

*République Algérienne Démocratique et Populaire*

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*

جامعة الجيلالي بونعامة خميس ملياتنة

Université Djilali Bounaama 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 :**

**Caractérisation physico-chimique et microbiologique  
du fruit de *Ziziphus Spina-Christi* :synthèse  
bibliographique**

**Devant le jury composé de :**

-M <sup>me</sup> M. FIZIR	Examinatrice1
-M <sup>r</sup> HAMMOUDI. M	Encadreur
-M <sup>me</sup> H. BOUKHATEM	Examinatrice2

**Présenté par :**

M<sup>elle</sup> BENNAIMA WAHIBA

M<sup>elle</sup> MECHALIKH IMANE

**Année universitaire : 2019/2020**

## *Dédicaces*

*Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.*

*A l'homme, mon précieux offre du Dieu, qui doit ma vie ma réussite et tout mon respect : mon chère père Djilali.*

*A la source de l'amour la fleur de mes jours et le parfum de mon matin la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'à jamais dit non âmes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre l'heureuse mon adorable : mère Kheira Ali Mahine*

*C'est un moment de plaisir de dédier cette œuvre, à mes Fatima, Yamina, Houria, fadila, Malika et Fatiha, et ses enfants.*

*A mes frères Mohammed Islem et louai.*

*Spéciale dédicace à mes très chère Cherifa, Hakima, AchouaQ, Nanou, Aya.*

*Sans oublie Asouma pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.*

*A mes amis qui j'ai connu jusqu'un maintenant Ines, Hiba, Nadia, Amina, Kaouther, Manel, Chaima, Ahlem et Razika.*

**Wahiba**

## *Dédicace*

*A l'aide d'Allah, le tout puissant, j'ai pu réaliser ce travail que je dédie*

*A la femme la plus courageuse, sensible, généreuse, la plus belle à mes yeux, à celle qui a su me donner amour et joie de vivre, à celle qui a toujours montrée affection et compréhension à mon égard, ma chère mère que j'aime.*

*A l'homme de courage et de force à celui qui a toujours été présent, qui m'a appris les vraies valeurs de la vie à celui qui m'a soutenu en toutes circonstances, mon cher père que j'aime. Qu'Allah vous protège*

*A mon Grand-père et ma Grand-mère pour leur prière*

*A mon très chers frères Redwane et Khayreddine et ma charmante sœur Anfel.*

*A mes très chères tantes Fatiha, Saida et Fatima et mes chers oncles Gadour et moussa qui sont toujours mon courager*

*A mon très chers cousin Abd-alhafid, Akram, Nabil, Abdallah, Abd-alrazak, Abd-alwahabe et Mohamed.*

*A mes très belles cousine ibtisam ahlam manel ikram ilham amina razan oumaima fatima arwa, roeia, rihabe, bouchra*

*Et a toute ma famille mechalikh*

*A mes chères amies lamai, amina, houda, salima et amina et ses enfants*

## **Remerciements**

*C'est avec un réel plaisir que nous réservons lignes enseignes de gratitude et de profonde reconnaissance à tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation et à l'aboutissement de ce travail.*

*Avant toute chose nous remercions le Dieu, le tout puissant, pour nos avoir donnée la force et la puissance.*

*Nous exprimons d'abord nos profonds remerciements et notre vive connaissance à Mr M. Hammoudi pour avoir encadré et dirigé ce travail avec une grande rigueur scientifique, sa disponibilité, ses conseils et la confiance qu'il nous accordé nous ont permis de réaliser ce travail.*

*Je tiens à exprimer ma très grande considération et ma vive reconnaissance à Mme M. Fizir, pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant de faire partie de jury.*

*Mes remerciements à Mme H. Boukhatem, d'avoir bien voulu accepter de juger ce travail.*

*Enfin, nous remercions les enseignants de la faculté des sciences de la technologie et sur tous les enseignants du département des sciences de matière.*

## الملخص

تحتوي المستخلصات الطبيعية من النباتات على مجموعة متنوعة من الجزيئات النشطة بيولوجيًا. لهذا نحن مهتمون بهذا الموضوع المعنون الخصائص الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية لثمار نبات *Ziziphus Spina-Christi*.

أظهرت مقارنة الدراسات السابقة أن التحليلات الفيزيائية والكيميائية لفاكهة *Zizyphus Spina* الرقم الهيدروجيني ، الرقم الحمضي ، معامل الانكسار ، الكثافة على أنها متوافقة مع المعايير الدولية وأظهرت أيضًا أنها تحتوي على 76.5 % كربوهيدرات. بروتين 5.4 % ، دهون 0.66 % ، رطوبة 13.3 %.

كما كشفت الدراسة الكمية والنوعية بشكل رئيسي عن وجود البوليفينول والفلافونويد. تم العثور على الأخيرين عند مستويات عالية (مستخلص 1644 مجم / AEG 100 جم) و (خلاصة 47 مجم / AEQ 100 جم) على التوالي.

حيث تم تقييم نشاط مضادات الأكسدة بواسطة DPPH و FRAP و TRPA ، مما أظهر فعالية عالية في جميع الاختبارات.

كما أظهر الاختبار الميكروبيولوجي على زيت *Ziziphus Spina-Christi* المستخلص بالإيثانول تأثير على بكتيريا جرام (+) وليس له تأثير على بكتيريا غرام (-).

وبفضل هذه النتائج ، تعتبر فاكهة *Ziziphus Spina-Christi* مصدرًا طبيعيًا لمركبات مضادات الأكسدة.

**الكلمات المفتاحية:** فاكهة *Ziziphus Spina-Christi* ، الأنشطة المضادة للأكسدة ، المركبات الفينولية

## Résumé

Les extraits naturels de plantes contiennent une variété de molécules bioactives. C'est pourquoi nous nous intéressons à ce thème intitulé Propriétés physiques, chimiques et microbiologiques des fruits de la plante *Ziziphus Spina-Christi*.

La comparaison des études précédentes a montré que les analyses physiques et chimiques du pH, de l'indice d'acidité, de l'indice de réfraction et de la densité des fruits de *Zizyphus Spina* étaient conformes aux normes internationales et ont également montré qu'ils contenaient 76,5% de glucides. Protéine 5,4%, matière grasse 0,66%, humidité 13,3%.

L'étude principalement quantitative et qualitative a révélé la présence de polyphénols et de flavonoïdes. Les deux derniers ont été trouvés à des niveaux élevés (1644 mg / extrait AEG 100g) et (47 mg / extrait AEQ 100g), respectivement.

L'activité antioxydante a été évaluée par DPPH, FRAP et TRPA, qui ont montré une efficacité élevée dans tous les tests.

Le test microbiologique sur l'huile de *Ziziphus Spina-Christi* extraite à l'éthanol a également montré un effet sur les bactéries Gram (+) et aucun effet sur les bactéries Gram (-).

Grâce à ces résultats, *Ziziphus Spina-Christi* est une source naturelle de composés antioxydants.

**Mots clés:** fruit de *Ziziphus Spina-Christi*, activités antioxydantes, composés phénoliques

## Abstract

Natural extracts from plants contain a variety of bioactive molecules. That is why we are interested in this topic entitled Physical, chemical and microbiological properties of the fruits of the *Ziziphus Spina-Christi* plant.

Comparison of previous studies showed that the physical and chemical analyzes of *Zizyphus Spina* fruit pH, acid number, refractive index, density were in compliance with international standards and also showed that they contained 76.5% carbohydrates. Protein 5.4%, fat 0.66%, moisture 13.3%.

The mainly quantitative and qualitative study revealed the presence of polyphenols and flavonoids. The latter two were found at high levels (1644 mg / AEG extract 100g) and (47 mg / AEQ 100g extract), respectively.

The antioxidant activity was evaluated by DPPH, FRAP and TRPA, which showed high efficacy in all tests.

The microbiological test on *Ziziphus Spina-Christi* oil extracted with ethanol also showed an effect on Gram (+) bacteria and no effect on Gram (-) bacteria.

Thanks to these results, *Ziziphus Spina-Christi* is a natural source of antioxidant compounds.

**Key words:** *Ziziphus Spina-Christi* fruit, antioxidant activities, phenolic compounds

# SOMMAIRE

<b>Introduction générale</b> .....	1
------------------------------------	---

## **Chapitre I : Généralités sur la Plante de *Zizyphus Spina-Christi***

I.1.Les plantes médicinales .....	4
I.2.La plante de <i>Zizyphus Spina-Christi</i> .....	4
I.3.Histoire et l'origine de <i>zizyphus Spina Christi</i> .....	5
I.4.Botanique du <i>Zizyphus Spina-Christi</i> .....	5
I.4.1Description .....	5
I.4.2Clasification botanique .....	7
I.4.3Etymologie .....	7
I.5.Répartition géographique .....	8
I.6.Utilisation traditionnelle de <i>Zizyphus Spina-Christi</i> .....	10
I.7.Composition biochimique du <i>Zizyphus Spina-Christi</i> .....	12
I.8.La plante en conditions arides et salines .....	14
I.9.Récolte .....	14
I.10.Importance économique et environnementale de <i>Zizyphus Spina Christi</i> .....	14
I.11.Les activités biologiques de <i>Zizyphus Spina Christi</i> .....	15
I.11.1Activités antioxydantes .....	15
I.11.2Activité antidiabétique .....	16
I.11.3.Activité antifongiques et anti-mollusques .....	16
I.11.4.Activité anti-ulcérogéniques .....	16
I.11.5.Activités anti-inflammatoires et analgésiques .....	17
I.11.6.Activités antibactériennes .....	17

## **Chapitre II: Généralités sur le fruit de *Zizyphus Spina-Christi***

II.1Introduction .....	19
II.2.Etude de la composition chimique du fruit de <i>Zizyphus Spina-Christi</i> .....	19
II.21.Métabolisme primaire .....	19

II.2.1.1.La fraction glucidique.....	20
II.2.1.2.La fraction minérale .....	21
II.2.1.3.La fraction vitaminique.....	21
II.2.1.4.Fraction protéine .....	22
II.2.1.5Fraction lipidique .....	22
II.2.2.Métabolisme secondaire .....	23
II.3.Différentes utilisations du fruit de <i>Ziziphus Spina-Christi</i> .....	24
II.4.Les avantage du fruit de <i>Ziziphus Spina-Christi</i> .....	25
II.5.Les composés phénoliques .....	26
II.5.1. Définition.....	26
II.5.2. Les propriétés biologiques.....	27
II.6.Flavonoïdes .....	28
II.6.1.Définition.....	28
II.6.2.Les classe de flavonoïde.....	29
II.6.3.Les propriétés biologiques .....	29
II.6.3.1.Activités antioxydantes .....	29
II.6.3.2.Activités antivirales.....	30
II.6.3.3Activités anti-inflammatoires.....	31
II.3.6.3.4.Activités anticancéreux.....	31
II.7.L'activité antioxydante .....	32
II.7.1Les antioxydants.....	32
II.7.1.1.Les antioxydants primaires (enzymatiques).....	32
II.7.1.2Les antioxydants secondaires non-enzymatiques .....	33
II.7.2.Le radical libre (RL).....	34
II.7.3.Stress oxydatif.....	34
II.8.Les méthodes d'évaluation de l'activité antioxydante .....	34
II.8.1.Test de piégeage du radical libre DPPH• .....	34
II.8.2.Méthode de FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power).....	34
II.8.2.Piègeage du ABTS (2,2'-azynobis-[3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid]) <sup>+</sup> .....	35

## Chapitre III : Partie expérimentale

### Partie 1 : Matériels et méthodes

III.1.1 Méthodes d'extractions.....	37
III.1.1.1. Détermination de rendement d'extraction.....	38
III.1.2. Détermination des paramètres physico-chimiques.....	38
III.1.2.1. La densité.....	38
III.1.2.2. Détermination de l'indice de réfraction.....	39
III.1.2.3 Détermination de pH.....	39
III.1.2.4. Indice d'acide.....	40
III.1.3. Caractérisations biochimiques des fruits de <i>Ziziphus Spina-Christi</i> .....	40
III.1.4. Détermination des analyses quantitatives.....	41
III.1.4.1. Détermination des teneurs en polyphénols.....	41
III.1.4.2. Détermination de la teneur en flavonoïdes.....	41
III.1.5. Activité antioxydant (AA).....	41
III.1.5.1. DPPH activité de piégeage des radicaux.....	41
III.1.5.2. Test de pouvoir réducteur de fer/antioxydant (FRAP).....	41
III.1.5.3. Capacité de puissance réductrice totale (TRPA).....	42
III.1.6. Les analyses qualitatives.....	42
III.1.6.1. Chromatographie sur couche mince (CCM).....	42
III.1.6.2. Chromatographie liquide à haute performante HPLC.....	43
III.1.7. Analyse par spectrométrie de masse (MS).....	43
III.1.8. Les activités biologiques.....	43
III.1.8.1. L'activité anti-inflammatoire.....	43
III.1.8.2. L'activité antibactérienne.....	44

### Partie 2 : Résultats et discussions

III.2.1. Extraction d'huile végétale.....	45
III.2.1.1. Extraction par soxhlet.....	45
III.2.1.1.1. Détermination de rendement d'extraction.....	45

III.2.2Analyses physico-chimiques .....	46
III.2.2.1Propriétés physique.....	46
III.2.2.1.1La densité.....	46
III. 2.2.1.2. L'indice de réfraction.....	47
III.2.2.2.Propriétés chimiques .....	48
III.2.2.2.1.Potentielle d'hydrogène (Ph).....	48
III.2.2.2.2.L'indice d'acide.....	49
III.2.3.1 Les caractérisations biochimiques.....	50
III.2.4.Les analyses quantitatives.....	52
III.2.4.1.La teneur en polyphénols .....	52
III.2.4.2.La teneur en flavonoïdes .....	53
III.2.5.Activité antioxydant (AA).....	53
III.2.5.1.DPPH activité de piégeage des radicaux.....	53
III.2.6.2. Test de pouvoir réducteur de fer/antioxydant (FRAP).....	55
III.2.6.3 Capacité de puissance réductrice totale (TRPA).....	56
III.2.7.Les analyses qualitatives.....	57
III.2.7.1.Chromatographie sur couche mince (CCM) .....	57
III.2.7.2.Chromatographie liquide à haute performante HPLC .....	58
III.8.Analyse par spectrométrie de masse (MS) .....	59
III.2.9.Les activités biologiques.....	60
III.2.9.1.L'activité anti-inflammatoire.....	60
III.2.9.2.L'activité antibactérienne.....	61
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>64</b>

## **Références bibliographiques.**

Liste des tableaux.

Liste des figures.

Liste des abréviations.

# **Introduction Générale**

# Introduction générale

---

## Introduction générale

La phytothérapie est une branche de la médecine qui repose essentiellement sur l'emploi thérapeutique des plantes, elle vient de 2 mots grecs « phuton » plante et « Thérapie » : traitement, Elle est considérée comme une médecine traditionnelle et encore massivement employée dans certains pays dont les pays en voie de développement. C'est le plus souvent une médecine conventionnelle du fait de l'absence d'étude clinique [1].

La présence des antioxydants dans l'alimentation est devenue essentielle pour la qualité et la sécurité des aliments. Comme les antioxydants synthétiques ont des effets négatifs sur la santé humaine, et par ce que les plantes aromatiques sont une grande source d'antioxydants et d'antibactériens naturels pour l'industrie agroalimentaire, l'utilisation de ce genre de plante est promettant. [2].

Le *Ziziphus Spina-Christi* est l'une des plantes médicinales fruitières épineuses de la famille des Rhamnaceae, cultivée dans des régions tropicales et subtropicales, il contient plusieurs parties (racines, écorces, épines, fleurs, feuilles et fruits).

Dans ce travail, nous nous intéressons par les fruits, ils sont connus avec les noms vernaculaires « **Sedra** » ou « **n'beg** ». Elle est consommée fraîche ou sèche. Les études ont montré que ces fruits ont des qualités nutritionnelles exceptionnelles, une odeur parfumée et de nombreuses propriétés thérapeutiques, ils sont donc utilisés dans un traitement thérapeutique.

Le fruit de *Ziziphus* renferme une teneur en sucres totaux importants, une teneur en eau et pauvre protéines [3]. Ces fruits contiennent pratiquement la plupart des éléments minéraux (le Potassium, le Calcium, le fer, le Magnésium, le Zinc et le Sodium) [4], il est riche aussi en vitamines (la vitamine C, la thiamine, la biotine, la pyridoxine, la vitamine A) [5], et polyphénols. Ces derniers jouent un rôle important dans le corps: ils ont des effets anti-inflammatoires, antioxydant, hypotensif et renforcent le système immunitaire [6].

L'objectif de ce travail de mémoire de fin d'étude est l'identification physico-chimique et microbiologique de fruit de *Ziziphus Spina-Christi* appuyant sur d'études précédentes.

Pour ce fait, le travail est divisé en trois chapitres :

- D'abord nous présentons des généralités sur la plante de *Ziziphus Spina-Christi*.

