and palynology,” vol. 123, pp. 57–66, 2003.
- [24] J. Bonnet, Larousse des arbres-Dictionnaire des arbres et des arbustes P. 512. Larousse, 2001.
- [25] I. V APG, “An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. Â Botanical Journal of the Linnean SocietyÂ 181: 1â€“20.” 2016.
- [26] A. Cronquist and A. L. Takhtadziâ, An integrated system of classification of flowering plants. Columbia university press, 1981.
- [27] W. J. . Azam-Ali, SBonkougou E., Bowe C., deKock C., Godara A., “Fruits for the Future 2 : Ber and other jujubes. Ed. Southampton Centre for Underutilised Crops,” p. U.K. 302 P, 2006.
- [28] A. H. Al-Saedi, M. T. H. Al-Ghafri, and M. A. Hossain, “Comparative evaluation of total phenols, flavonoids content and antioxidant potential of leaf and fruit extracts of Omani Zizyphus jujuba L,” Pacific Sci. Rev. A Nat. Sci. Eng., vol. 18, no. 1, pp. 78–83, 2016.
- [29] K. Ghedira, “Zizyphus lotus (L.) Desf.(Rhamnaceae): jujubier sauvage,” Phytothérapie, vol. 11, no. 3, pp. 149–153, 2013.
- [30] S. Abdoul-Azize et al., “Effects of Zizyphus lotus L.(Desf.) polyphenols on Jurkat cell signaling and proliferation,” Int. Immunopharmacol., vol. 15, no. 2, pp. 364–371, 2013.
- [31] S. Abdoul-Azize, “Potential benefits of jujube (Zizyphus Lotus L.) bioactive

## Référence bibliographique

---

- compounds for nutrition and health,” *J. Nutr. Metab.*, vol. 2016, 2016.
- [32] P. Munier, “Le jujubier et sa culture,” 1973.
- [33] P. Quézel and S. Santa, “Nouvelle flore de l’Algérie et des régions désertiques méridionales,” 1962.
- [34] P. Boudy, “Guide du forestier en Afrique du Nord,” p. 566, 1952.
- [35] S. Boudraa, L. Hambaba, S. Zidani, and H. Boudraa, “Composition minérale et vitaminique des fruits de cinq espèces sous exploitées en Algérie: *Celtis australis* L., *Crataegus azarolus* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Elaeagnus angustifolia* L. et *Zizyphus lotus* L.,” *Fruits*, vol. 65, no. 2, p. 75, 2010.
- [36] P. Quezel and S. Santa, “Nouvelle flore de l’Algérie et régions désertiques méridionales,” *Tome*, vol. 1, p. 565, 1962.
- [37] C. Benammar et al., “*Zizyphus lotus* L.(Desf.) modulates antioxidant activity and human T-cell proliferation,” *BMC Complement. Altern. Med.*, vol. 10, no. 1, p. 54, 2010.
- [38] A. Chevalier, “Les Jujubiers ou *Zizyphus* de l’Ancien monde et l’utilisation de leurs fruits,” *J. d’agriculture Tradit. Bot. appliquée*, vol. 27, no. 301, pp. 470–483, 1947.
- [39] Jujubier and M. G. et S. Chaker, “Jujubier,” *Encycl. berbère*, pp. 3979–3982, 2004.
- [40] F. Baba Aissa, “Encyclopédie des plantes utiles, flore d’Algérie et du Maghreb, substances végétales d’Afrique, d’Orient et d’Occident,” *Ed Libr. Mod. Rouiba*, vol. 46, p. 145, 2000.
- [41] R. Claudine, “Le nom de l’arbre: le gnenadier, le caroubier, le jujubier, le pistachier et l’arbousier,” *Actes sud le Majan*, 1er Ed. Fr., pp. 45–62, 2007.
- [42] F. El Hachimi, C. Alfaiz, A. Bendriss, Y. Cherrah, and K. Alaoui, “Activité anti-inflammatoire de l’huile des graines de *Zizyphus lotus* (L.) Desf.,” *Phytothérapie*, vol. 15, no. 3, pp. 147–154, 2017.
- [43] J. S. Jawanda and J. S. Bal, “Ber cultivation in Punjab,” *Punjab Hortic. J.*, no. 21, pp. 17–22, 1981.
- [44] M. TOMODA, N. SHIMIZU, and R. Gonda, “Pectic substances. II. The location of O-acetyl groups and the Smith degradation of zizyphus-pectin A,” *Chem. Pharm. Bull.*, vol. 33, no. 9, pp. 4017–4020, 1985.
- [45] S. Naz, B. Sultana, and M. Shahid, “Alteration in antioxidant and antimicrobial attributes of leaves of *Zizyphus* species in response to maturation,” *J. Med. Plants Res.*, vol. 7, no. 2, pp. 61–70, 2013.
- [46] M. Ghalem, S. Merghache, and M. Belarbi, “Study on the antioxidant activities of root extracts of *Zizyphus lotus* from the western region of Algeria,” *Pharmacogn. J.*, vol. 6, no. 4, pp. 32–42, 2014.
- [47] L. A. Abderrahim, K. Taïbi, and C. A. Abderrahim, “Assessment of the antimicrobial and antioxidant activities of *Zizyphus lotus* and *Peganum harmala*,” *Iran. J. Sci. Technol. Trans. A Sci.*, vol. 43, no. 2, pp. 409–414, 2019.