## Introduction générale

---

- Ensuite nous nous sommes intéressés de présenter une généralité sur les fruits de *Ziziphus Spina-Christi*.
- Le troisième chapitre est consacré à une identification physico-chimique et microbiologique de l'huile essentielle de fruit de *Ziziphus* basé sur les études précédentes.

# CHAPITRE I

Généralités sur la plante de *Ziziphus*

*Spina-Christi*

### I.1. Les plantes médicinales

Depuis des temps immémoriaux, les plantes ont servi comme première source de médicament pour hommes, et elles ont continué à fournir à l'humanité, des remèdes thérapeutiques nouveaux et originaux jusqu'à aujourd'hui l'intérêt de l'étude et de l'utilisation des plantes médicinales a mené à la caractérisation et à l'identification de molécules majeures et à l'isolation de composés chimiques actifs d'une importance thérapeutique incontestable [7].

### I.2. La plante de *Ziziphus Spina-Christi*

*Ziziphus Spina-Christi* est un arbuste fruitier, épineux appartenant à la famille des Rhamnaceae, communément appelé en Afrique du Nord « Sedra ». Il forme des touffes de quelques mètres de diamètre pouvant atteindre 2 m de haut [8]. Il est indigène de la Chine et connu comme un fruit dans ce pays au moins 4000 ans avant l'ère chrétienne [9]. Cette espèce est cultivée dans les régions tropicales et subtropicales (Asie, Afrique, Amérique, Europe) [10].

L'arbre de la plante de *Ziziphus spina-christi* est représenté dans la figure (I.1)



**Fig. (I.1):** La plante du *Ziziphus Spina-Christi* [11].

### I.3.Histoire et l'origine de *Zizyphus Spina Christi*

Depuis une époque fort ancienne, vers 2000 ans avant Jésus-Christ, le *Ziziphus* arrive de Chine en Méditerranée, Le *Ziziphus* est originaire de la Chine [12], et a été aussi mentionné dans le Coran.

Découverte en 1767. Le nom de *Ziziphus* dérive de l'appellation berbère « Zizoufou Zuzaifo ». Cette appellation est reliée à l'ancien nom persique « Zizfum ou Zizafun », alors que les Grecs utilisent le mot « Ziziphon ».

La classification des espèces est basée principalement sur des caractéristiques morphologiques et leur mode d'utilisation. Ce genre regroupe plusieurs espèces environ 170 telles que *Z. Spina-christ* (L.), *Z. vulgaris* (Mill.), *Z. lotus* (L.), *Z. Mauritiana* (Lam.). Les deux espèces qui produisent des fruits comestibles sont *Zizyphus Mauritiana*. Et *Ziziphus jujube* et ce dernier est l'espèce la plus populaire [13].

### I.4.Botanique du *Zizyphus Spina-Christi*

#### I.4.1Description

*Zizyphus Spina-Christi* est un arbre ou arbuste épineux à croissance lente qui se trouve soit à l'état isolé, soit en peuplements purs qui peut atteindre 3 à 8 m de hauteur et 50 à 60 cm de diamètre du tronc. Il est à port arrondi, à ramure tortueuse, à brindilles (effilées, verdâtres, souvent épineuse) et à écorce fissurée [14].

Ses feuilles sont courtement pétiolées, glabres, caduques alternées et ovales à marges entières. Chaque feuille porte à sa base deux stipules transformées en épine inégale et vulnérable.

Les fruits sont des drupes à noyaux soudés ayant la forme et la grosseur d'une belle olive d'abord verte, puis jaune et enfin rouge foncé à la maturité en septembre à octobre et appelé « N'beg » [15]. Les fleurs sont très visibles de couleurs jaunes avec des sépales ouverts en étoiles, des petits pétales et un ovaire supérieur bisexuel et fleurissent en juin [16]. Les épines sont de petits éléments de la plante, dont la longueur varie entre 1 cm à 2 cm maximum au début, elles sont vertes, et avec le temps elles deviennent grises, ces dernières restent et se retrouvent chaque année au fur et à mesure que la plante grandit.

Les différents organes de la plante de *Ziziphus spina-christi* sont représentés dans les figures suivantes



**Fig. (I.2):** Feuilles de *Ziziphus Spina-Christi* [17]. **Fig. (I.3):** Fleurs de *Ziziphus Spina-Christi* [17].



**Fig. (I.4):** Epine de *Ziziphus Spina-Christi* [17]



**Fig. (I.5):** Ecorce de *Ziziphus spina-Christi*

(Ain Defla, Mars 2020).



Fig. (I.6): Fruits de *Zizyphus Spina-Christi* [11].

#### I.4.2. Classifications botanique

Tableau (I.1): La position systématique de *Zizyphus Spina-Christi* [18].

<b>Domaine</b>	<b>Eucaryote</b>
<b>Embranchement</b>	Spermatophytes
<b>Classe</b>	<b>Dicotylédone</b>
<b>Sous classe</b>	Dicotylédone
<b>Ordre</b>	<b>Celastrales</b>
<b>Famille</b>	Rhamnacées
<b>Genre</b>	<b><i>Zizyphus</i></b>
<b>Espèce</b>	<i>Spina-Christi</i>

#### I.4.3. Etymologie

**Nom commun préféré:** Christon jujube.

**Autre nom scientifique:**

- ✓ **English :** Christon.
- ✓ **Français:** Epine du christ jujube.

✓ **Arabia** : Nabbag, sidr, سدر.

✓ **Iran** : Serd [18].

### I.5. Répartition géographique

#### • Dans le Monde

Le genre *Ziziphus* reforme environ 50 espèces dans les régions tropicales et subtropicales. Il occupe une vaste aire de répartition allant du continent Asiatique en passant par le bassin Méditerranéen jusqu'à atteindre le continent Américain.

Le *Ziziphus Spina Christi* est une espèce Méditerranéenne avec une faible pénétration dans le Sahara septentrional : Maroc, Algérie, Tunisie, Libye. Elle réapparaît ensuite au Yémen, dans l'île de Socotra, au Moyen-Orient : en Palestine, en Syrie, en Turquie, et à Chypre. On la retrouve enfin en Grèce, en Sicile, en Espagne méridionale en Corée du Sud [12].

La figure suivante est représentée la répartition géographique des espèces de la famille rhamnacées

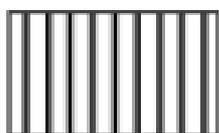
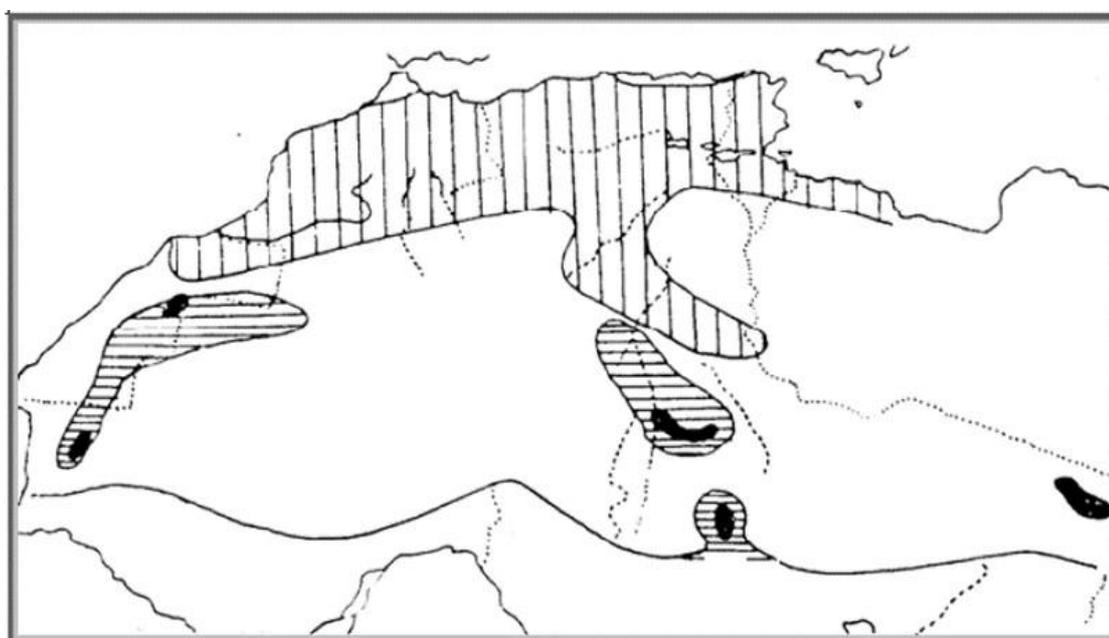


**Fig. (I.7):** Répartition géographique des espèces de la famille des Rhamnacées [18].

• En Algérie

Le *Zizyphus Spina-Christi* est répondu dans toute l'Algérie sauf le tell Algéro-Constantinois. Il est très répondu dans les régions arides d'Algérie du sud, Ain Oussara et Maessad (willaya de Djelfa) au climat aride et à Taghit de la wilaya de Bechar au climat Saharien. Il porte beaucoup des appellations selon les régions, en arabe : Sedra, Djerdjer, Azar, N'beg. Cependant, il est très répondu dans toutes les parties de l'Algérie [19].

Aire de répartition de *Ziziphus spina-christi* en Algérie est représenter dans la figure (I.8)



Aire de *Ziziphus Spina-Christi*

**Fig. (I.8):** Aire de répartition du *Ziziphus Spina Christi* en Algérie [19].

### **I.6.Utilisation traditionnelle de Ziziphus Spina-Christi**

#### **• Fruits :**

On sait que les fruits sont bénéfiques pour traitement de l'enflure des seins et que les anciens Egyptiens fabriquaient des fruits à partir de pain sucré et entraient dans la composition de médicaments.

#### **• Bois :**

Est donc utilisé dans de nombreuses applications industrielles telles que le travail d'outils agricoles, agricoles, de meubles et bâtiments de maison dans la médecine traditionnelle, il est utilisé du charbon de bois mélangé à du vinaigre pour traiter la morsure du serpent.

#### **• Feuille :**

Utilisés dans les maladies de la peau écrémée, et sont utilisés dans le traitement des maladies de la poitrine, de la papillote et des anthelminthique cuits et contre la diarrhée, et utilisés pour pigmenter les feuilles pour le traitement de l'inflammation oculaire.

Aussi utilisée pour soigner les maux de ventre, la bilharziose, la bronchite, les infections intestinales, les maladies du foie et le diabète [20].

Sont utilisés pour traiter la diarrhée et le paludisme, pour soulager les spasmes comme analgésique, et pour guérir les plaies.

Les feuilles sont bouillies dans l'eau et utilisée comme shampooing ou mélangées avec du citron et appliquées sur le visage et les cheveux pour adoucir ou apaiser. Ils peuvent être mélangés avec le vinaigre pour le traitement des piqûres de serpent [21].

Le macérât des feuilles est utilisé pour l'insomnie des enfants "**Rekia**".

#### **• Graine :**

Sont utilisées comme stimulant pour le traitement des infections, des infections opportunistes des infections opportunistes des voies articulaires, de la gastro-entérite infantile, de la diarrhée, de l'infection des plaies et de la méningite [22].

## Chapitre I *Généralités sur la plante de Ziziphus Spina Christi*

---

Les graines sont sédatives et se prennent parfois avec du babeurre pour arrêter les nausées, les vomissements et les douleurs abdominales associées à grossesse [23].

- **Pulpe :**

La pulpe du fruit est consommée fraîche ou sèche dans de nombreuses régions du sud-ouest d'Asie par exemple au Yémen, en Jordanie et en Arabie Saoudite mais aussi dans de nombreuses régions d'Afrique de l'Ouest

- **Épine :**

En médecine traditionnelle, la poudre d'épines calcinées s'utilise contre les morsures des serpents et d'autres utilisations sont faites comme compresses en cas d'escarres ou pour purifier le sang. Les rameaux secs et épineux du jujubier sont utilisés pour former des clôtures défensives [24].

- **Écorce :**

L'écorce est utilisée pour le tannage du cuir une fois broyée, elle prend une couleur naturelle beige ou gris [25].

L'écorce des racines du *Zizyphus Spina-Christi* est utilisée dans la médecine traditionnelle dans le traitement du diabète [26].

## I.7. Composition biochimique du *Ziziphus Spina-Christi*

Les études phytochimiques menées sur le *Ziziphus Spina-Christi* montrent la présence de métabolites primaires et secondaires.

### a) Métabolisme primaire

Les compositions des différents métabolites primaires de la plante *Ziziphus spina-christi* est représentée dans le tableau (I.2)

**Tableau (I.2):** Le tableau ci-dessous indique le pourcentage des différents métabolites primaires dans le *Ziziphus Spina-Christi* [27].

ZSC	Fruit	Graine	Feuille
Glucide %	63.8	21.8	25.8
Protéines %	3.1	29.6	6.8
Matière grasse %	2.2	3.9	3.3
Calcium mg/100	177	154	1270
Fer mg/100	0.6	4.4	7.2
Phosphore mg/100	135	1090	85.4
Soufre mg/100	94.5	1180	195
Potassium mg/100	1910	1130	673
Magnésium mg/100	56.3	301	169
Zinc mg/100	0.8	9.2	1.5
Cuivre mg/100	0.6	1.6	0.3
Manganèse mg/100	0.4	3.5	3.5
Sodium mg/100	9	14.1	22

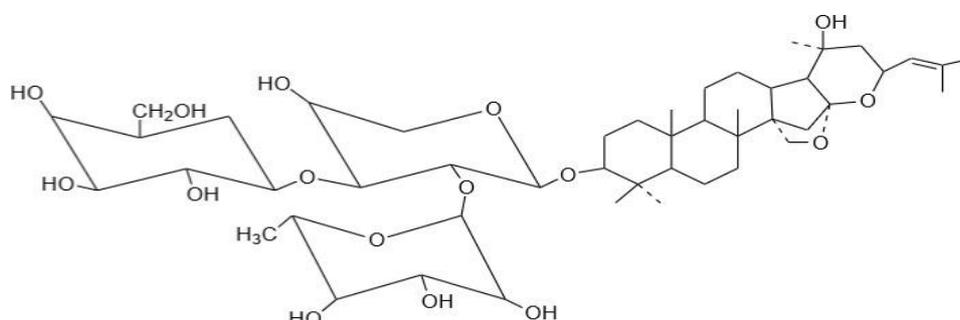
## b) Métabolisme secondaire :

Les compositions chimique de métabolite secondaire de différente organe végétaux de la plante *Ziziphus spina-christi* est représenter dans le tableaux (I.3)

**Tableau (I.3) :** Composition chimiques de différents organes végétaux du *Ziziphus Spina-Christi*.

Organe végétal	Composition chimique	Références
<b>Les Feuilles</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flavonoïdes</li> <li>• Saponines</li> <li>• Erols</li> <li>• Tanins</li> <li>• Triterpènes</li> </ul>	[22]
<b>Ecorces et racines</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flavonoïdes</li> <li>• Alcaloïdes cyclo peptidique</li> <li>• Tannins</li> </ul>	[28] [29]
<b>les fruits</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tanins</li> <li>• Flavonoïdes</li> <li>• Saponines</li> <li>• Alcaloïdes</li> </ul>	[30]
<b>Les graines</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flavonoïdes</li> <li>• Saponines</li> </ul>	[23]

La figure suivante représente la structure chimique de feuille de *Ziziphus spina-christi*



**Fig. (I.9):** La structure chimique de feuille de *Ziziphus Spina Christi* [31].

La structure phénolique de fruit de *Ziziphus spina-christi* est représentée dans la figure (I.10)

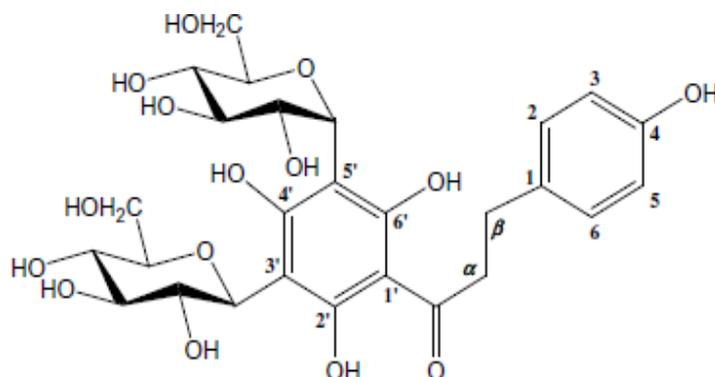


Fig. (I.10) : La structure phénolique de fruit de *Ziziphus Spina Christi* [32].

### I.8. La plante en conditions arides et salines

Le *Ziziphus* épine de Christi est un arbre d'origine de l'Afrique du Nord, tropical et australe, il est largement cultivé pour ses fruits agréables au goût et son ombre ses fleurs sont une source importante de miel.