## Référence bibliographique

---

- [48] H. Ghazghazi, C. Aouadhi, L. Riahi, A. Maaroufi, and B. Hasnaoui, "Fatty acids composition of Tunisian *Ziziphus lotus* L.(Desf.) fruits and variation in biological activities between leaf and fruit extracts," *Nat. Prod. Res.*, vol. 28, no. 14, pp. 1106–1110, 2014.
- [49] A.-C. Benchelah, H. Bouziane, and M. Maka, "Fleurs du Sahara, arbres et arbustes, voyage au coeur de leurs usages avec les Touaregs du Tassili," *Phytothérapie*, vol. 2, no. 6, pp. 191–197, 2004.
- [50] A. Dénou, "Activité antidiabétique des racines de *Zizyphus mauritiana* Lam (Rhamnaceae) et des feuilles de *Zizyphus mucronata* Willd (Rhamnaceae) chez le lapin," 2019.
- [51] L. Baddade, M. Berkani, M. Oubenali, A. Ben Ali, and M. Mbarki, "Activité anti-lithiasique des extraits aqueux des fruits de l'Arbutus Unedo et de l'amande de *Zizyphus Lotus*," *Int. J. Innov. Appl. Stud.*, vol. 25, no. 3, pp. 1100–1106, 2019.
- [52] W. Borgi, M.-C. Recio, J. L. Ríos, and N. Chouchane, "Anti-inflammatory and analgesic activities of flavonoid and saponin fractions from *Zizyphus lotus* (L.) Lam.," *South African J. Bot.*, vol. 74, no. 2, pp. 320–324, 2008.
- [53] R. Chaimae et al., "Antimicrobial and radical scavenging activities of Moroccan *Zizyphus lotus* L. seeds," 2019.
- [54] F.-Z. Bakhtaoui, H. Lakmichi, F. Megraud, A. Chait, and C.-E. A. Gadhi, "Gastro-protective, anti-*Helicobacter pylori* and, antioxidant properties of Moroccan *Zizyphus lotus* L.," *J. Appl. Pharm. Sci.*, vol. 4, no. 10, pp. 81–87, 2014.
- [55] W. Borgi, K. Ghedira, and N. Chouchane, "Antiinflammatory and analgesic activities of *Zizyphus lotus* root barks," *Fitoterapia*, vol. 78, no. 1, pp. 16–19, 2007.
- [56] M. Abdeddaim et al., "Biochemical characterization and nutritional properties of *Zizyphus lotus* L. fruits in Aures region, northeastern of Algeria," *Food Sci. Technol.*, vol. 15, pp. 75–81, 2014.
- [57] R. Mahajan and M. Chopda, "Phyto-Pharmacology of *Zizyphus jujuba* Mill-A plant review," *Pharmacogn. Rev.*, vol. 3, no. 6, p. 320, 2009.
- [58] R. A. A. Mothana, "Anti-inflammatory, antinociceptive and antioxidant activities of the endemic Soqotraen *Boswellia elongata* Balf. f. and *Jatropha unicostata* Balf. f. in different experimental models," *Food Chem. Toxicol.*, vol. 49, no. 10, pp. 2594–2599, 2011.
- [59] S. E. Alloui-Zemouri, A. Addaj, and N. Ighennoussen, "Composés phénoliques et activité antioxydante des extraits de *Zizyphus jujuba* obtenus par extraction assistée aux ultrasons," 2018.
- [60] Z. Hellal, "Contribution à l'étude des propriétés antibactériennes et antioxydantes de certaines huiles essentielles extraites des Citrus. Application sur la sardine (*Sardina pilchardus*)." Université Mouloud Mammeri, 2011.
- [61] Z. S. Djemai, "Etude de l'activité biologique des extraits du fruit de *Zizyphus Lotus* L.," *Mémoire magister. Univ. hadj lakhater-Batna*. 91p, pp. 865–873, 2009.