Il est très robuste, très résistant à la chaleur et peut être trouvé dans les zones désertiques, même avec 100 mm de précipitation par an. Il préfère les bords des étangs, rivières et les rives, ou l'eau souterraine et disponible.

Il peut résister à un engorgement d'eau pour un maximum de 2 mois et à 8-10 mois de saison sèche [33].

### I.9. Récolte

Le *Ziziphus Spina Christi* est en sommeil depuis octobre à février et fleurit en mars et juin et produit des fruits.

En début les fruits ont une couleur verte puis jaune enfin brun, ils sont complètement mûrs en août-septembre.

### I.10. Importance économique et environnementale de *Ziziphus Spina Christi*

Sur les terres agricoles, les touffes de *Ziziphus* sont généralement utilisées pour la confection des enclos autour des habitats, des parcelles cultivées et parcs à bétail et comme

source de bois de chauffage. Les fruits sont commercialisés pour la consommation humaine pour leurs propriétés médicinales. Et Dans les terrains accidentés et ou exposés à l'érosion, les touffes de Ziziphus jouent un rôle très important dans l'équilibre naturel.

Aussi, le Ziziphus a été utilisé pendant longtemps comme ceinture verte protectrice contre les courants d'eau [34].

### **I.11. Les activités biologiques de *Ziziphus Spina-Christi***

*Ziziphus Spina Christi* est une plante médicinale utilisée dans la médecine traditionnelle de nombreux pays comme sédatif, tonique et anti-inflammatoire.

Les feuilles du *Ziziphus Spina Christi* possèdent des effets analgésiques attribués à leur contenu en principes actifs, les flavonoïdes et les saponines. Ils sont utilisés aussi contre les piqûres des vipères au Sahara. Le décocte des racines est utilisé par les personnes diabétiques comme hypoglycémiant et les fruits sont préconisés dans le traitement de gorge et l'affection respiratoire.

*Ziziphus Spina-Christi* est également utilisé pour soigner le tube digestif et le foie. L'industrie pharmaceutique moderne recherche encore largement sur la diversité des molécules à différentes activités pharmacologiques de *Ziziphus Spina Christi*. Parmi ces effets on souligne les plus importants [35].

#### **I.11.1. Activités antioxydants**

De nombreuses études montrent que le *Ziziphus Spina* est riche en nombreux composés antioxydants tels que les acides phénoliques, flavonoïdes, alcalis et saponines.

Il a été démontré qu'il prévient le stress oxydatif et les infections réduction des espèces réactives de l'oxygène (ROS). De façon intéressante, plusieurs études en laboratoire ont démontré la capacité.

Des différentes parties du *Ziziphus Spina-Christi* pour éliminer les radicaux libres, par exemple, dans le peroxyde lipidique, ce qui conduit à des dommages cellulaires prévention. De

plus, chez les rats diabétiques, extrait aqueux de racine de *Ziziphus Spina-Christi* et feuilles vigoureusement. Il augmente le taux d'hémolyse et réduit le glutathion il réduit l'activité de la catalase, de la glutathion peroxydase [36].

### I.11.2. Activités antidiabétiques

Les différents extraits de différent partie de la plante de *Ziziphus Spina-Christ* a montré une effet antidiabétique le traitement avec l'extrait de fruit de *Ziziphus Spina-Christi* a réduit la glycémie, avec une augmentation de taux d'insuline sérique [37].

Les extraits aqueux de plante réduisent le taux de glucose dans le sang dans deux types de machines en agissant sur l'homéostasie du glucose à l'extérieur du pancréas ou en amélioratrice et en amenant le glucose dans la synthèse du glycogène comme carburant pour l'énergie.

Le glycoside de saponine est comme un produit naturel présent dans cette plante qui est responsable du déplacement du glucose dans la circulation sanguine et ainsi indirectement abaissant le niveau de glucose dans le sang [38].

Les concentrations des différentes vitamines (Vitamine A, C et E) et les acides gras des racines, tiges, pulpe de fruits et de grains de *Ziziphus Spina-Christi*. Sont évaluées l'effet de leurs extraits aqueux sur le statut antioxydant [39].

### I.11.3. Activités antifongiques et anti-mollusques

Les différents extraits (éther, chloroformique, extrait d'acétate d'éthyle et méthanoliques) de *Ziziphus Spina-Christi* se sont avérés très actifs in vitro vis-à-vis de neuf souches champignons pathogènes et des mollusques *Balnustruncatus* (hôtes intermédiaires et vecteurs de la transmission de la bilharziose) [6].

### I.11.4. Activités anti-ulcérogéniques

Le *Ziziphus Spina Christi* (Les feuilles, écorces des racines) possède une importante activité anti-ulcérogénique attribuée à la présence des tannins et des flavonoïdes connus par leurs effets gastroprotecteur [29].

### I.11.5 Activités anti-inflammatoires et analgésiques

Les feuilles du *Ziziphus Spina-Christi* possèdent des effets analgésiques attribués à leur contenu en principes actifs, les flavonoïdes et les saponines [28][40].

Le *Ziziphus Spina-Christi* inhibe la production de monoxyde d'azote (NO), cette activité apparaît 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 [40].

Toutes ces activités confirment l'usage traditionnel de cette plante dans certaines maladies inflammatoires et douloureuses [28].

### I.11.6. Activités antibactériennes

L'extrait aqueux d'écorce de tige de *Ziziphus Spina-Christi* à une activité antibactérienne significative contre *S. aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella para typhi B* et *Klebsiella pneumonia*.

L'extrait aqueux d'écorce de tige de *Z. Spina-Christi* a un effet antibactérien élevé sur certaines croissances bactériennes à Gram négatif, en particulier *Brucella abortus*, *Brucella melitensis* et *Proteus*. Et *Klebsiella spp*, *P. aeruginosa*, *E. coli* et *Enterobacter spp*. Comparé à huit antibiotiques.

L'extrait alcoolique des feuilles a également une bonne activité antibactérienne contre les bactéries *S. aureus* isolées des infections oculaires (conjonctivite) [41].

# **CHAPITRE II**

**Généralités sur le fruit de *Ziziphus***

***Spina-Christi***

### II.1.Introduction

Les fruits « NabqSidr » se distinguent par leur goût sucré et délicieux et leur taille varie car il y a de petits fruits, de gros fruits et une forme sphérique similaires aux pommes mais de petite taille et leurs couleurs varient du vert au jaune à l'orange au brun oblique, il y a une graine de noyau à l'intérieur du fruit. Les *Ziziphus* sont riches en fibres, en sucres, en acides organiques, en oligo-éléments, en protéines et en vitamines et sont couramment utilisés dans la médecine traditionnelle chinoise depuis des milliers d'années et présentent de multiples effets bénéfiques pour la santé humaine.

Des études phytochimiques ont révélé que les *Ziziphus* présentent des activités antioxydantes, principalement attribuées aux antioxydants naturels, aux acides phénoliques, aux flavonoïdes, aux anthocyanes, aux vitamines et aux nucléosides cycliques [42].

Les fruits de *Ziziphus spina-christi* est représenté dans les figures suivantes



Fig. (II.1): Fruits de *Ziziphus Spina-Christi* [11].

### II.2.Etude de la composition chimique du fruit de *Ziziphus Spina-Christi*

#### II.2.1.Métabolisme primaire

La composition du fruit de *Ziziphus* varie avec les espèces, les variétés et les conditions écologiques dans lesquelles des essais sont produites [43].

Le tableau suivante représente la composition biochimique des ziziphus spina-christi

**Tableau (II.1):** La composition biochimique du *Ziziphus* [43].

Fraction biochimique	Teneur% de matière sèche
Sucres	20 à 32
Protides	0.8 à 2.1
Lipides	0.1 à 0.3

### II.2.1.1. La fraction glucidique

Le fruit de *Z. Spina-Christi* est riche en carbohydrates (80,6% en matière sèche) notamment amidon (21,8%), saccharose (21,8%), glucose (9,6%) et fructose (16%) [44].

La teneurs en métabolites primaire de fruit de ziziphus spina-christi est représenter dans le tableau (II.2)

**Tableau (II.2):** Teneurs en métabolites primaires exprimées en pourcentage [45].

Composition	Valeur en %
Teneur en eau	9.3%
Cendres	4.4%
Protéines	4.8%
Matières Grasses	0.9%

## Chapitre II Généralités sur le fruit de *Ziziphus Spina-Christi*

La teneur de composition biochimique (sucre) de fruit de *Ziziphus spina-christi* est représentée dans le tableau (II.3)

**Tableau (II.3):** Composition biochimique (sucres) du fruit de *Ziziphus Spina-Christi* [4].

Fraction	Teneur (g /100g MS)
Sucres solubles	10.55
Sucres réducteurs	02.50
Cellulose	08.05
Saccharose	04.84
Pectine	02.07

- La pectine extraite du fruit contient du D-Galactose, 2,3,6 trio-acétyl, ce qui lui confère des propriétés anti-diarrhéiques et permet d'abaisser le taux de cholestérol du plasma [46].

### II.2.1.2.La fraction minérale

Le fruit de *Ziziphus Spina-Christi* contenait des minéraux à 3.28 % de fruit sec [47]. Cette matière minérale est composée de calcium (0.75%-0.98%), magnésium (0.34%-0.49%), potassium (1.86%-1.96%), sodium (0.04%-0.05%), phosphore (0.14%-0.17%), manganèse et du fer (6.7-13.6%,) [48].

### II.2.1.3.La fraction vitaminique

Le tableau suivante présente la teneur en vitamine de fruit de *Ziziphus Spina-Christi*

**Tableau (II.4):** Composition biochimique (en vitamines) du fruit de *Ziziphus Spina-Christi* [49].

Constituants	Teneur(en mg/100g MF)
<b>Vitamine liposolubles</b>	
Vitamines E	0.97
Vitamines provitamine A	1.47
<b>Vitamines hydrosolubles</b>	
Vitamines C	5.67
Vitamine B8	0.15
Vitamine B6	0.038
Vitamine B1	0.039

- Le *Ziziphus Spina-Christi* est parmi les fruits les plus riches en vitamine C [49].

### II.2.1.4.Fraction Protéine

On trouve dans le fruit les acides aminés suivants : asparagine, arginine, acide glutamique, acide aspartique, glycine et thréonine [12].

Le profil des acides aminés a révélé la présence de cystéine, de glycine, d'arginine, de sérine, de leucine, d'histidine et de l'alanine dans le fruit *Ziziphus* [4].

### II.2.1.5.Fraction Lipidique

Les acides gras d'huile du fruit est un acide gras insaturé (AGI) 60.95%.

Les AGI comportent des acides gras mono insaturés (AGMI) avec un pourcentage de 43.84% pour la pulpe de *Ziziphus Spina* et des acides gras polyinsaturés (AGPI) avec des pourcentages 23.88% pour le fruit *Ziziphus* (Tableau II.5) [46].

**Tableau (II.5):** Composition en acides gras (g/100 g de lipides totaux) du fruit de *Ziziphus Spina-Christi* [50].

Acide gras	Fruit
Acide myristique	2.97
<b>A. palmitique</b>	<b>27.82</b>
A. stéarique	3.96
A. arachidique	0.97
A. béhénique	1.93
A. lignocérique	1.57
AGS	39.03
A. Palmitoléique	5.93
<b>A.Oléique</b>	<b>28.95</b>
A.Gondoique	1.23
A. érucique	2.81
A. nervonique	0.83
AGMI	39.45
<b>A. Linoléique</b>	<b>9.3</b>
A.α- linoléinique	7.82
A. eicosadiénoïque	3.45
A. docosatétraénoïque	0.46
A.docosaénoïque (DHA)	0.49
AGPI	21.50
<b>AGI</b>	<b>60.96</b>

### II.2.2.Métabolisme secondaire

- Les extraits aqueux et organiques du *Ziziphus Spina-Christi* sont caractérisés par la présence des tannins [29].
- Le fruit de *Ziziphus est* riche en flavonoïdes [40].
- Les fruits de *Ziziphus Spina* contiennent des acides phénoliques Rutine, apigénine, acide syringique, Acide chlorogénique [51].

- Les fruits de *Ziziphus* sont constitués de saponines et de flavonoïdes [52].
- Des analyses au niveau de fruit de *Ziziphus Spina Christi* ont montré la présence des acides phénoliques (Acide catéchine, acide vanillique, acide caféique, acide syringique, épicatechine, rutine) [42].
- Dans le fruit de *Ziziphus Spina* les phénols totaux sont le principal composé de la matière sèche, de plus, les flavonoïdes et les tanins sont présents en quantité modérée (Tableau II.6) [36].

**Tableau (II.6) :** Composition en polyphénols totaux, flavonoïdes et tannins [39].

	<b>Polyphénols Totaux</b>	<b>Flavonoïdes</b>	<b>Tannins</b>
<b>Teneur (mg/100g)</b>	297-4078,2	122	33

### II.3. Différentes utilisations du fruit de *Ziziphus Spina-Christi*.

- Les fruits sont utilisés comme cataplasme pour les ulcères, et également utilisés en cicatrisation locale pour traiter les affections de trouble hépatique, urinaires, obésité, diabète, peau, infection, anémie, diarrhée, insomnie [53].
- Au centre de soudan, les fruits de *Z. Spin-Christi* sont consommés pour traiter la diarrhée et le paludisme et en tant qu'antispasmodique.
- En Egypte, une boisson à base de fruits est considérée comme un sédatif
- À Oman, les fruits sont considérés comme ayant des propriétés purifiantes telles que le nettoyage de l'estomac, l'élimination des impuretés du sang ainsi que la restauration de l'ensemble du système [44].
- Les fruits sont utilisés pour favoriser la cicatrisation des plaies fraîches.
- Les fruits de *Ziziphus* sont employés dans le traitement de la dysenterie, la bronchite et la tuberculose.
- Le fruit est utilisé pour soulager les troubles digestifs et infections microbiennes [54].

- Les fruits sont appliqués sur les coupures et les ulcères, ou pour traiter les affections pulmonaires et les fièvres et pour favoriser la cicatrisation des plaies fraîches et pour la dysenterie [55].

- Ils sont bénéfiques pour le traitement de l'enflure des seins et entre. Dans les préparations de certains plats pectoraux et aussi employés en confiserie. [56].

- Ce fruit est utilisé pour sa propriété sédative et analgésique [39].

- L'infusion d'écorce du fruit est traditionnellement utilisée en Afrique comme remède contre les maux d'estomac et autres aliments du tractus gastro-intestinal.

- Les graines sont sédatives et sont parfois prises avec du lait de but pour arrêter les nausées, les vomissements et les douleurs abdominales associées à la grossesse [57].

- Les fruits de cet arbre peuvent être consommés frais ou séchés, et peuvent également être transformés en farines fines pour une autre consommation [58].

- Les fruits écrasés ou pressés servent à soigner les maux d'oreilles. Ils ont la réputation d'être antivarioliques, antifuronculeux et actifs sur la rougeole [52].

- Le fruit de *Ziziphus* présente des propriétés pectorales et émoullientes.

- Il est utilisé dans la médecine traditionnelle coréenne pour l'amélioration des mémoires et la cognition chez les personnes âgées [43].

- Les fruits sont préconisés dans le traitement de la gorge et les affections respiratoires [29].

- Les fruits secs sont fréquemment utilisés contre les maladies immunitaire et anti-infectieuse. Ils présentent plusieurs activités biologiques antimicrobiennes et anti-VIH [59].

### **II.4. Les avantages du fruit de *Ziziphus Spina-Christi***

-Renforce l'immunité du corps en général: il contient de la vitamine C et la complexe de la vitamine A.

-Fournit à l'organisme l'énergie, la vitalité et l'activité, et contient des sucres tels que : saccharose, glucose, fructose et glucides.

-Renforce les os et les dents, il contient du calcium et du phosphore.

-Renforce le sang et augmente la production des globules rouges, car ils contiennent du fer.

-La santé de la femme enceinte et du fœtus, mais on empêche la consommation de grandes quantités de celui-ci, en particulier dans les premiers mois de la grossesse, car il active l'utérus.

-Traite les maladies pulmonaires et bronchiques et améliore le processus respiratoire.

-Traite les douleurs articulaires et musculaires.

-Prévient la constipation.

-Traite les infections de la vessie.

- Traite l'épilepsie et soulage ses crises.

-Soigne les infections du foie.

-Tue les microbes et les germe dans le corps, car il a des propriétés antiseptiques.

-Maintient la santé du colon.

-Traites l'inflammation de la bouche et des gencives [60].

### **II.5. Les composés phénoliques**

#### **II.5.1. Définition**

Les polyphénols sont des composés issus de ce que l'on nomme le métabolisme secondaire des végétaux, ils sont couramment utilisés comme marqueurs systématique ou phylogénétique [61].

Ils sont caractérisés par la présence d'un cycle aromatique portant des groupes hydroxyle libres ou groupes engagés avec un glucide. Ils sont présents dans toutes les parties des plantes supérieures (racines, tiges, feuilles, fleurs, pollen, fruits, graines et bois) et sont impliqués dans de nombreux processus tels que la croissance cellulaire, la rhizogenèse, germination ou maturation des graines [62].

Ils sont divisés en plusieurs catégories : anthocyanes, coumarines, lignanes, flavonoïdes, Tannins, quinones, acides phénols, xanthones et autres phloroglucinols où les flavonoïdes Représentent le groupe le plus commun et largement distribué [63].

### II.5.2. Les propriétés biologiques

Les recherches récentes sur les composés phénoliques en générale et les flavonoïdes en particulier sont très poussées en raison de leurs diverses propriétés physiologiques comme les activités antiallergiques, anti-atherogéniques, anti-inflammatoires, antitumorales, antivirales, antioxydants, enzymatiques hormonales, et antibiotiques [64].

Ces actions sont attribuées à leur effet antioxydant qui est due à leurs propriétés redox en jouant un rôle important dans la destruction oxydative par la neutralisation des radicaux libres, piégeage de l'oxygène, ou décomposition des peroxydes [65].

Les polyphénols présentent une activité antioxydante et fournissent ainsi aux cellules de notre organisme une protection contre les méfaits causés par le vieillissement ou l'exposition prolongée à des éléments tels que les infections, les rayons UV du soleil, la pollution ou la fumée de cigarette. Selon les résultats de certaines études conduites chez l'homme ces dernières années, les polyphénols seraient impliqués dans la prévention des maladies cardiovasculaires et peut-être également d'autres pathologies telles que les maladies neurodégénératives, le diabète, l'ostéoporose et les cancers. Ces composés sont ainsi devenus en quelques années les molécules préférées des nutritionnistes, des épidémiologistes, des industriels de l'agroalimentaire et des laboratoires pharmaceutiques et cosmétiques [64].

Les effets bénéfiques des polyphénols intéressent particulièrement deux domaines: La phytothérapie et l'hygiène alimentaire. D'après les études multiples attestant de l'impact positif de la consommation de polyphénols sur la santé et la prévention des maladies, les industriels commercialisent maintenant des aliments enrichis en polyphénols ou des suppléments alimentaires. De plus, leur activité antioxydante assure une meilleure conservation des denrées alimentaires en empêchant la peroxydation lipidique.

Ainsi, les propriétés antioxydantes ou anti-inflammatoires des polyphénols participent à la prévention de diverses pathologies impliquant le stress oxydant et le vieillissement cellulaire, les maladies cardiovasculaires ou dégénératives, ostéoporose [66].

Le mécanisme d'action des polyphénols est sans doute très complexe, parmi les hypothèses avancées [67]:

- ✓ L'inhibition des enzymes extracellulaires microbiennes ;

- ✓ La séquestration du substrat nécessaire à la croissance microbienne ou la chélation de métaux tels que le fer ;
- ✓ L'inhibition du métabolisme microbien.

### II.6.Flavonoïdes

#### II.6.1.Définition

Le terme flavonoïdes désigne une très large gamme de composés naturels appartenant à la famille des polyphénols, ils sont considérés comme des pigments quasiment universels des végétaux, souvent responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles. A l'état naturel les flavonoïdes se trouvent le plus souvent sous forme d'hétérosides. Et du point de vue structurale, les flavonoïdes se répartissent en plusieurs classes de molécules, en effet plus de 6400 structures ont été identifiées.

Actuellement, environ de 4000 composés flavoniques sont connus et ont tous le même squelette de base à quinze atomes de carbones qui sont arrangés à une configuration C6-C3-C6 de type phényl-2-benzopyrane ce qui est synonymes avec la structure 2-phényle chromanes [68].

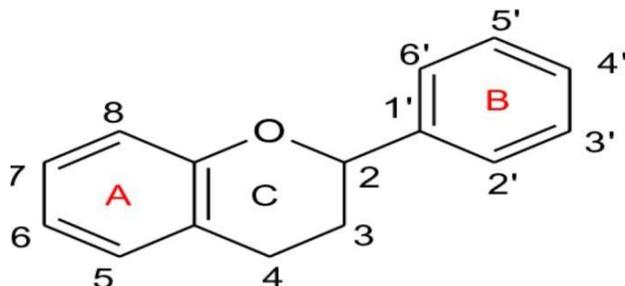


Fig. (II.2): Structure de base des flavonoïdes [69].

#### II.6.2.Les classes de flavonoïde

En fonction du nombre et de la structure chimique des carbones constitutifs ainsi que sur la base de la nature des substituants, les flavonoïdes sont classés en différentes catégories dont les plus importantes sont les flavanones, les flavonols, les flavones, les flavanols, les isoflavones et les anthocyanes [64].

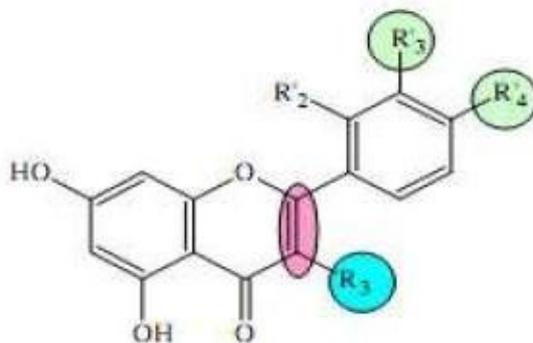
### II.6.3. Les propriétés biologiques

#### II.6.3.1. Activité antioxydante des flavonoïdes

Les flavonoïdes sont également appelés piègeurs de radicaux libres. L'activité antioxydante est principalement due à leur capacité de donner de l'hydrogène. La capacité d'éliminer des radicaux libres est principalement attribuée aux réactivités élevées des substituants hydroxyles qui participent à la réaction [70].

Des études faites sur la capacité des flavonoïdes à piéger les radicaux libres ont montré que les composés les plus actifs sont ceux qui combinent les trois critères suivants :

- ✓ La structure ortho dihydroxy sur le cycle B (groupement catéchol) qui confère la stabilité au radical flavonoxy et participe à la délocalisation des électrons.
  - ✓ La double liaison C2-C3 en conjugaison avec la fonction 4-oxo.
  - ✓ La présence du groupe 3OH en combinaison avec la double liaison C2-C3.
- . A titre d'exemple, la quercétine satisfait à tous ces critères et par conséquent, elle est le composé le plus actif de la famille des flavonoïdes (figure II.3) [71].

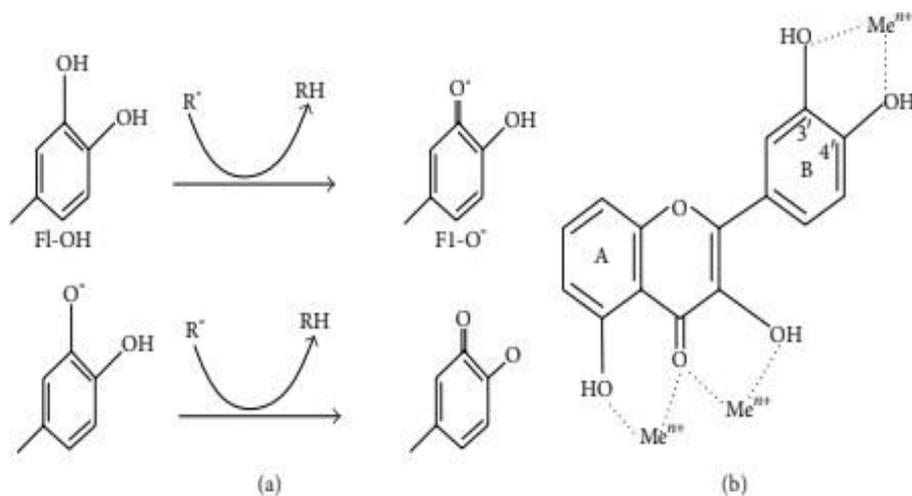


**Fig. (II.3):** Eléments essentiels pour l'activité antioxydante des flavonoïdes [71].

Les mécanismes de l'action d'un antioxydant peuvent comprendre [72].

- ✓ Le piégeage direct des ROS
- ✓ L'inhibition des enzymes et chélation des traces métalliques responsable de la production de ROS

- ✓ La protection des systèmes de défense antioxydants



**Fig. (II.4):** Récupération des ROS ( $R^*$ ) par les flavonoïdes (Fl-OH) et (b) des sites de liaison pour les métaux traces où  $Me^{n+}$  indique les ions métalliques [72].

### II.6.3.2. Activités antivirales

L'activité antivirale des flavonoïdes contre HIV peut être liée directement par leurs effets sur les enzymes responsables de son réplication (HIV-1 reverse transcriptase ou HIV1 integrase) par ailleurs d'autres flavonoïdes montraient une activité antivirale contre le virus d'influenza, HIV-1, HIV-2 [73]. Quercétin, catéchine et hespéridine sont parmi les flavonoïdes caractérisés par leurs propriétés antivirales contre onze types de virus. Les flavonoïdes aglycones pourvus d'un groupement hydroxyle libre en C3 ont montré une bonne activité antivirale, les flavanes sont généralement plus efficaces que les flavones et les flavanones contre HIV-1 et HIV-2 [74].

### II.6.3.3. Activités anti-inflammatoires

Sous l'action de la cyclooxygénase (CO) et la lipooxygénase (LO), l'acide arachidonique se métabolise respectivement en prostaglandines, et leucotriènes induisant ainsi des phénomènes inflammatoires [71]. Les flavonoïdes inhibent la synthèse des eicosanoïdes par inhibition de

l'activité de LO et CO, aussi ils provoquent l'inhibition de la peroxydation non enzymatique des acides gras poly insaturés nécessaires pour l'activation de ces oxygénases ce qui provoque un effet anti-inflammatoire.

Les flavonoïdes ont un effet pal iatif sur l'inflammation dû à ses effets inhibiteurs sur la synthèse des leucotriènes et la libération de l'histamine, et ses activités comme piègeurs de superoxyde [75].

### **II.6.3.4. Activités anticancéreux**

Certains flavonoïdes possèdent une activité antitumorale et anticarcérogénique significative. Par blocage de la production de la tumeur de la peau, la quercétine peut être considérée effective dans la prévention du cancer de la peau.

L'inhibition de la glyoxylase I par la quercétine peut être expliquée son activité anti cancérogène, comme le système glyoxylase joue un rôle dans la production de D-lactate et la régénération du glutathion, des facteurs importants dans l'induction de la tumeur et la croissance [75].

Des études montrent que certains flavonoïdes particulièrement ; lutéoline, quercétine, Kaempférol, apigénine, taxifoline inhibent d'une façon marquée la lipogénèse des cellules cancéreuses, d'autres flavonoïdes sont plutôt capables d'induire l'apoptose.

Certains flavanols (épigallocatechine-3-gallate) représentent des effets cytotoxiques sur les cellules cancéreuses de prostate, ces effets sont corrélés avec leur capacité à inhiber les enzymes clés lipogéniques i.e. FAS (Fatty Acid Synthase) [76].

L'activité anticancéreuse des flavonoïdes est assurée par l'intervention de plusieurs mécanismes :

- ✓ Piégeage des radicaux libres ;
- ✓ Inhibition du métabolisme d'acide arachidonique ;
- ✓ Formation d'un complexe inactif avec le carcinogène [77].
- ✓ Prévention de l'activation des métabolites carcinogènes ;
- ✓ Inhibition de la prolifération des cellules cancéreuses ;
- ✓ Arrêt du cycle cellulaire des cellules cancéreuses ;
- ✓ Induction de l'apoptose ;

- ✓ Inhibition des processus d'angiogenèse [78].

### II.7.L'activité antioxydante

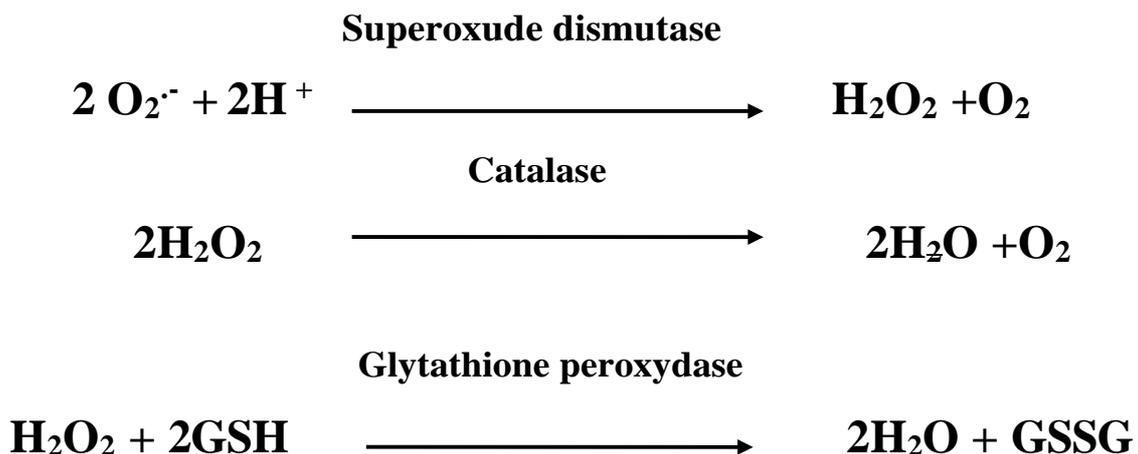
#### II.7.1.Les antioxydants

Un antioxydant est une molécule qui diminue ou empêche l'oxydation d'autres substances chimiques. Les antioxydants s'utilisent pour réduire l'oxydation du produit auquel ils sont mélangés. L'effet des antioxydants provient de deux mécanismes :

- Ils neutralisent les radicaux libres et empêchent les réactions en chaîne initialisées par ces derniers.
- Les antioxydants détruisent les hydroperoxydes (composés intermédiaires formant des radicaux libres en interrompant la liaison O-O), diminuant ainsi la vitesse de formation des radicaux libres [79].

##### II.7.1.1.Les antioxydants primaires (enzymatiques)

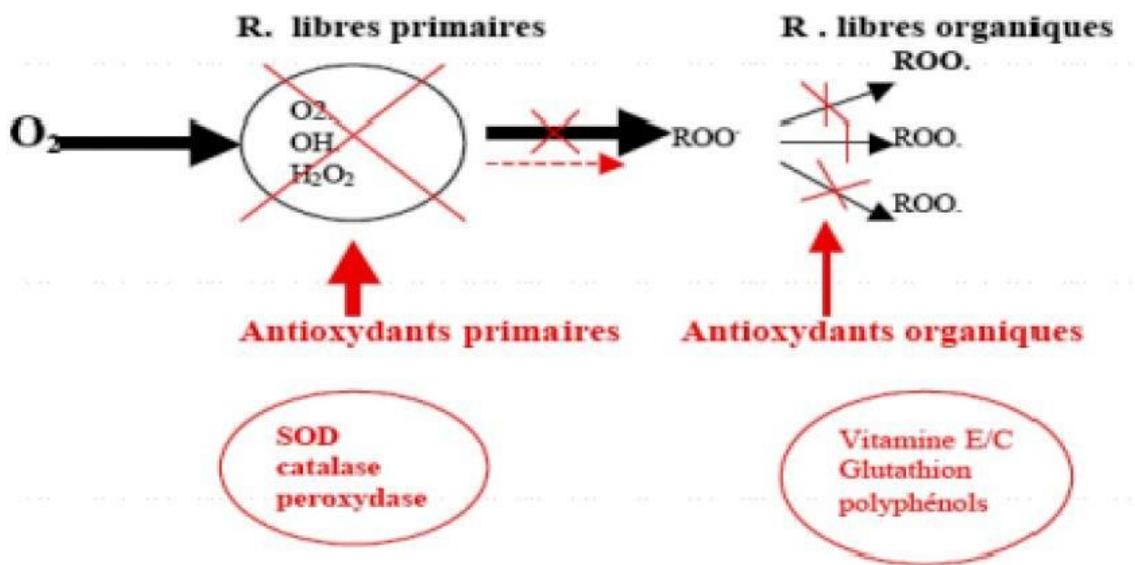
Les antioxydants enzymatiques sont principalement composés des superoxydes dismutases (SOD), des catalases (CAT), des glutathions peroxydases (GPx) et des thiorédoxines. Parmi ces enzymes, les SOD représentent la première ligne de défense pour contrer les ROS, et ce sont les enzymes antioxydantes les plus importantes au niveau vasculaire [80]. Ces enzymes antioxydantes permettent l'élimination des radicaux libres primaires, selon les réactions suivantes [35]:



**II.7.1.2. Les antioxydants secondaires (non-enzymatiques)**

Plusieurs substances pouvant agir en tant qu'antioxydants in vivo ont été proposés. Elles incluent: la vitamine E, l'acide ascorbique, le  $\beta$ -carotène, les flavonoïdes, les composés phénoliques, etc.

Les antioxydants à action directe sont capables de donner des électrons à l'oxygène radicalaire afin qu'ils puissent le piéger, l'empêcher ainsi d'attaquer les structures biologiques. Ils peuvent agir comme agents réducteurs capables de passer leurs électrons aux ROS et les éliminer [81].