## Référence bibliographique

---

- [62] K. K. Anand, B. Singh, D. Grand, B. K. Chandan, and V. N. Gupta, "Effect of *Zizyphus sativa* leaves on blood glucose levels in normal and alloxan-diabetic rats," *J. Ethnopharmacol.*, vol. 27, no. 1–2, pp. 121–127, 1989.
- [63] S. M. Jeyakumar, P. Vijaya Kumar, N. V. Giridharan, and A. Vajreswari, "Vitamin A improves insulin sensitivity by increasing insulin receptor phosphorylation through protein tyrosine phosphatase 1B regulation at early age in obese rats of WNIN/Ob strain," *Diabetes, Obes. Metab.*, vol. 13, no. 10, pp. 955–958, 2011.
- [64] I. Ahmad and A. Z. Beg, "Antimicrobial and phytochemical studies on 45 Indian medicinal plants against multi-drug resistant human pathogens," *J. Ethnopharmacol.*, vol. 74, no. 2, pp. 113–123, 2001.
- [65] G. Abdulla, M. A. Abdel-Samie, and D. Zaki, "Evaluation of the antioxidant and antimicrobial effects of *Zizyphus* leaves extract in sausage during cold storage," *Pak. J. Food Sci.*, vol. 26, pp. 10–20, 2016.
- [66] T. Sylla, "Substances (poly) phénoliques bioactives: synthèse totale de gallotannins depsidiques et hémisynthèse de la norbergénine C-arylglucosidique." Bordeaux 1, 2010.
- [67] S. Collin, C. Counet, D. Callemien, and V. Jerkovic, "Nomenclature et voies de synthèse des principaux polyphénols.," 2011.
- [68] M. Ferrier, "Les polyphénols contenus dans le vin rouge: leurs propriétés pharmacologiques," 2018.
- [69] N. Boizot and J.-P. Charpentier, "Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier," *Cah. des Tech. l'INRA*, pp. 79–82, 2006.
- [70] B. Mompon, B. Lemaire, P. Mengal, and M. Surbled, "Extraction des polyphénols: du laboratoire à la production industrielle," *COLLOQUES-INRA*, pp. 31–44, 1998.
- [71] M. S. P. Nikfardjam, H. J. Koler, A. Schmitt, C. D. Patz, and C. Dieter, "Polyphenolic composition of German white wines and its use for the identification of cultivar," *Mitteilungen Klosterneubg.*, vol. 57, pp. 146–152, 2007.
- [72] M. Abbas et al., "Natural polyphenols: An overview," *Int. J. Food Prop.*, vol. 20, no. 8, pp. 1689–1699, 2017.
- [73] C. W. Bamforth, "Beer haze," *J. Am. Soc. Brew. Chem.*, vol. 57, no. 3, pp. 81–90, 1999.
- [74] J. Yi et al., "Potential applications of polyphenols on main ncRNAs regulations as novel therapeutic strategy for cancer," *Biomed. Pharmacother.*, vol. 113, p. 108703, 2019.
- [75] P. M. Dewick, "The biosynthesis of shikimate metabolites," *Nat. Prod. Rep.*, vol. 12, no. 2, pp. 579–607, 1995.
- [76] Harborne JB, *Encyclopedia of Plant Physiology: Volume 8 Secondary Plant Products*, Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York. Berlin: Springer-Verlag,

## Référence bibliographique

---

- 1980.
- [77] O. Cartaya and I. Reynaldo, “Flavonoides: Características químicas y aplicaciones,” *Cultiv. Trop.*, vol. 22, no. 2, pp. 5–14, 2001.
- [78] P. 1981-Abrégé de matière médicale, “HURABIELLE., 1981-Abrégé de matière médicale. Pharmacognosie.” Masson. Paris. France.
- [79] A. Lugasi, “The role of antioxidant phytonutrients in the prevention of diseases,” *Acta Biol. Szeged.*, vol. 47, no. 1–4, pp. 119–125, 2003.
- [80] G. Forkmann and S. Martens, “Metabolic engineering and applications of flavonoids,” *Curr. Opin. Biotechnol.*, vol. 12, no. 2, pp. 155–160, 2001.
- [81] E. Middleton, C. Kandaswami, and T. C. Theoharides, “The effects of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart disease, and cancer,” *Pharmacol. Rev.*, vol. 52, no. 4, pp. 673–751, 2000.
- [82] N. Belkadi and I. Hadj-Ali, “Etude morphométrique et essai de germination des graines de jujubier (*Zizyphus lotus*) provenant du sud Algérien. Extraction et dosage de 3 classes de flavonoïdes et estimation de l’effet de la poudre des fruits vis-à-vis de *Tribolium castaneum* Herbst (Col.” Université Mouloud Mammeri, 2016.
- [83] N. Zimmer and R. Cordesse, “Influence des tanins sur la valeur nutritive des aliments des ruminants,” *Prod. Anim.*, vol. 9, no. 3, pp. 167–179, 1996.
- [84] A. Sereme, J. Milogo-Rasolodimby, S. Guinko, and M. Nacro, “Propriétés thérapeutiques des plantes à tanins du Burkina Faso,” *Pharmacopée médecine Tradit. africaine*, vol. 15, 2011.
- [85] J. Doat, “Les tanins dans les bois tropicaux,” *BOIS FORETS DES Trop.*, vol. 182, no. 182, pp. 37–54, 1978.
- [86] S. Hamon, *L’odyssée des plantes sauvages et cultivées: Révolutions d’hier et défis de demain*. IRD éditions, 2020.
- [87] R. Vaillancourt, A. E. Slinkard, and R. D. Reichert, “The inheritance of condensed tannin concentration in lentil,” *Can. J. plant Sci.*, vol. 66, no. 2, pp. 241–246, 1986.
- [88] A. Crespy, “Les tanins oenologiques—origines, propriétés—le cas des tanins de raisin,” *Rev. des oenologues*, vol. 104, pp. 17–19, 2002.
- [89] A. Crespy, “Effets des tanins condensés et des plantes à tanins sur les strongyloses gastro-intestinales chez le mouton et la chèvre,” *Rev. Alter Agri*, vol. 61, pp. 17–19, 2003.
- [90] S. Peronny, “La perception gustative et la consommation des tannins chez le maki (*Lemur Catta*).” Lemur, p. Discipline Eco-Ethologie .151p, 2005.
- [91] J. Aufrere, K. Theodoridou, and R. Baumont, “Valeur alimentaire pour les ruminants des légumineuses contenant des tannins condensés en milieux tempérés,” *INRAE Prod. Anim.*, vol. 25, no. 1, pp. 29–44, 2012.
- [92] J. M. Awika and L. W. Rooney, “Sorghum phytochemicals and their potential impact on human health,” *Phytochemistry*, vol. 65, no. 9, pp. 1199–1221, 2004.