**Fig. (II.5):** Les systèmes de défense contre les radicaux libres [81].

**II.7.2. Le radical libre (RL)**

Les radicaux libres sont des atomes ou des molécules portant un électron non apparié. (Célibataire), ce qui le rend extrêmement réactif. (Exemple : l'anion superoxyde  $O_2 \cdot^-$ , d'où le symbole  $\cdot$  indique la présence d'un électron célibataire), Cette propriété rend ces éléments très réactifs du fait de la tendance de cet électron à se ré-apparier, déstabilisant ainsi d'autres molécules. Les molécules ainsi transformées deviennent à leur tour d'autres radicaux libres

initient ainsi une réaction en chaîne. C'est typiquement ce qui se passe lors de la peroxydation lipidique [82].

### **II.7.3. Stress oxydatif**

on appelle stress oxydatif, par augmentation de la production d'espèces réactives de l'oxygène et/ou par carence en micronutriments antioxydants ou cofacteurs des systèmes enzymatiques antioxydants, C'est un déséquilibre de la balance Pro-oxydant\_ Antioxydant en faveur des premiers qui entraîne des lésions biochimiques au niveau des cellules de l'organisme du fait de leurs conséquences sur le plan moléculaire, telles que les altérations au niveau des protéines, l'apparition de cassures au niveau de l'ADN, ou des atteintes de l'intégrité de la membrane cellulaire par l'induction de la peroxydation lipidique [83].

## **II.8. Les méthodes d'évaluation de l'activité antioxydante**

### **II.8.1. Test de piégeage du radical libre DPPH•**

Le DPPH• est un radical libre stable de couleur violacée qui absorbe à 517 nm. En présence de composés antiradicalaires, le radical DPPH• est réduit et change de couleur en virant au jaune. Les absorbances mesurées servent à calculer le pourcentage d'inhibition du radical DPPH•, qui est proportionnel au pouvoir antiradicalaires de l'échantillon. Cette méthode est fondée sur la mesure de la capacité des antioxydants à piéger le radical DPPH• [84].

### **II.8.2. Méthode de FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power)**

Cette technique basée sur la réaction chimique de réduction du Fe<sup>3+</sup> présent dans le complexe K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub> en Fe<sup>2+</sup> [85].

### **II.8.3. Piégeage du ABTS (2,2'-azynobis- [3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid])<sup>+</sup>**

Dans la méthode TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity), l'activité antioxydante totale d'une molécule est déduite de sa capacité à inhiber le radical ABTS<sup>•+</sup>, obtenu à partir de l'ABTS. L'obtention du radical cation résulte du contact de l'ABTS avec une enzyme de peroxydation (peroxydase metmyoglobine) [86].

## Chapitre II *Généralités sur le fruit de Ziziphus Spina-Christi*

---

Cette technique est basée sur la neutralisation d'un radical - cation résultant de l'oxydation mono électronique du chromophore synthétique 2,2'- azino-bis (3- éthyl Benzo thiazoline -6- sulfonique acide). Cette réaction est suivie par spectrophotométrie par la variation de spectre d'absorption[87].

# **CHAPITRE III**

## **Partie expérimentale**

### 1. Matériels et méthodes

Dans ce chapitre nous nous intéressons à l'étude du travail externe dans différents pays du monde tel que l'Algérie, Oman, Palestine, Soudan, Égypte, de même espèce de fruit de *Ziziphus Spina-Christi*

**En Algérie**, nous avons consacré cette étude pour caractériser les constantes physico-chimiques (pH, la densité, l'indice de réfraction, l'indice d'acide) dans deux zones différentes (Metlili et Djamoura) [88].

**A Oman**, on va étudier les paramètres chimiques (humidité, matière grasses, protéine, glucide), les analyses quantitatives (polyphénols et les flavonoïdes), les activités antioxydantes (test de DPPH, test de FRAP, test de TRAP) [89], et L'activité anti-inflammatoire [90].

**A Palestine et Égypte**, on va étudier les analyses de CCM, MS, HPLC [21. 92], et dernièrement on va voir l'activité antibactérienne en Soudan [93].

#### III.1.1.Méthodes d'extractions

##### Echantillonnage :

Les Fruits de *Ziziphus Spina-Christi* ont été récolté au moins de Mai 2018 dans la zone de Metlili et Djamoura, ils sont broyés et tamisés, et après ont conservé la poudre dans la boîte.

##### ➤ Mode opératoire

Le protocole d'extraction suivi est la méthode normalisée du soxhlet décrite par la méthode standard d'AFNOR NF et ISO 659 (1998) ; 500g de fruits de *Ziziphus* et Introduire l'échantillon (une quantité ne dépasse pas le 2/3) avec l'ajout de quantité nécessaire de solvant (n-hexane). Le solvant va s'évaporer puis condenser, et le liquide tombe sur la substance à extraire, Lorsque la partie intermédiaire est suffisamment remplie de solvant, le siphon s'amorce et le solvant contenant la substance à extraire retourne dans le ballon chargé en liquides, Après 5 cycles d'extraction, on récupère le mélange (solvant et extrait). Après la récupération de mélange on passe à la filtration pour séparer la matière solide, La solution obtenue est évaporée dans le RotaVap pour récupérer le solvant à 75°C, ce qui permet de récupérer l'huile seule [88].

### III.1.1.1. Détermination de rendement d'extraction

Le rendement d'huile *zizyphus* est le rapport entre le poids de l'huile extraite et le poids des fruits à traiter. Le rendement d'extraction est calculé par gravimétrie selon la formule suivante :

$$(III.1.1) \quad \text{Teneur en huile fixe \% (p/p)} = 100 * (\text{Poids d'huile fixe Obtenue} / \text{Poids})$$

### III.1.2. Détermination des paramètres physico-chimiques

#### III.1.2.1. La densité

On appelle densité (ou poids spécifique, masse volumique) le rapport du poids d'un certain volume du corps gras à la température  $T$ , au poids d'un même volume d'eau à une température de  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  pour l'échantillon.

La masse volumique renseigne sur le groupe auquel appartient une huile. Il est à noter que la densité doit être toujours inférieure à 1 ; elle est en fonction non seulement de l'insaturation mais aussi de l'oxydation ou de polymérisation (densité augmente avec l'accroissement de celles-ci). Le principe est basé sur la mesure de la masse, à température ambiante, d'un volume des corps gras contenu dans le micro seringue à la même température [88].

#### ➤ Expression des résultats

La densité est mesurée à l'aide d'une micro seringue selon la norme l'AFNOR (2000) à la température ambiante puis ramenée à  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  par la formule suivante :

$$(III.1.2) \quad D_{20} = D_t + 0.00068(T - 20\text{ }^{\circ}\text{C})$$

**$D_{20}$**  : densité à  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  ;

**$D_t$**  : densité à la température ambiante ou de mesure

**$T$  ( $^{\circ}\text{C}$ )** : température ambiante ou de mesure ;

**0.00068** : facteur de correction (la variation de la densité quand la température varie de  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

### III.1.2.2. Détermination de l'indice de réfraction

#### ➤ Le réfractomètre

La mesure s'effectue en théorie avec une lampe à sodium (raie jaune appelée aussi raie D), mais en pratique une lampe normale ou la lumière du jour suffit. Les mesures possibles pour des indices de réfraction compris entre 1,300 et 1,700 à 0,0005 près [88].

Le réfractomètre permet :

- Soit d'identifier la nature d'un corps pur et de contrôler sa pureté
- Soit de déterminer la composition d'un mélange homogène.

#### ➤ Principe de mesure

L'indice de réfraction  $n$  dépend : De la température, d'où l'intérêt de faire les mesures à température constante de la longueur d'onde de la lumière : l'indice moyen d'une substance est donné par référence à la raie D d'une lampe au sodium ( $\lambda = 589 \text{ nm}$ ).

Les indices de réfraction sont mesurés à l'aide d'un réfractomètre à la température ambiante puis ramenés à 20 °C selon la formule suivante :

$$(III.1.3) \quad n_{20} = n_t + 0,00045(T - 20 \text{ } ^\circ\text{C})$$

Ou  $n_{20}$  : indice à 20 °C.

$n_t$  : indice à la température ambiante ou de mesure.

$T$  : température ambiante ou de mesure.

$0,00045$  : la variation d'indice de réfraction quand la température varie de 1 °C.

### III.1.2.3 Détermination de pH

Le pH mesure l'acidité d'un liquide. Sa valeur s'exprime sur une échelle graduée de 0 à 14 où 1 désigne une substance fortement acide, 7 une substance neutre, et 14 une substance fortement basique [88].

### III.1.2.4. Indice d'acide

L'indice d'acide est défini comme étant le nombre de milligrammes de potasse nécessaire pour neutraliser l'acidité de 1 gramme d'huile. La détermination de l'acidité de l'huile extraite est une mesure qui a souvent une très grande importance commerciale. Elle se fait sur l'huile séchée et pesée.

#### ➤ Expression des résultats :

L'indice d'acide est donné par la relation :

$$(III.1.4) \quad IA = (V \times 5 \quad . \quad 1 \times N) P$$

Où : Le résultat est exprimé en mg de KOH par g d'huile.

V : désigne le volume de potasse employé.

N : la normalité de la solution KOH. P : la masse de la prise d'essai en g.

#### ➤ Mode opératoire

Introduire 1g de l'échantillon d'huile de zizyphus dans l'Erlernmeyer propre et sec, ajouter 10 ml de C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH avec 4 gouttes de phénolphaléine puis neutraliser la solution obtenue avec KOH à l'aide de la burette quelque seconde si la couleur de la solution vire au rose on arrête le titrage [88].

### III.1.3. Caractérisations biochimiques des fruits de *Ziziphus Spina-Christi*.

L'analyse chimique immédiate a été réalisée en utilisant les méthodes décrites par l'Association du chimiste analytique officiel (AOAC, 1995). La teneur en humidité a été réalisée en chauffant 1 g des échantillons dans un four thermostat à un poids constant à 105°C tandis que la teneur en cendres a été obtenue en chauffant 1 g de l'échantillon dans un four à moufle à 550 °C pendant 24h. La teneur en matière grasse brute a été déterminée par extraction au solvant en utilisant de l'éther de pétrole à 60 °C pendant 8 h en utilisant un appareil Soxhlet. La teneur en protéines brutes a été analysée par la méthode Kjeldahl en utilisant Foss, unité d'analyse 2300 Kjelttec, Burladingen Allemagne. La teneur en glucides a été déterminée en soustrayant la teneur totale en protéines, matières grasses, humidité de 100g [89].

### III.1.4.Détermination des analyses quantitatives

#### III.1.4.1.Détermination des teneurs en polyphénols

Les composés phénoliques totaux du FZSC ont été mesurés par le dosage Folin-Ciocalteu de Singleton et Rossi (1965) avec de légères modifications. 250 L de réactif Folin-Ciocalteu ont été mélangés avec 10 L d'extrait de FZSC. Après une courte incubation de 5 min, 750 L de carbonate de sodium (1,9 M) ont été ajoutés et incubés pendant 2 h à 25 ° C. L'absorbance à 765 nm a été mesurée et comparée à celle des standards d'acide gallique. La concentration de composés phénoliques dans les extraits de FZSC a été exprimée en équivalents d'acide gallique (EAG). Toutes les mesures ont été prises en triple et les valeurs moyennes ont été calculées [89].

#### III.1.4.2.Détermination de la teneur en flavonoïdes

Les flavonoïdes ont été déterminés selon le dosage colorimétrique du chlorure d'aluminium de Kim et al. (2003) [89].

### III.1.5.Activité antioxydant (AA)

#### III.1.5.1.DPPH activité de piégeage des radicaux

La capacité de l'extrait à fixer les radicaux DPPH stables a été évaluée comme décrit par Gyamfi et al. (1999) [89].

$$(III.1.5) \quad \text{DPPH (100\%)} = \frac{\text{Abs controle} - \text{Abs echantillon}}{\text{Abs controle}} \times 100.$$

#### III.1.5.2.Test de pouvoir réducteur de fer/antioxydant (FRAP)

L'activité antioxydante de l'extrait de FZSC a été déterminée à l'aide d'une méthode d'analyse du pouvoir antioxydant réducteur ferrique (FRAP) de Benzie and Strain (1999) avec de légères modifications. Le réactif FRAP a été préparé en mélangeant 100 ml de tampon au macétate 0,1, pH 3,6, 10 ml de solution de Tripyridyltriazine (TPTZ) 10 mM dans 40 mM HCl et 10 ml de solution de chlorure ferrique (FeCl<sub>3</sub>) 20 mM et a été chauffé à 37°C dans un bain- marie. Une solution mère d'extrait de FZSC a été préparée (100 mg mL<sup>-1</sup>). Des dilutions en série

de l'extrait de FZSC ont été mélangées à 2 ml de réactif FRAP fraîchement préparé. Les mélanges réactionnels ont été incubés à 37°C pendant 4 minutes. L'absorbance a été enregistrée à 593 nm avec une référence à un blanc de réactif (contenant le réactif FRAP et les diluants sauf l'échantillon) [89].

### III.1.5.3.Capacité de puissance réductrice totale (TRPA)

Le pouvoir réducteur du FZSC a été quantifié par la méthode de Yen et Chen (1995) avec des modifications mineures. La solution mère d'extrait de FZSC a été préparée à une concentration de 200 mg mL<sup>-1</sup>. Des dilutions en série à partir de la solution mère ont été effectuées et le volume a été ajusté à 1 ml en utilisant le même solvant. Ensuite, 2,5 ml de tampon phosphate 0,2 M, pH 6,6 et ferricyanure de potassium à 1% ont été ajoutés à chaque dilution et le mélange réactionnel a été incubé à 50 ° C pendant 20 minutes. Après incubation, la réaction a été arrêtée en ajoutant 2,5 ml d'une solution d'acide trichloracétique à 10% (TCA) et le mélange a été centrifugé à 2000 g pendant 10 minutes. Le surnageant dans chaque tube (3 ml) a été mélangé avec 3 ml d'eau dés ionisée et 0,5 ml d'une solution de chlorure ferrique à 0,1%. L'absorbance a été mesurée à 700 nm contre un blanc. Le pouvoir réducteur total du FZSC à différentes concentrations a été comparé à l'acide ascorbique en tant que témoin positif. Toutes les mesures ont été prises en triple et les valeurs moyennes ont été calculées [89].

### III.1.6.Les analyses qualitatives

#### III.1.6.1.Chromatographie sur couche mince (CCM)

L'analyse CCM a été réalisée en utilisant des plaques CCM pré-enduites (Merck, Allemagne Silica gel 60 F254, 0.25 mm) comme phase mobile après différentes expériences le rapport utilisé pour l'eau: Méthanol : Acide formique ont été utilisés pour l'eau : Méthanol : Acide formique était (57 :40 :3v /v /v) respectivement. Les plaques ont été traitées trois fois dans la phase mobile, après chaque essai, les plaques ont été séchées à l'air. Et pulvérisé avec de l'acide sulfurique à 15% avec une solution d'éthanol puis séché et exposé à température pendant cinq minutes sur une plaque chauffante (30 °C) pour la visualisation d'autres composés organiques qui ne pourraient pas être détectés par le détecteur UV [91].

### III.1.6.2. Chromatographie liquide à haute performante HPLC

Les composés phénoliques et flavonoïdes du FZSC ont été déterminés par chromatographie liquide haute pression (HPLC, chromatographie liquide Perkin Elmer Séries 200, PerkinElmer, USA) avec un détecteur à barrette de photodiodes (PDA), comme précédemment par Kadioglu et al. (2016) [92].

### III.1.7. Analyse par spectrométrie de masse (MS)

L'analyse MS a été réalisée à l'Université de Zurich, Institut de chimie organique. La spectrométrie de masse a été mesurée en mode négatif [91].

### III.1.8. Les activités biologiques

#### III.1.8.1. L'activité anti-inflammatoire

L'activité anti-inflammatoire de l'extrait de FZSC a été évaluée par la méthode de dénaturation des protéines. Le diclofénac sodique, un puissant anti-inflammatoire non stéroïdien, a été utilisé comme médicament standard. Le mélange réactionnel constitué de 2 mL de différentes concentrations d'extrait de FZSC (100-500 µg / mL) ou de diclofénac sodique standard (100 et 200 µg / mL) et 2,8 mL de solution saline tamponnée au phosphate (pH 6,4) a été mélangé avec 2 mL d'albumine d'œufs et incubé à (27<sup>±</sup>1) °C pendant 15 min. La dénaturation a été induite en maintenant le mélange réactionnel à 70 °C dans un bain-marie pendant 10 minutes. Après refroidissement, l'absorbance a été mesurée à 660 nm en utilisant de l'eau bidistillée comme blanc. Chaque expérience a été réalisée en triple et la moyenne a été prise. Le pourcentage d'inhibition de la dénaturation des protéines a été calculé en utilisant la formule suivante [90] :

$$(III.1.6) \quad \text{Inhibition (\%)} = \frac{A_e - A_c}{A_e} \times 100$$

### III.1.8.2.L'activité antibactérienne

L'activité antibactérienne de l'extrait au méthanol de fruit de *Ziziphus Spina-Christi* a été évaluée par bien diffusion de l'agar. Dosage tel que rapporté (Güven et al, 2006). 20 ml d'agar Muller-Hinton fondu (45 °C) ont été versés dans une boîte de Pétri stérile. 100 pi de suspension microbienne contenant environ 10<sup>8</sup> CFU / ml de bactéries ont été chargés sur la plaque et étalés à l'aide d'un coton-tige stérile. La plaque est laissée à sécher stérilisée à température ambiante pendant jusqu'à 15 heures Minutes. Des puits de 6 mm ont été travaillés sur une plaque de gélose à l'aide d'un foret à liège stérile puis 50 µl d'extrait méthanolique. Il a été préalablement reconstitué dans 10% de DMSO en deux concentrations différentes;500 mg/ mL et 250 mg / mL ont été placés dans les puits, et du chloramphénicol 0,5% f / v (5 mg / mL) a également été chargé dans les puits et utilisé comme antibiotique standard. Le test a montré avant le procès 10% de DMSO n'a aucun effet inhibiteur sur la croissance bactérienne. Ensuite, les plaques ont été incubées à 37 °C pendant 24 heures. L'expérience a été répétée deux fois et la zone d'inhibition a été moyennée par rapport à l'objet de test [93].

### 2. Résultats et discussion

#### III.2.1.Extraction d'huile végétale

##### III.2.1.1.Extraction par soxhlet

##### III.2.1.1.1.Détermination de rendement d'extraction

La première quantification à faire est celle du rendement en huile essentielle obtenue par la technique de soxhlet. Ce rendement est calculé à partir du poids de l'huile essentielle par rapport au poids sec de la masse végétale utilisée dans soxhlet et les résultats sont présents dans le tableau suivant :

**Tableaux (III.2.1) :** Les masses utilisées de la méthode soxhlet.

Région	Plante de Metlili	Plante de Djamoura
La masse des fruits des Ziziphus après Le broyage	500g	
La masse d'huile de Ziziphus	18.5946g	15.8426g

#### ✓ Résultats de rendements :

Les résultats sont présentés dans le tableau si dessous.

#### ✓ Pour la région de Metlili

$$RE (\%) = (18.5946/500) * 100$$

$$RE (\%) = 3.71892 \%$$

#### ✓ Pour la région de Djamoura

$$RE (\%) = (15.8426/500) * 100$$

$$RE (\%) = 3.1685 \%$$

**Tableau (III.2.2):** Représente le rendement obtenu pour les deux types du fruit de *Zizyphus Spina-Christi*.

Région	Rendement	Norme [94]
Metlili	3.71892	2-40
Djamoura	3.1685	

### ➤ Discussion

Le rendement qui fournit l'extraction de leur échantillon effectué par Soxhlet du fruit de deux régions (Djamoura et Metlili) est **3.1685%** et **3.71892%**. Ce rendement est très faible comparativement à de résultats obtenus par un référence d'autre étude précédente. **AFNOR (Référence = 2-40)**.

Cette différence en rendement peut être attribuée à plusieurs facteurs essentiellement [12]:

- ✓ L'environnement climatique.
- ✓ La période de récolte.
- ✓ Lieu et durée et température de séchage ;
- ✓ Le degré de maturité,
- ✓ Propriétés génétiques.
- ✓ Les virus et mauvaises herbes.

## III.2.2. Analyses physico-chimiques

### III.2.2.1. Propriétés physiques

**III.2.2.1.1. La densité :** La densité des lipides a été calculée par la relation suivante :

$$D_{20} = D_t + 0.00068 (T - 20^{\circ}\text{C}).$$

❖ **Résultats** : Les résultats de la densité obtenus sont montrés dans le tableau suivant :

✓ **Pour la région de Metlili**

$$D_{20} = 0.8412 + 0.00068 * (16 - 20)$$

$$= 0.8384$$

✓ **Pour la région de Djamoura**

$$D_{20} = 0.9713 + 0.00068 * (16 - 20)$$

$$= 0.96858$$

**Tableau (III.2.3):** Résultats de la densité relative.

Région	Metlili	Djamoura	Norme [94]
Densité	0.8384	0.96858	0.832-0.846

### ➤ Discussion

D'après les résultats obtenus, la densité de leur huile essentielle, est de **0.9384** pour le fruit de Metlili et **0.96858** pour le fruit de Djamoura, donc elle est moins dense que l'eau. C'est un critère de pureté.

### III. 2.2.1.2. L'indice de réfraction

L'indice de réfraction a été calculé par la relation suivante :

$$D_{20} = \eta_t + 0.00045(T - 20^{\circ}C)$$

### ❖ Résultats

Les résultats de l'indice de réfraction sont classés dans le tableau suivant :

✓ **Pour la région de Metlili**

$$D_{20} = 1.4727 + 0,00045 (16 - 20)$$

$$= 1.4709$$

✓ Pour la région de Djamoura

$$D_{20} = 1.4617 + 0,00045 (16-20)$$

$$=1.4599$$

**Tableau (III.2.4) :** Représente l'indice de réfraction pour les deux régions.

Région	Metlili	Djamoura	Norme [95]
L'indice de réfraction	1.4709	1.4599	1.4549-1.4608

### ➤ Discussion

Par rapporte à ces résultats, on remarque que IR d'HE des deux types de fruit (fruit de *Zizyphus Spina-Christi*) **1.6142** pour celle de Djamoura et **1.6092** pour celle du Metlili est supérieur par rapport à IR d'eau **1.333**.

Cet indice varie en fonction de l'instauration des huiles [96].

Huiles riches en acide oléique	1.468 à 1.472.
Huiles riches en acide linoléique	1.471 à 1.477.
Huiles riches en acide linoléique	1.480 à 1.523.

Selon les résultats, on remarque que l'huile extraite de fruit Metlili est moins insaturée que celle extraite de Djamoura, donc l'huile de Metlili riche en acide oléique (**IR = 1.4709**).

### Propriétés chimiques III.2.2.2.1.

**Potentielle d'hydrogène (pH)** La valeur du

pH:

✓ Metlili

$$pH = 5$$

✓ Djamoura

$$pH = 5$$

## Chapitre III résultats et discussion

**Tableau (III.2.5):** Les résultats de pH d'HE de Metlili et Djamoura.

Région	Mettili	Djamoura
pH	5	5

### ➤ Discussion

Même valeur de PH (pH=5 pour Metlili et Djamoura) pour les deux échantillons compatibles conforme avec la norme 7. Le pH de fruit est acide, par contre de HE est neutre, cette conformité est due à la pureté d'huile (bien séparé de l'eau).

Le pH représente la concentration des ions hydrogène d'une solution aqueuse, il convient de souligner qu'il joue un rôle de détermination au cours des réactions biochimiques et peut influencer sur la propriété stabilisatrice d'une HE comme l'effet antioxydant et antimicrobien.

### III.2.2.2.L'indice d'acide

L'indice d'acide a été calculé par la relation :

$$\begin{aligned}I_a &= 56.11 \cdot V \cdot N/m \\ &= 56.11 \cdot 0.1 \cdot 1.25 \div 1\end{aligned}$$

### ❖ Résultats

Les résultats de l'indice d'acide sont classés dans le tableau suivant :

✓ Pour la région de Metlili

=7.01375

✓ Pour la région de Djamoura

= 7.01375

**Tableau (III.2.6):** L'indice d'acide de fruit de *Ziziphus Spina-Christi*.

Région	Metlili	Djamoura	Norme [94]
L'indice d'acide	7.01375	7.01375	0.04-1.12

### ➤ Discussion

Ces résultats montrent la même valeur de l'indice d'acide dans la région Metlili et Djamoura est de **7.01375**, une valeur très élevée que la référence (**0.04-1.12**), ce qui signifie l'hydrolyse chimique ou enzymatique lors de l'extraction. Il est donc clair que, ces huiles sont facilement hydrolysables et nécessitent une attention particulière lors de l'extraction de la purification ou de leur conservation [49].

### III.2.3. Les caractérisations biochimiques

#### ❖ Résultats

Les résultats de la composition chimique immédiate du FZSC (**III.2.7. Tableau**) ont indiqué que les glucides étaient le principal composant du FZSC (76.5%), tandis que les teneurs en protéines (5.4%), en humidité (13.3%) et en graisse (0.66%).

**Tableau (III.2.7):** Les Compositions biochimiques du FZSC.

Composition	Valeur Moyenne
<b>Protéine (%)</b>	5.4 ± 0.13
<b>Humidité (%)</b>	13.3 ± 0.16
<b>Matière Grasses (%)</b>	0.66 ± 0.05
<b>Glucides (%)</b>	76.50 ± 0.27

### ➤ Discussion

#### • Teneur en Glucide

Les résultats de la composition chimique immédiate du FZSC ont indiqué que les glucides étaient le principal composant du FZSC (**76,5%**).

#### • Teneur en eau

L'analyse du taux d'humidité du fruit de *Ziziphus Spina Christi* a montré une faible proportion estimée à **13.3%**. Ceci s'explique probablement les facteurs qui peuvent influencer sur la teneur en eau, parmi ces facteurs, l'âge de la plante, la période du cycle végétatif et même des facteurs génétiques et aussi la conservation pendant de longues durées. Cette variation de la teneur en eau peut être due aussi aux différentes conditions environnementales et la répartition géographique. [97].

#### • Teneur en protéine

Dans cette expérience, on a remarqué que le pourcentage de protéine est petit (**5.4%**), et on a expliqué cette valeur par l'origine des conditions d'analyse, des variétés et des conditions environnement. De nombreux chercheurs ont montré que pendant la maturité les protéines jouent un rôle important dans la réaction de brunissement no enzymatique (Millard). C'est la raison de la diminution de la teneur en protéines pendant la maturation [98]. En général les fruits ne sont pas une bonne source d'acides aminés en raison de leur faible teneur en protéine. Malgré cette faible teneur, les protéines des fruits sont équilibrées qualitativement (les fruits contiennent tous les acides aminés essentiels), les protéines tiennent une place particulièrement importante car elles ne peuvent pas être remplaçables par un autre nutriment et leur importance tient essentiellement à leur fonction dans l'organisme de façon générale [49].

#### • Teneur en matières grasses

Les résultats ont montré que le fruit de *Ziziphus Spina Christi* était faible en gras (**0,66%**). Cette faible valeur peut s'expliquer par le stade de maturité; Climat, méthode d'extraction, région, fertilisation, techniques de culture et de séchage [99].

### III.2.4. Les analyses quantitatives

#### III.2.4.1. La teneur en polyphénols

##### ❖ Résultats

Le résultat de la teneur en polyphénols classé dans de tableau suivant.

**Tableau (III.2.8):** Le polyphénol de fruit de *Ziziphus Spina-Christi*.

Composition	Valeur moyenne
Polyphénols totaux (mg CEQ/ 100g)	1644.00 ± 3.2

##### ➤ Discussion

Les résultats de dosage de polyphénols indiquent que le FZSC contenait un niveau élevé (1644 mg AEG / 100 g d'extrait) (**tableau III.2.8**), donc il est riche en composés phénolique (alcaloïdes peptidiques et cyclopeptidiques, flavonoïdes, stérols, tanins, acide butulinique et triterpénoïde, glycosides de saponine) [24]. Les composés phénoliques des plantes jouent un rôle clé en tant qu'antioxydants primaires ou piègeurs de radicaux libres et leur activité antioxydante est principalement due à leurs propriétés redox, qui peuvent jouer un rôle important dans l'absorption et la neutralisation des radicaux libres, la désactivation de l'oxygène singlet et triplet et la décomposition des peroxydes. La bioactivité des phénoliques est également liée à leur capacité à chélater les métaux, à inhiber lipoxygénase et piéger les radicaux libres [100] Cela montre une forte association entre les activités anti-oxydantes et les composés phénoliques qui suggèrent que les composés phénoliques sont probablement responsables des activités anti- oxydantes du FZSC. Ce soit également des donneurs d'hydrogène efficaces, ce qui en fait de bons antioxydants [101].

### III.2.4.2. La teneur en flavonoïdes

#### ❖ Résultat

Le résultat de la teneur en flavonoïdes classé dans le tableau suivant.

**Tableau (III.2.9):** les flavonoïdes de fruit de *Ziziphus Spina-Christi*.

Composé	Valeur moyenne
<b>Flavonoïdes totaux</b>	47.00 ± 1.87

#### ➤ Discussion

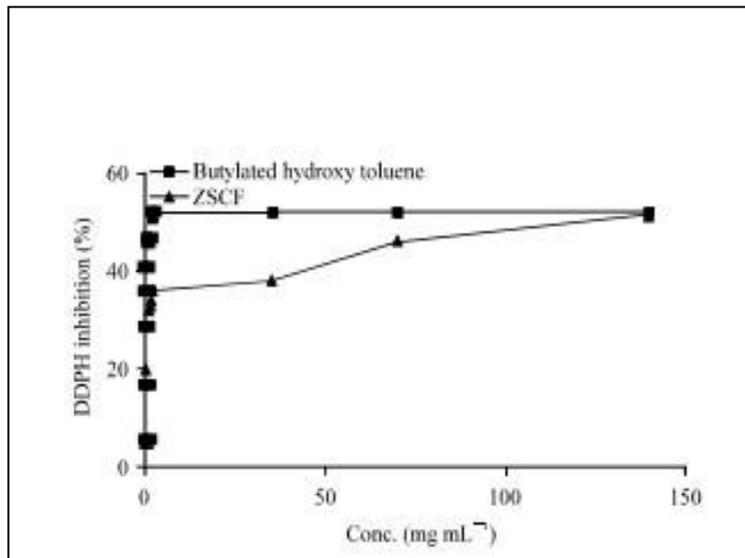
Le résultat de TFC du FZSC (47 mg CEQ / 100 g d'extrait) (**tableau III.2.9**), ce qui pourrait contribuer à son activité antioxydante élevée. Les polyphénols, en particulier les flavonoïdes, pourraient être oxydés par les polyphénols oxydases et perdre leur activité antioxydante en formant les quinines correspondantes [102], le mécanisme d'action des flavonoïdes passe par des processus de piégeage ou de chélation [103]. Donc le TPC élevé dans les fruits de ZSC pourrait être considéré comme une justification de cette médecine traditionnelle couramment utilisée dans de nombreuses affections aiguës et chroniques d'étiologie différente.

### III.2.5. Activité antioxydant (AA)

#### III.2.5.1. DPPH activité de piégeage des radicaux

#### ❖ Résultats

Les résultats de ce test apparaissent dans la figure ci dessous.



**Figure (III.2.1):** Activité de piégeage des radicaux DPPH de l'extrait de fruits de *Ziziphus Spina-Christi* (FZSC).

#### ➤ Discussion

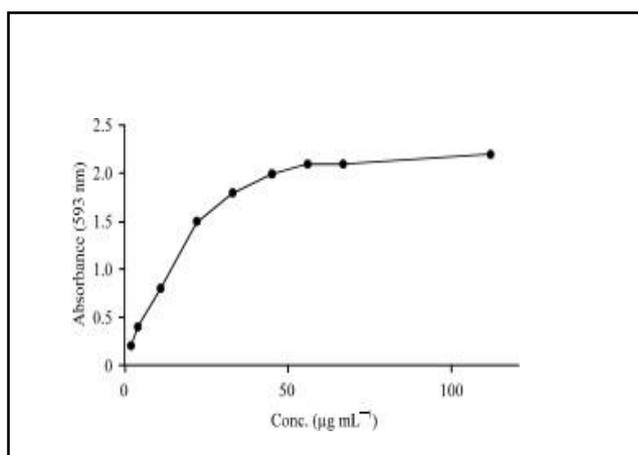
L'effet de la neutralisation de différentes concentrations d'extrait de FZSC sur les radicaux libres DPPH a été étudié et comparé au BHT (**figure III.2.1**). L'effet de l'extrait standard et du piège sur les racines de DPPH a été décrit en pourcentage d'inhibition. Le FZSC a présenté un piégeage efficace du radical DPPH de **51% (à 140 mg ml<sup>-1</sup>)**.

La méthode de piégeage des radicaux libres DPPH est couramment utilisée pour tester l'antioxydant d'extrait de plante [104]. Le FZSC a présenté un piégeage efficace du radical DPPH et donc une activité antioxydante, montrant une inhibition de 51 % (à 140 mg ml<sup>-1</sup>). La propriété de piégeage de l'extrait de FZSC peut être attribuée à la présence de groupes hydroxyle qui peut donner l'électron et neutraliser le radical libre existant dans le mélange réactionnel. La propriété de piégeage des radicaux libres du ZSC peut être l'un des mécanismes par lesquels cette plante est efficace en tant que médecine traditionnelle. La consommation des fruits de ZSC peut être bénéfique pour prévenir les maladies dégénératives liées au stress oxydatif [105].