## Référence bibliographique

---

- [93] B. Michel, Guide des plantes à fruits charnus comestibles et toxiques. Lavoisier, 2015.
- [94] I Gurbuz, E. Yesilada, and S. Ito, "An anti-ulcerogenic flavonol diglucoside from Equisetum palustre L.," J. Ethnopharmacol., vol. 121, no. 3, pp. 360–365, 2009.
- [95] M. Sannomiya et al., "Flavonoids and antiulcerogenic activity from Byrsonima crassa leaves extracts," J. Ethnopharmacol., vol. 97, no. 1, pp. 1–6, 2005.
- [96] L. Subedi, S. Timalseña, P. Duwadi, R. Thapa, A. Paudel, and K. Parajuli, "Antioxidant activity and phenol and flavonoid contents of eight medicinal plants from Western Nepal," J. Tradit. Chinese Med., vol. 34, no. 5, pp. 584–590, 2014.
- [97] K. Ghedira, "Les flavonoïdes: structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois en thérapeutique," Phytothérapie, vol. 3, no. 4, pp. 162–169, 2005.
- [98] G. Pérez Trueba, "Los flavonoides: antioxidantes o prooxidantes," Rev. Cuba. Investig. Biomédicas, vol. 22, no. 1, p. 0, 2003.
- [99] T. Brasseur, L. Angenot, and J. Pincemail, "Propriétés antiradicalaires, antilipoperoxydantes et antioxydantes de flavonoïdes," 1986.
- [100] E. Tripoli, M. La Guardia, S. Giammanco, D. Di Majo, and M. Giammanco, "Citrus flavonoids: Molecular structure, biological activity and nutritional properties: A review," Food Chem., vol. 104, no. 2, pp. 466–479, 2007.
- [101] H.-Y. Sohn, K. H. Son, C.-S. Kwon, G.-S. Kwon, and S. S. Kang, "Antimicrobial and cytotoxic activity of 18 prenylated flavonoids isolated from medicinal plants: Morus alba L., Morus mongolica Schneider, Broussonetia papyrifera (L.) Vent, Sophora flavescens Ait and Echinosophora koreensis Nakai," Phytomedicine, vol. 11, no. 7–8, pp. 666–672, 2004.
- [102] M. Daglia, "Polyphenols as antimicrobial agents," Curr. Opin. Biotechnol., vol. 23, no. 2, pp. 174–181, 2012.
- [103] G. M. L. Fiori et al., "Antimicrobial activity and rates of tannins in Stryphnodendron adstringens Mart. accessions collected in the Brazilian Cerrado," Am. J. Plant Sci., vol. 4, no. 11, p. 2193, 2013.
- [104] F. Benmeziane and Y. Cadot, "Quantitative analysis of proanthocyanidins (tannins) from grape (Vitis vinifera) seeds by reverse phase high-performance liquid chromatography," Carpathian J. Food Sci. Technol., vol. 10, no. 4, pp. 52–60, 2018.
- [105] A. Thomas, "L'utilisation des huiles essentielles chez le sportif." Université de Lorraine, 2016.
- [106] P. Veyrune, "Place des huiles essentielles en dermo-cosmétique," 2019.
- [107] R. Moha, "La réglementation des huiles essentielles dans les médicaments, dispositifs médicaux, produits cosmétiques, compléments alimentaires et biocides," 2019.
- [108] F. X. Garneau and G. J. Collin, "Huiles essentielles: de la plante à la