### III.1.5.2. Test de pouvoir réducteur de fer/antioxydant (FRAP)

#### ❖ Résultats

L'ion  $\text{Fe}^{3+}$  a été mesuré par une méthode spectrophotométrique en spécifiant son composé coloré avec la 2,4,6-tris (2-pyridyl) -s-triazine (TPTZ) à 593 nm, et la figure (III.2.2) montre la puissance réduite de l'extrait de FZSC à différentes concentrations.



**Figure (III.2.2):** Dosage du pouvoir réducteur ferrique de l'extrait de fruit de *Ziziphus Spina Christi*. Les valeurs sont présentées sous forme d'écart moyen  $\pm$  SD.

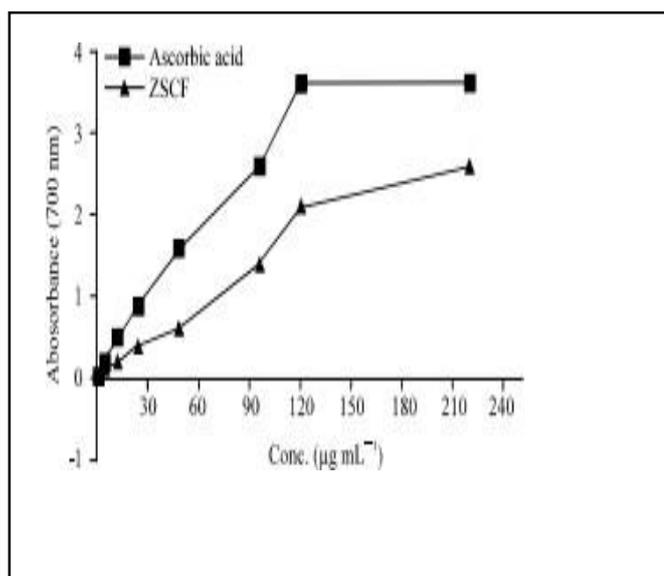
#### ➤ Discussion

La méthode FTRA mesure la capacité des antioxydants à réduire le fer [106], Étant donné que l'activité antioxydante d'une substance est généralement directement corrélée à sa capacité réductrice, ces résultats ont directement mis en évidence la capacité de réduction du fer d'extrait FZSC.

### III.2.6.3. Capacité de puissance réductrice totale (TRPA)

#### ❖ Résultats

La figure (III.2.3) montre les capacités réductrices de l'extrait de FZSC. Le pouvoir réducteur augmente avec la quantité croissante d'extrait.



**Figure (III.2.3):** La capacité de réduction de puissance de l'extrait de fruit de la Fête-Dieu de *Ziziphus Spina-Christi* (ZSCF). Les valeurs sont Moyennes  $\pm$  SD.

#### ➤ Discussion

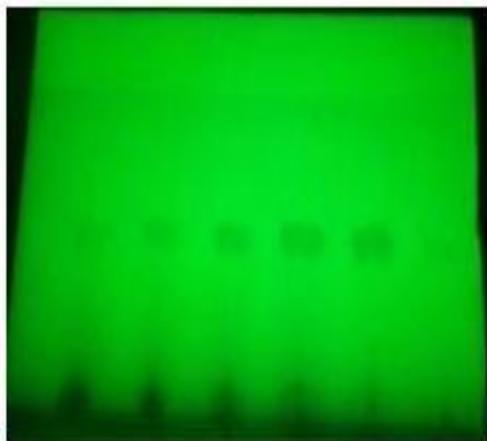
La capacité réductrice du FZSC peut servir d'indicateur significatif de son activité antioxydant potentielle. Car le pouvoir réducteur des tanins prévient les lésions hépatiques en inhibant la formation de peroxydes lipidiques [107].

### III.2.7. Les analyses qualitatives

#### III.2.7.1. Chromatographie sur couche mince (CCM)

##### ❖ Résultats

RF = 0,73, donc on observe une seule bande sous détecteur UV (**figure III.2.4**) en utilisant une combinaison de la phase mobile méthanol: acide formique à 40: 57: 3.



**Figure (III.2.4):** Le composé ciblé sous lumière UV séparé avec du méthanol: acide formique à 40: 57: 3. Rf = 0,73.

Pour approuver que cette bande ne se chevauche pas avec d'autres bandes actives non UV, 15% d'acide sulfurique-méthanol a été pulvérisé sur la plaque de silice et chauffé lentement avec une plaque chauffante pendant 6 min. Une seule bande a été observée (**Figure III.2.5**).

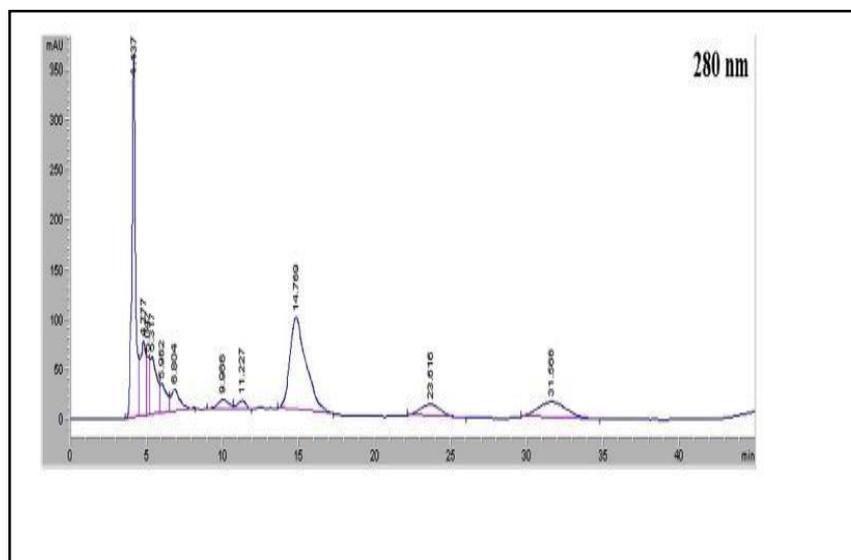


**Figure (III.2.5):** Plaque après l'avoir traitée avec 15% d'acide sulfurique-méthanol après chauffage.

- ✓ Ce test confirme la présence d'un seul composé chimique dans l'extrait.

### III.2.7.2. Chromatographie liquide à haute performante HPLC

#### ❖ Résultats d'HPLC



**Figure (III.2.6):** Chromatographie de l'extrait de fruit de *Ziziphus Spina-Christi* analysé à 280nm.

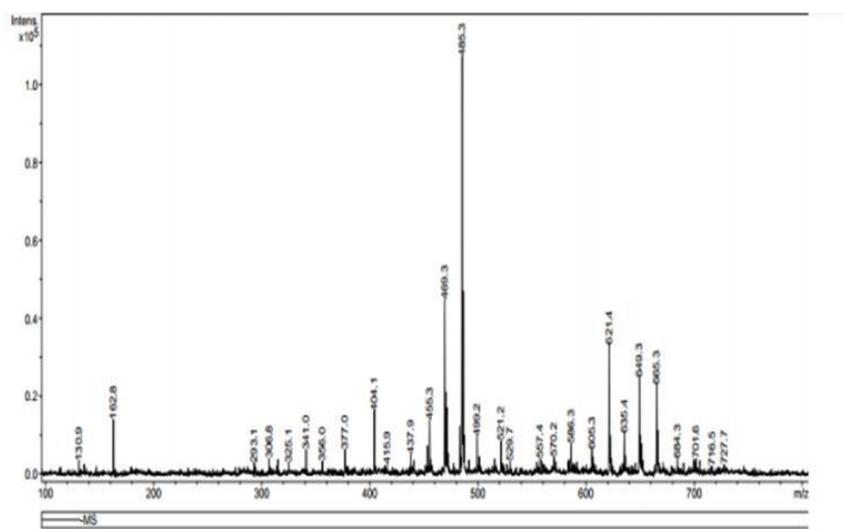
### ➤ Discussion

Profil HPLC de l'extrait de fruit de *Ziziphus Spina-Christi* analysé à 280 nm. Les polyphénols et flavonoïdes les plus abondants étaient la catéchine, l'acide gallique, l'acide ellagique, l'acide chlorogénique, la rutine, l'isoquercitrine, la quercétine et le kaempférol. ces composés présentent une vaste gamme et plusieurs fonctionnements et un grand rôle pour les activités antibactérienne, anti inflammatoire, etc....

### III.2.8. Analyse par spectrométrie de masse (MS)

#### ❖ Résultats

La spectrométrie de masse en mode négatif donné un seul pic à **485 MW**.



**Figure (III.2.7):** La Chromatographie de masse négatif.

### ➤ Discussion

SM est égale 485 MW donc le composé le plus probable correspond à l'acide triterpénoïde. Puisque le pic est en mode négatif. Le poids moléculaire est de 486 et il correspond à soit  $C_{31}H_{50}O_4$  ou  $C_{30}H_{46}O_5$  [108].

### III.2.9. Les activités biologiques

#### III.2.9.1. L'activité anti-inflammatoire

##### ❖ Résultats

L'effet inhibiteur de différentes concentrations d'extrait de fruit de ZSC sur la dénaturation des protéines est résumé dans le (**tableau III.2.10**). L'extrait (100-500  $\mu\text{g} / \text{mL}$ ) a montré une inhibition significative de la dénaturation de l'albumine d'œufs d'une manière dose-dépendante.

**Tableau (III.2.10):** Effet anti-inflammatoire in vitro de l'extrait de fruit ZSC par méthode de dénaturation des protéines.

Traitement	Concentration ( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )	Inhibition de la dénaturation(%)
Extrait de fruit	100	44.10 $\pm$ 1.20
	200	95.15 $\pm$ 0.84
	500	98.98 $\pm$ 2.30
Diclofénac sodium	100	84.95 $\pm$ 1.46
	200	120.12 $\pm$ 2.76

##### ➤ Discussion

L'extrait de FZSC et le médicament standard, le diclofénac sodique, ont présenté une inhibition en pourcentage dose-dépendante de la dénaturation des protéines induite par la chaleur dans l'albumine d'œuf fraîche. Le pourcentage d'inhibition de la dénaturation des protéines par rapport au contrôle est une mesure de la stabilisation des protéines [109]. Ainsi, l'activité anti-inflammatoire de l'extrait in vitro est similaire à celle du diclofénac sodium.

Il est bien connu que la dénaturation des protéines tissulaires conduit à des maladies inflammatoires et arthritiques [110]. Les produits végétaux qui peuvent empêcher la dénaturation

des protéines seraient donc utiles pour la recherche et le développement de traitements médicamenteux anti-inflammatoires.

### III.2.9.2.L'activité antibactérienne

#### ❖ Résultats

**Tableau (III.2.11):** L'activité antibactérienne de l'extrait de fruit au méthanol de *Ziziphus Spina-Christi*.

Composé testé	Zone Moyenne d' inhibition de		Croissance de mm*			
	Bactéries Gram +		Bactérie Gram -			
	Sa	Se	EF	BC	EC	KP
<b>Extrait méthanolique 500 mg / ml</b>	11.0±0.0	11.0 ±1.0	8.0 ±1.0	10.5±0.5	6.0 ±0.0	6.0 ±0.0
<b>Extrait méthanolique 250 mg / ml</b>	7.7 ±0.7	10.5 ±0.5	6.7 ±0.2	8.2 ±0.7	6.0 ±0.0	6.0 ±0.0
<b>Chloramphénicol 5 mg / ml</b>	40.5±0.5	29.5 ±0.5	31.0 ±1.0	31.0±0.0	22.5 ±0.5	23.5±0.5

#### ➤ Discussion

Aux concentrations de 500 mg / ml et 250 mg / ml :

- La bactérie la plus sensible était *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228 ( $11,0 \pm 1,0$  et  $10,5 \pm 0,5$  mm), suivi de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ( $11,0 \pm 0,0$  et  $7,7 \pm 0,7$  mm), et *Bacillus cereus* ATCC 10876 ( $10,5 \pm 0,5$  et  $8,2 \pm 0,7$  mm), respectivement. La bactérie la moins sensible était *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 ( $8,0 \pm 1,0$  et  $6,7 \pm 0,2$  mm).

## Chapitre III résultats et discussion

---

- Les bactéries à Gram négatif n'étaient pas sensibles à l'extrait de fruit mais sensibles à l'antibiotique, avec *Escherichia coli* ATCC 35218 *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603 et  $6,0 \pm 0,0$  mm contre l'extrait de fruit (le diamètre du fruit est de 6 mm).

- L'antibiotique (chloramphénicol 5 mg / ml) a montré des effets clairs contre toutes les bactéries testées.

Les résultats du test de diffusion en puits d'agar ont montré que l'extrait de fruit au méthanol de *Ziziphus Spina-Christi* a des degrés variés réalisés antibactériens les bactéries de Gram-positifs (*S epidermidis*, *S aureus*, *B cereus*, *E faecalis*) et aucun effet sur les bactéries de Gram-négatives (*E Coli*, *k Pneumoniae*) d'après Kalembe D., et al, L'efficacité antimicrobienne des huiles essentielles dépendent des deux principaux paramètres, l'huile essentielle et sa composition chimique d'une part, et le microorganisme(type structure...) d'autre part [111].

On a conclu que l'huile, extraite par différentes méthodes (soxhlet, Kjeldahl) de fruit de *Ziziphus Spina-Christi* contenait les principaux est constituants de *Ziziphus*.

Le Fruit de *Ziziphus Spina-Christi* a démontré une capacité antioxydante élevée dans tous les testes testés tous en présentant simultanément une teneur en phénol plus élevé.

A partir du test microbiologique, on a constaté que l'extrait de fruit de *Ziziphus Spina-Christi* a un effet sur les bactéries de gram positives et n'a aucun effet sur les bactéries de gram négatives.

# Conclusion Générale

## Conclusion Générale

---

### Conclusion générale

Les plantes médicinales restent toujours la source fiable des principes actifs connus par leurs propriétés thérapeutiques. Une étude des propriétés antioxydants et antimicrobiennes a concerné une plante appartient à la famille des Rhamnacées, employée à ses propriétés physico-chimiques et thérapeutiques.

Les propriétés physico-chimiques de l'huile du fruit de *Zizyphus Spina-Christi* (le pH, la densité, l'indice de réfraction, l'indice d'acide) sont conformes aux standards internationaux et aux normes AFNOR.

Les analyses biochimiques montrent que le glucide est le principal composant des fruits de *Zizyphus Spina Christi*, tandis que ces fruits moins riches en protéines, humidités et les matières grasses.

L'analyse de l'extraits par HPLC a révélé la présence de quelques composés phénoliques et Flavonoïdes, telles que la catéchine, l'acide gallique, l'acide ellagique, l'acide chlorogénique, la rutine.

Le Fruit de *Zizyphus Spina-Christi* a démontré une capacité antioxydante élevée dans tous les testes (DPPH, FTAP, TRPA) et a montré en même temps des teneurs phénoliques plus élevés. Le test microbiologique sur l'huile de *Zizyphus Spina-Christi* extraite par l'éthanol a montré un effet sur les bactéries de gram (+) (*Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Enterococcus faecalis*) et n'a aucun effet sur les bactéries de gram (-) (*Echecria coli*, *Klebsiella pneumoniae*).

Notre contribution ne s'arrête pas dans cette étude, des investigations et des recherches sont en cours pour dévoiler les secrets de cette plante miraculeuse.

### Références bibliographiques

- [1] **Sebai. M, Boudali. M,** « La phytothérapie entre la confiance et méfiance », mémoire professionnel infirmier de la sante publique, (2009).
- [2] **El Kalamouni. C,** « Caractérisations chimiques et biologiques d'extraits aromatiques oubliées de Midi –Pyrénées», thèse de doctorat, université de Toulouse, (2010).
- [3] **El Maaiden. Z, et al.,** «Variation in minerals, polyphenolics and antioxidant activity of pulp, seed, and almond of different *Ziziphus* species grown in morocco», *Brazilian journal of food technology*, (2020), pp 1-7.
- [4] **Abdeddaim M., Lombarkia O., Bacha A et al.,** « Biochemical characterization and nutritional properties of *Zizyphus lotus* L. fruits in aures region, northeastern of Algeria», *food Science and Technology*, (2014), 15:75–81.
- [5] **Boudraa. S, Hambaba. L, Zidani. S, Boudraa. H,** « Mineral and vitamin composition of fruits of five underexploited species in Algeria: *Celtis australis* L, *Crataegus azarolus* L, *Crataegus monogyna*, *Elaeagnus angustifolia* L, ET *Zizyphus lotus* L », (2010), pp 75-84.
- [6] **Zoughlache. S,** « Etude de l'activité biologique des extraits du fruit de *Zizyphus lotus* L», mémoire de magistère en biologie. Université Hadj Lakhdar. Batna, (2009), 91p.
- [7] **Medane. A,** « Evolution des paramètres biochimiques sériques chez les rats wistar traités par l'extrait chloroformique des graines de la coloquinte *Citrullus colocynthis* », Thèse de doctorat. (2012).
- [8] **Cheurfa. M, Allem. R, Zabel. K et al.,** « Etude des effets des extraits des racines de *Glycyrrhiza glabra* L, et *Zizyphus lotus* L, sur quelques bactéries pathogènes de l'homme », phytothérapie, (2017), p 1-7.
- [9] **GAO. Qing-han, Wu, Chun-Sen ET Wang, Min,** « The jujube (*Zizyphus jujube* Mill.) fruit: A review of current knowledge of fruit composition and Health benefits », *journal of agricultural and food chemistry*, (2013), vol61, n°14, pp 3351-3363.
- [10] **Azam-Ali. S, Bonkougou. E, Bowe. C, Godara. A, Williams. T. J,** « Ber and other jujubes », international centre for underutilised crops, university of Southampton, (2001).
- [11] <https://tropical.therferns.info/viewtropical.php?id=Zizyphus+spina-christi>, consulate 13 juin 2019.
- [12] **Saadoudi. M,** « Caractérisation biochimique, conservation et essais d'élaboration des produits à base de *Zizyphus lotus* », thèse de doctorat, université Batna1-Hadj Lakhdar, (2009).