## Référence bibliographique

---

- commercialisation, le matériel végétal et les huiles essentielles,” Chicoutimi, Quebec, vol. 1, 2005.
- [109] A. Bouyahya, J. Abrini, Y. Bakri, and N. Dakka, “Les huiles essentielles comme agents anticancéreux: actualité sur le mode d’action,” *Phytothérapie*, vol. 16, no. 5, pp. 254–267, 2018.
- [110] P. L. E. D. D. DE, “CONSEILS ET UTILISATIONS DES HUILES ESSENTIELLES LES PLUS COURANTES EN OFFICINE.” université Toulouse 3, 2017.
- [111] O. PARLE, “huiles essentielles,” 1991.
- [112] R. Huet, “Les huiles essentielles d’agrumes,” 1991.
- [113] Z. Al Haj Belgacem, “Analyse des pesticides organochlorés dans les huiles essentielles d’agrumes.” University of Geneva, 2012.
- [114] R. Mouhammed, D. Acharya, and P. Wadegaonkar, “Plant-derived antimycotics: potential of Asteraceous plants,” *Plant-derived antimycotics Curr. trends Futur. Prospect.*, p. 165, 2003.
- [115] E. Guenter, “The essential oils Vol II, III, IV, V, VI,” Van No strand Ed. New York USA, 1975.
- [116] P. Belaiche, “Traité de phytothérapie et d’aromathérapie, tome I, Ed,” Maloine SA, p. 136, 1979.
- [117] M.-C. Pibiri, “Assainissement microbiologique de l’air et des systèmes de ventilation au moyen d’huiles essentielles,” EPFL, 2006.
- [118] F. Couic-Marinier and A. Lobstein, “Composition chimique des huiles essentielles,” *Actual. Pharm.*, vol. 52, no. 525, pp. 22–25, 2013.
- [119] R. Paduch, M. Kandefer-Szerszeń, M. Trytek, and J. Fiedurek, “Terpenes: substances useful in human healthcare,” *Arch. Immunol. Ther. Exp. (Warsz)*, vol. 55, no. 5, p. 315, 2007.
- [120] B. Satrani, M. Aberchane, A. Farah, A. Chaouch, and M. Talbi, “Composition chimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles extraites par hydrodistillation fractionnée du bois de *Cedrus atlantica* Manetti,” *Acta Bot. Gall.*, vol. 153, no. 1, pp. 97–104, 2006.
- [121] H. Gali-Muhtasib, C. Hilan, and C. Khater, “Traditional uses of *Salvia libanotica* (East Mediterranean sage) and the effects of its essential oils,” *J. Ethnopharmacol.*, vol. 71, no. 3, pp. 513–520, 2000.
- [122] J. Valnet and L. JC, “L’AROMATOGRAMME. NOUVEAUX RESULTATS ET ESSAI D’INTERPRETATION SUR 268 CAS CLINIQUES,” vol. 12, pp. 43–52, 1978.
- [123] D. Kalemba and A. Kunicka, “Antibacterial and antifungal properties of essential oils,” *Curr. Med. Chem.*, vol. 10, no. 10, pp. 813–829, 2003.
- [124] R. Bessah and E.-H. Benyoussef, “La filière des huiles essentielles Etat de l’art, impacts et enjeux socioéconomiques,” *Rev. des Energies Renouvelables*, vol. 18, no. 3, pp. 513–528, 2015.

## Référence bibliographique

---

- [125] S. Caillet and M. Lacroix, “Les huiles essentielles: leurs propriétés antimicrobiennes et leurs applications potentielles en alimentaire,” INRS-Institut Arman. RESALA, pp. 1–8, 2007.
- [126] L. Lakhdar, “Evaluation de l’activité antibactérienne d’huiles essentielles marocaines sur *aggregatibacter actinomycetemcomitans*: Etude in vitro.” 2015.
- [127] W. Zaibet, “Composition chimique et activité biologique des huiles essentielles de *Daucus aureus* (Desf) et de *Reutera lutea* (Desf.) Maire, et leur application comme agents antimicrobiens dans le polyéthylène basse densité (PEBD).” 2018.
- [128] M. Barkat and A. Bouguerra, “Study of the antifungal activity of essential oil extracted from seeds of *Foeniculum vulgare* Mill, for its use as food conservative,” *N. Biotechnol.*, no. 29, p. S133, 2012.
- [129] A. Bouyahya et al., “Résistance aux antibiotiques et mécanismes d’action des huiles essentielles contre les bactéries,” *Phytothérapie*, pp. 1–11, 2017.
- [130] M.-S. Pyun and S. Shin, “Antifungal effects of the volatile oils from *Allium* plants against *Trichophyton* species and synergism of the oils with ketoconazole,” *Phytomedicine*, vol. 13, no. 6, pp. 394–400, 2006.
- [131] B. Hatem, “etude de" *Juniperus phoenicea* L" de la région de tébessa: Composition chimique Activités Antioxydantes, et Activité Microbiologiques.” 2016.
- [132] C. K. Smith, C. A. Moore, E. N. Elahi, A. T. S. Smart, and S. A. M. Hotchkiss, “Human skin absorption and metabolism of the contact allergens, cinnamic aldehyde, and cinnamic alcohol,” *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, vol. 168, no. 3, pp. 189–199, 2000.
- [133] J.-M. Lardry and V. Haberkorn, “Les huiles essentielles: principes d’utilisation,” *Kinesither. la Rev.*, vol. 61, no. 7, pp. 18–23, 2007.
- [134] J.-M. Lardry, “Les autres indications des huiles essentielles,” *Kinésithérapie, la Rev.*, vol. 7, no. 61, pp. 35–42, 2007.
- [135] B. Benjilali, “Extraction des plantes aromatiques et médicinales cas particulier de l’entraînement à la vapeur d’eau et ses équipements,” *Man. Prat. Huiles essentielles la plante à la Commer.*, pp. 17–59, 2004.
- [136] N. Bouzouita, F. Kachouri, M. Ben Halima, and M. M. Chaabouni, “Composition chimique et activités antioxydante, antimicrobienne et insecticide de l’huile essentielle de *Juniperus phoenicea*,” *J. la Société Chim. Tunisie*, vol. 10, pp. 119–125, 2008.
- [137] L. Peyron, “Techniques classiques actuelles de fabrication des matières premières naturelles aromatiques, Chapitre 10,” Cité Les arômes Aliment. Coord. RICHARD H. Mult. J.-L. Ed. Tec Doc-Lavoisier Apria, pp. 217–238, 1992.
- [138] H.-M. F. Kaloustian J., *La connaissance des huiles essentielles: qualilogie et aromathérapie; Entre science et tradition pour une application médicale raisonnée.* Springer, 2012.

## Référence bibliographique

---

- [139] J. P. Friedrich and E. H. Pryde, "Supercritical CO<sub>2</sub> extraction of lipid-bearing materials and characterization of the products," *J. Am. Oil Chem. Soc.*, vol. 61, no. 2, pp. 223–228, 1984.
- [140] E. Cassel, C. D. Frizzo, R. Vanderlinde, L. Atti-Serafini, D. Lorenzo, and E. Dellacassa, "Extraction of Baccharis oil by supercritical CO<sub>2</sub>," *Ind. Eng. Chem. Res.*, vol. 39, no. 12, pp. 4803–4805, 2000.
- [141] C. Rais et al., "Antimicrobial and antioxidant activity of pulp extracts from three populations of *Zizyphus lotus* L.," *Nutr. Food Sci.*, 2019.
- [142] R. Zbadi, H. Mohti, and F. Moussaoui, "Stress oxydatif: évaluation du pouvoir antioxydant de quelques plantes médicinales," *Médecine thérapeutique*, vol. 24, no. 2, pp. 134–141, 2018.
- [143] I. Amari and H. Gourissi, *Étude de l'activité antioxydant et antibactérienne in vitro des extraits méthanolique et aqueux des feuilles du Zizyphus lotus. Université FrèresMentouriConstantine 1*, 2017.
- [144] T. K. Koley, C. Kaur, S. Nagal, S. Walia, and S. Jaggi, "Antioxidant activity and phenolic content in genotypes of Indian jujube (*Zizyphus mauritiana* Lamk.)," *Arab. J. Chem.*, vol. 9, pp. S1044–S1052, 2016.
- [145] M. S. Stankovic, "Total phenolic content, flavonoid concentration and antioxidant activity of *Marrubium peregrinum* L. extracts," *Kragujev. J Sci*, vol. 33, no. 2011, pp. 63–72, 2011.
- [146] Capanoglu.E, Nilufer. D, and Boyacioglu.D, "Phenolic content and antioxydant activity of Dry jujube fruit (*Zizyphus vulgaris*) consumed in Turkey. 2nd International Congress on Functional Foods and Nutraceuticals.," 2006.
- [147] A. Djeridane, M. Yousfi, J. M. Brunel, and P. Stocker, "RETRACTED: Isolation and characterization of a new steroid derivative as a powerful antioxidant from *Cleome arabica* in screening the in vitro antioxidant capacity of 18 Algerian medicinal plants. *Food Chem Toxicol* 48:" pp. 2599–2606, 2010.
- [148] N. C. Chentouf, A. T. T. Meddah, H. B. Temmouri, and B. Meddah, "Phytochemical screening and antibacterial *Zizyphus lotus* methanolic extract against oral pathogenic bacteria," *J. Fundam. Appl. Sci.*, vol. 10, no. 2, 2018.
- [149] A. A. Aganga and K. W. Mosase, "Tannin content, nutritive value and dry matter digestibility of *Lonchocarpus capassa*, *Zizyphus mucronata*, *Sclerocarya birrea*, *Kirkia acuminata* and *Rhus lancea* seeds," *Anim. Feed Sci. Technol.*, vol. 91, no. 1–2, pp. 107–113, 2001.
- [150] D. G. Kang, C. keun Yun, and H. S. Lee, "Screening and comparison of antioxidant activity of solvent extracts of herbal medicines used in Korea," *J. Ethnopharmacol.*, vol. 87, no. 2–3, pp. 231–236, 2003.
- [151] G. Guha, V. Rajkumar, R. A. Kumar, and L. Mathew, "Antioxidant activity of *Lawsonia inermis* extracts inhibits chromium (VI)-induced cellular and DNA toxicity," *Evidence-Based Complement. Altern. Med.*, vol. 2011, 2009.
- [152] Turkmen.N, Velioglu.YS, Sari F, and Polat G, "Effect of extraction conditions on measured total polyphenol contents and antioxidant and antibacterial activities of black tea. *Molecules* 2007," vol. 12, pp. 484–96., 2007.

## Référence bibliographique

---

- [153] A. Sokół-Łętowska, J. Oszmiański, and A. Wojdyło, “Antioxidant activity of the phenolic compounds of hawthorn, pine and skullcap,” *Food Chem.*, vol. 103, no. 3, pp. 853–859, 2007.
- [154] R. Macedonia, “In vitro antioxidant activity of some *Teucrium* species (Lamiaceae),” *Acta pharm*, vol. 55, pp. 207–214, 2005.
- [155] W. Rached, H. Benamar, M. Bennaceur, and A. Marouf, “Screening of the antioxidant potential of some Algerian indigenous plants,” *J. Biol. Sci.*, vol. 10, no. 4, pp. 316–324, 2010.
- [156] K. E. Heim, A. R. Tagliaferro, and D. J. Bobilya, “Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships,” *J. Nutr. Biochem.*, vol. 13, no. 10, pp. 572–584, 2002.
- [157] A. T. De Pinedo, P. Peñalver, and J. C. Morales, “Synthesis and evaluation of new phenolic-based antioxidants: Structure–activity relationship,” *Food Chem.*, vol. 103, no. 1, pp. 55–61, 2007.
- [158] A. R.-B. de Quirós, S. Frecha-Ferreiro, A. M. Vidal-Pérez, and J. López-Hernández, “Antioxidant compounds in edible brown seaweeds,” *Eur. Food Res. Technol.*, vol. 231, no. 3, pp. 495–498, 2010.
- [159] B.-H. Kang, J. S. Busse, and S. Y. Bednarek, “Members of the *Arabidopsis* dynamin-like gene family, ADL1, are essential for plant cytokinesis and polarized cell growth,” *Plant Cell*, vol. 15, no. 4, pp. 899–913, 2003.
- [160] A. Moure et al., “Natural antioxidants from residual sources,” *Food Chem.*, vol. 72, no. 2, pp. 145–171, 2001.
- [161] A. Rojas, L. Hernandez, R. Pereda-Miranda, and R. Mata, “Screening for antimicrobial activity of crude drug extracts and pure natural products from Mexican medicinal plants,” *J. Ethnopharmacol.*, vol. 35, no. 3, pp. 275–283, 1992.
- [162] H. S. Thangaraj et al., “In vitro activity of ciprofloxacin, sparfloxacin, ofloxacin, amikacin and rifampicin against Ghanaian isolates of *Mycobacterium ulcerans*,” *J. Antimicrob. Chemother.*, vol. 45, no. 2, pp. 231–233, 2000.
- [163] T. Essawi and M. Srour, “Screening of some Palestinian medicinal plants for antibacterial activity,” *J. Ethnopharmacol.*, vol. 70, no. 3, pp. 343–349, 2000.
- [164] A. M. Y. King and G. Young, “Characteristics and occurrence of phenolic phytochemicals,” *J. Am. Diet. Assoc.*, vol. 99, no. 2, pp. 213–218, 1999.
- [165] F. El Hachimi, A. El Antari, M. Boujnah, A. Bendrisse, and C. Alfaiz, “Comparaison des huiles des graines et de la teneur en acides gras de différentes populations marocaines de jujubier, de grenadier et de figuier de barbarie,” *J. Mater. Environ. Sci.*, vol. 6, no. 5, pp. 1488–1502, 2015.
- [166] M. Abdeddaim, “Etude de la composition biochimique des fruits de cinq espèces végétales présentes dans la région des aurès en vue de leur utilisation alimentaire ou pharmacologique (*Celtis australis* L, *Crataegus azarolus* L, *Crataegus monogyna* J, *Elaeagnus angustifolia* L.” 2018.
- [167] M. GHALEM, “Effets antioxydants et anti-inflammatoires des extraits de

## Référence bibliographique

---

- Zizyphus lotus et Anthyllis vulneraria.” 2014.
- [168] N. Makhdar, A. Anouar, and L. Bouyazza, “Composition in fatty acids, sterols and tocopherols of vegetable oil extract from kernels of Zizyphus lotus L.”
- [169] N. Benrachou, C. Henchiri, and Z. Djeghaba, “Caractérisation de trois huiles d’olive issues de trois cultivars de l’Est algérien,” Synthèse Rev. des Sci. la Technol., vol. 22, pp. 12–22, 2010.
- [170] E. Peynaud, “La vitamine C dans les fruits à noyau,” Qual. Plant. Mater. Veg., vol. 3, no. 1, pp. 184–191, 1958.
- [171] F. Couplan, Dictionnaire Etymologique de Botanique. Delachaux et Nestlé (Eds). paris. Delachaux et Niestlé, 2000.
- [172] C. Anthony, “Review of Zizyphus spina christi Technical (Ed) disponible sur [www.Zizyphus spina-Christi paper.pdf](http://www.Zizyphus spina-Christi paper.pdf). Consulté le 16/01/2007.,” Pers. Care, pp. 1–3, 2005.

## *Liste des tableaux*

<i>Numéro</i>	<i>Titre</i>	<i>Page</i>
<b>Chapitre (2)</b>		
<b>2.1</b>	Situation botanique de l'espèce zizyphus lotus (L.)	<b>(9)</b>
<b>2.2</b>	Teneur du fruit de zizyphus lotus frais en métabolites primaires	<b>(12)</b>
<b>2.3</b>	Les composants chimiques majeurs et leur quantité dans les différents organes végétaux du zizyphus lotus	<b>(13)</b>
<b>2.4</b>	Teneur de fruits (pulpe et amande) de zizyphus lotus en élément nutritive.	<b>(16)</b>
<b>Chapitre (3)</b>		
<b>3.1</b>	<i>Principales classes des flavonoïdes.</i>	<b>(24)</b>
<b>3.2</b>	Quelques propriétés biologiques des polyphénols dans l'organisme.	<b>(26)</b>
<b>Chapitre (4)</b>		
<b>4.1</b>	Quelques propriétés biologiques des huiles essentielles dans l'organisme.	<b>(32)</b>
<b>Chapitre (5)</b>		
<b>5.1.1</b>	Le rendement des différents d'extraits.	<b>(38)</b>
<b>5.2.1</b>	Les teneurs en polyphénols selon différents solvants utilisés.	<b>(39)</b>
<b>5.2.2</b>	Les teneurs en flavonoïde selon différents solvants utilisés.	<b>(40)</b>
<b>5.2.3</b>	Les teneurs en tannin selon différents solvants utilisés.	<b>(41)</b>
<b>5.3.1</b>	Valeur CI <sub>50</sub> de piégeage de radical DPPH, du blanchissement du β-carotène et de la réduction de fer et valeur de la CAT des extraits de toutes les groupes étudiés.	<b>(42)</b>
<b>5.4.2.1</b>	Paramètres antimicrobiens des extraits et leur interprétation des groupes	<b>(45)</b>
<b>5.4.2.2</b>	Diamètres des zones d'inhibition de la croissance microbienne obtenus par différents extraits du Z.L	<b>(48)</b>
<b>5.4</b>	Les résultats de rendement de l'expérience	<b>(50)</b>
<b>5.5</b>	Les différents indices des HE de Zizyphus lotus	<b>(51)</b>
<b>5.6</b>	Teneur en protéine et sucres, lipides	<b>(52)</b>
<b>5.7</b>	Composition en acide gras d'huiles de Zizyphus lotus	<b>(52)</b>
<b>5.8</b>	Distribution et contenu de vitamines dans les différents parties de Z. L	<b>(53)</b>

## *Liste des Figures*

<i>Figure</i>	<i>Titre</i>	<i>Page</i>
<b>Chapitre (2)</b>		
<b>2.1</b>	L'aire de répartition du zizyphus lotus (L) en méditerranée (Algérie)	<b>(10)</b>
<b>2.2</b>	Zizyphus lotus arbrisseau (scrub).	<b>(11)</b>
<b>2.3</b>	Feuilles de Zizyphus lotus.	<b>(12)</b>
<b>2.4</b>	Fruits de Zizyphus lotus.	<b>(12)</b>
<b>2.5</b>	Structure de deux principaux constituants de zizyphus lotus.	<b>(14)</b>
<b>Chapitre (3)</b>		
<b>3.1</b>	Les différentes classes des polyphénols.	<b>(22)</b>
<b>3.2</b>	La structure de base du squelette flavonolique.	<b>(23)</b>
<b>3.3</b>	Structure des tanins hydrolysables et les acides associés.	<b>(25)</b>
<b>3.4</b>	Structure de tanins condensés.	<b>(26)</b>

## *Liste des symboles et abréviations*

<b>AAR :</b>	Activité antioxydant relative
<b>APR :</b>	Pouvoir anti radicalaire
<b>AQ :</b>	Extraction aqueux
<b>BHT :</b>	Butyl hydroxytoluène
<b>C :</b>	Concentration
<b>CAT :</b>	Capacité antioxydant totale
<b>CBM :</b>	Concentration bactéricide minimale
<b>CCM :</b>	Chromatographie sur couche mince
<b>CFM :</b>	Concentration fongicide minimale
<b>CIM :</b>	Concentration inhibitrice minimale
<b>CO<sub>2</sub> :</b>	Dioxyde de carbone
<b>CTF :</b>	Composition flavonoïdes totale
<b>DCM :</b>	L'extraction dichlorométhanique
<b>DPPH :</b>	1-1-diphenyl-2-picrylhydrazyl
<b>EAA :</b>	Equivalents d'acide ascorbique
<b>EAG :</b>	Equivalents d'acide gallique
<b>ET :</b>	Extraction étherique
<b>ETH :</b>	Extraction éthanolique
<b>FIG :</b>	Figure
<b>HE :</b>	Huile essentielle
<b>IC<sub>50</sub> :</b>	Concentration inhibitrice à 50%
<b>MET :</b>	Extraction méthanoïque
<b>MF :</b>	Matière fraîche
<b>Mg EAG/g d'extrait :</b>	Milligramme d'équivalent acide gallique par gramme d'extrait.
<b>Mg ECT/g :</b>	Milligramme d'équivalent catéchine par gramme d'extrait.
<b>Mg EQ/g d'extrait :</b>	Milligramme d'extrait que cétine par gramme d'extrait
<b>MG :</b>	Matière gris
<b>MO :</b>	Matière organique
<b>Mp :</b>	Métabolites première
<b>MS :</b>	Matière sèche
<b>NO :</b>	monoxyde d'azote
<b>OMS :</b>	Organisation mondiale de la santé
<b>R :</b>	Rendement
<b>TCP :</b>	Composés polyphénol totaux.
<b>UMA :</b>	Unité de masse atomique
<b>Vit :</b>	Vitamine
<b>Z.L :</b>	Zizyphus lotus