## Références bibliographiques

---

[13] **Amzal. H, Tamaguelt. O**, « Optimisation assistée aux ultrasons de composés phénoliques et l'activité antioxydant de différentes parties de *Zizyphus jujube* (Feuille, pulpe et grains) », université de Abderrahmane Mira de Bejaia, mémoire de master, (2016).

[14] **BÂ. Amadou, Guissou. Tiby, Duponnois, Robin et al.**, « Mycorhization contrôle et fertilisation phosphatée : Application à la domestication du jujubier. Fruits », (2001), 56, n°4, P261-269.

[15] **Rsaissi. N et Bouhache. M**, « La lutte chimique contre le jujubier. Programme national de transfert de technologie en agriculture (PNTTA), DERD. Rabat », (2002), vol94, p 4.

[16] **Benammar. C. E**, « Effets antioxydant et immunomodulateurs d'une plante médicinale nord-africaine *zizyphus lotus L* (sedra) : étude des différents extraits », thèse de doctorat, Université Abou Bekr Belkaid–Tlemcen, (2010).

[17] <https://www.healthbenefitstimes.com/lotus-tree/nggallery/image/10566>, 17/03/2019.

[18] **Julissa. R. S**, « Departement of botany-Smithsonian NMNH », washing Dc, USA, journal (2017).

[19] **Hamdat. H**, « Condition optimal de la germination des graines de *Zizyphus lotus L*, à différentes températures et durées de trempage (Provenance : Beni Snous, Tlemcen) », mémoire de Master, Université de Tlemcen, (2017).

[20] **كواغري** [kawagri .org](http://www.kawagri.org)

[21] **Riham. O, Bakr et al.**, « A completely polyherbal conditioning and antioxidant shampoo: A phytochemical study and pharmaceutical evaluation », (2019), 11(2), pp 105-115.

[22] **J. Asgarpanal, E. Highihat**, « Phytochemistry and pharmacologic of *Zizyphus Spina-Christi L* (Will) », African journal of pharmacy and pharmacology, (2012), P2336.

[23] **Bukar. A. M, et al.**, « Evaluation of phytochemical and potential anti bacterial activity of *Zizyphus Spina-Christi L*. againstsomedmedically important pathogenic bacterial obtained from university of Maiduguri teaching hospital, Maiduguri, Borno State–Nigeria», journal of pharmacognosy and phytochemistry (2015), 3(5), pp 98-101.

[24] **T. Babacar**, « Amélioration de la croissance et de la production fruitière de *Zizyphus mauritiana* Lam. Par l'inoculation mycorrhizienne dans deux vergers au Sénégal », thèse de doctorat, (2017).

## Références bibliographiques

---

- [25] **Mialitiana. R.**, « Etude chimique de l'huile de graines de *Zizyphus jujuba* et *Zizyphus Spina-Christi* et valorisation cosmétique », mémoire de master, Université d'Antananarivo école supérieure polytechnique mention dénie des procédés chimiques et industriels, (2017).
- [26] **Ghedira K., Chemli R., Caron C., Nuzillard J-M., Zeches M., Le Men-Olivier L.**, « Four cyclopeptide alkaloids from *Zizyphus lotus*. *Phytochemistry*, (1995), vol 38, pp 767-772.
- [27] Etude nutritionnelle sur *Zizyphus Spina-Christi*, suède (1992 :2).
- [28] **Borgi W., Ghedira K., Chouchane N.**, « Antiinflammatory and analgesic activities of *Zizyphus lotus* root barks. *Fitoterapia* », (2007), 78, pp 16-19.
- [29] **Borgi. W, Bouraoui. A, Chouchane. N.**, « Antiulcerogenic activity of *Zizyphus lotus* (L.) extracts », journal of ethnopharmacology, (2007), 12, pp 228-231.
- [30] **Heba. E et al.**, « Hepatoprotective activity and antioxidant effects of nabaka (*Zizyphus Spina-Christi*) fruits on rat hepatotoxicity induced by carbone tetracchlorure », (2011): (9) (2).
- [31] **Ahmed. O et al.**, « Antidiabetic activity and toxicity of *Zizyphus Spina-Christi* leaves », journal of Ethnopharmacology, (2005), pp 129–138.
- [32] **Agata. M et al.**, « Flavonoïdes de *Zizyphus jujube* L. and *Zizyphus Spina-Christi* (L.) Willd (Rhamnaceae) fruits », (2009), pp 858–862.
- [33] **Benjamin. L.**, « planter en conditions arides et salines », livre, (2014).
- [34] **Belkadi N. et Hadjali. I.**, « Etude morphologique et essai de germination des graines de jujubier (*Zizyphus Lotus*) provenat du Sud Algérie. Extraction et dosage de 3 classes de flavonoïdes et estimation de l'effet de la poudre des fruits vis-à-vis de *tribolium castanem* Herbst (Coleoptera : Tenebrionidae) », université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, mémoire de master, (2015).
- [35] **Amari. I et Gourissi. H.**, « Etude l'activité antioxydante et antibactérienne in vitro des extraits méthanolique et aqueux des feuilles du *Zizyphus Lotus* », Mémoire de Master, Université Frères Mentouri Costantine1, (2017).
- [36] **Abdoul-Azize. S.**, « Potential Benefits of Jujube (*Zizyphus Lotus L.*) Bioactive, Compounds for Nutrition and Health », Journal of Nutrition and Metabolism, (2016), P13.
- [37] **Avizehnik. R et al.**, « Effet of glibenclamide and fruit extract of *Zizyphus Spina-Christi* on alloxaninduced diabetic dogs », (2010), vol8, n°2.

## Références bibliographiques

---

- [38] **E. Walaa fikry**, « Potent medicinal influences of *Zizyphus Spina-Christi*, department of biochemistry faculty of science », Damietta University, Egypt, (2020), vol(4) (ISSN : 2582-0931).
- [39] **Benammar. C, Hichami. A, Yessoufou. A, Simonin. A-M, Belarbi. M, Allali. H, ET Khan. N, A.**, « *Zizyphus lotus L.* (Desf.) modulates antioxidant activity and human T-cell proliferation, BMC Complementary and Alternative Medicine », (2010), vol10, N°54.
- [40] **Borgi. W, Recio M-C. Rios J-L., Chouchane N**, «Anti-inflammatory and analgesic activities of flavonoid and saponin fractions from *Zizyphus lotus* (L.) Lam. South African » Journal of Botany, (2008), 14, pp 320-324.
- [41] **Abd-Elmoniem Abelrahman Z**, « Chemical study and antioxidant activity of siddir (*Zizyphus Spina*) Roots extracts », international university of Africa, (2018).
- [42] **Wang. R, Ding. S, Zhao. D, Wang. Z, Wu. J, and Hu. X**, « Effect of Dehydration Methods on Antioxidant Activities, Phenolic Contents, Cyclic Nucleotides, and Volatiles of Jujube Fruits », Food Sci, Biotechnol, (2016), 25(1), pp 137-143.
- [43] **Abbas. I, Abbes. O**, « Essai de formation d'une crème dessert enrichie par le fruit de *Zizyphus Lotus* », mémoire de master, université Mohamed Bougara Boumerdes, (2016).
- [44] **Sirag. A. S, Jen. G, Karl. H**, « *Zizyphus Spina-Christi (L.) Willd*: A multipurpose fruit tree », (2008), 55: 929-937.
- [45] **Abeer M. Waggas and Reem H. Al-Hasani**, « Effect of Sidr (*Zizyphus Spina-Christi*) Fruit Extract on the Central Nervous System in Male Albino Rats, American-Eurasian», journal of Scientific Research, 2009, 4(4), PP 263-267.
- [46] **Tomoda. M, Shimuju. N. and Gonda. R**, « Pectic substances II. The location of O-acetyl groups and the smith degradation of *Zizyphus Pectin A*. Chemical and pharmaceutical Bulletin », (1985), 33(9), PP 4017-4020.
- [47] **Awasthi O. P. and More T.A**, « Genitic Diversity and status of *Zizyphus* in India Central Institute for aride horticulture (ICAR), (2009).
- [48] **Ashraf Mohamed. A. A and Baballa Gasmalla E.H**, « Variation of Physicochemical Characteristics of *Zizyphus Spina Christi* Fruits from Three Geographical Sites in Sudan», (2014).
- [49] **Abdeddaim. M**, « 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 ». thèse de doctorat en sciences, université de Sétif-1-(2016).

## Références bibliographiques

---

- [50] **Ghalem. M**, « Effets antioxydants et anti-inflammatoires des extraits de *Zizyphus lotus* et *Anthyllis vulnerariav* », Thèse de doctora en physiologie et biochimie de la nutrition, université Aboubekekr belkaid-Tlemcen, (2014), p160.
- [51] **O. Anwar. Gh, Hemn K. Q. and Nabil A. Fakhri**, « Analysis of Phenolic Compounds in Extracts of *Zizyphus Spina-Christi* using RPHPLC method », Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, (2012), 14(6), PP 3158-3163.
- [52] **Sawadogo. S. Y**, « Etudes Phytochimiques et Activites Biologiques des Ecorces des Racines de *Zizyphus Mauritiana Lam* (Rhanaceae) Et Des Feuilles De *Zizyphus Mucronata Willd* (Rhamanceae) », Université de Bamako, (2012).
- [53] **Abdel Karim. M, et al.**, « GC-MS analysis and anti microbial activity of Sudanese *Zizyphus Spina* (rhamanceae) fixed oil, international », journal of researsh in pharmacy and pharmaceutical science, (2017), vol2, pp83-87.
- [54] **Essam. N. A, Saravanan. R, Syed Imran. H, Sayed Sharawy. C. M, Jamal Ragheb Humaidi**, « Phytochemical screening of different organic crude extracts from the stem bark of *Zizyphus Spina-Christi* (L.) », Biomedical Research (2018), 29(8), pp 1645-1652.
- [55] **Shawqi M. A. H**, « Antioxidant activity, Phenolic Content, and flavonoid Content of Palestinian *Zizyphus Spina-Christi*, Deanship of Graduate Studies Al-Quds University, (2017).
- [56] **Chevali. Aug**, « Les jujubier of *Zizyphus* de l'ancien monde de l'utilisation de leurs fruits», journal d'agriculture traditionnel et de botanique appliquée, (1947), pp 470-480.
- [57] **El Maaiden. E, El Kharrassi. Y, Moustaid. K. Abdel Khalid Essamadi. A, Boubker. N**, « Comparative study of phytochemical profile between *Zizyphus Spina Christi* and *Zizyphus lotus* from Morocco », (2018).
- [58] **Keshavarz, B. and Rezaei. K. M and ultrasound-assisted**, « Extraction of phenolic and flavonoid compound from konar (*Zizyphus Spina-Christi*) fruits », International Food Research Journal, (2000), 27(1), PP 47 – 55.
- [59] **El Aloui-kafi. M**, « Suivi de la phénologie et caractérisation morpho-chimique comparés de quatre écotypes de *Zizyphus jujuba* (Miller) dans la station expérimentale de Rouhia(Tunisie) (semi-aride supérieur) », Thèse de doctorat, (2013).
- [60] عا ناكة البورني. نايذ بق اسذر. 2107. 9.09
- [61] **JOEL. R, Gilles. D, Georges. N**, « Apropos d'une population d'asphodèles (liliaceae) présente à champagniser (Isère) », (1996), pp 96-99.

## Références bibliographiques

---

- [62] **Kone. M, Traore. Y, Z, Konan.K, Fernique.T, Abdoulaye1, KokoK, Konan. H. J, Ouattara and Coulibaly. A**, « Phytochimic Study, Antioxidant Activity and Nutritional Interest of Extracts from Leaves of *Khayasenegalensis* (Desr) A. Juss (*Meliaceae*) Collected in the Northern Cote d'Ivoire », (2019).
- [63] **Belyagoubi. N, Benhammou. N**, « Activité antioxydant des extraits des composés Phénoliques de dix plantes médicinales de l'Ouest et du Sud-Ouest Algérien », thèse de doctorat, université Aboubakr Belkaïd-Tlemcen, (2011).
- [64] **Carine.M**, « Polyphénols : des alliés pour la santé », (2012), N°149.
- [65] **Pulido. R., Bravo. L, Saura-Calixto. F**, « Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing/ antioxidant power assay », *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, (2000), 48, 3396–3402.
- [66] **Bechlaghem. N, Boudjemai. W**, « Contribution à l'étude phytochimique des métabolites secondaires (tanin, flavonoïdes et alcaloïdes) des racines de *Carlina acaulis* L. (Tafgha) de la région de Tlemcen», Université Aboubekr Belkaid Tlemcen, Mémoire de Master, (2015).
- [67] **MILA I. ET SCALBERT A.** « Tannin antimicrobial properties through iron deprivation a new hypothesis », *International Symposium on Natural Phenols in Plant Resistance*, (1994), 381 (2) : 749-755.
- [68] **Safer. S**, « Teneur en polyphénols, tannins et flavonoides et capacité antioxydant d'extrait méthanolique d'une plante », mémoire de master, université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, (2017).
- [69] **Elliti. M, JR. Chithan, K. Theoaris, C. Theoharides**, « The Effects of Plant Flavonoids on Mammalian Cells: Implications for inflammation, heart disease, and cancer », (2000), N°4, vol52, pp 673–751, p676.
- [70] **Sridevisangeethak. S, Umamaheswari. S, Umamahevwararddy. C and S. Narayanklkura, Umamaheswari. S**, « Flavoides therapeutic potential of natural pharmacological agents, (2016), 7(10), pp 3924-3930.
- [71] **Marfak A.**, « Radiolyse gamma des flavonoïdes. Etude de leur réactivité avec les radicaux issus des alcools : Formation de depsides, thèse de doctorat», université de Limoges, (2003), 187 p.
- [72] **Shashank. K, Abhay. P**, « Chemistry and biological activites of flavonoids», *An Overview*, (2013), p16.

## Références bibliographiques

---

- [73] **Bylka. W, Mathawska. I, Pilewski N. A,** « Natural flavonoid as antimicrobial agents», *Journal of the American Nutraceutical Association*, (2004), 7(2): 24-26.
- [74] **Tapas AR, Sakarkar DM, Kakde RB,** « Flavonoids as nutraceuticals: A review », *tropical journal of pharmaceutical research*. (2008), 7(3), pp 1089-1099.
- [75] **Formica J-V, Regelson. W,** « Review of the Biology of quercétin and related Bioflavonoids. *Fd Chem.Toxic* », (1995), 33:1061-1080.
- [76] **Brusselmans. K, Vrolix. R, Verhoeven. G, ET Swinnen.J. V,** « Induction of cancer cell apoptosis by flavonoids is associated with their ability to inhibit fatty acid synthase activity », *journal of biological chemistry*, (2005), 280 (7), pp 5636-5645.
- [77] **Hertog. M. G,** « Epidemiological evidence on potential health properties of flavonoids. *Proceeding of the nutrition society* », (1996), 55 (1B), pp 385-397.
- [78] **Ren. W, Qiao. Z, Wang H., and Zhu L. ET Zhang L.** « Flavonoids: Promising anticancer agents», *medicinal research reviews*, (2003), 23 (4), pp 519-534.
- [79] **Ribeiro M. A., Bernardo-Gil M. G., Esqu M. M.,** « *Melissa officinalis*, L. study of antioxidant activity in supercritical residues », *Journal of Supercritical Fluids*, (2001), vol11, pp 51 – 60.
- [80] **Higashi. Y, Noma. K, Yoshizumi. M and Kihara. Y.,** « Endothelial function and oxidative stress in cardiovascular diseases », (2009), *Circ. J* **73**, pp 411-418.
- [81] **Kohen. R, Nyska. A,** « Oxidation of biological systems: Oxidation stress phenomenon, antioxidants, redox reactions and methods for their quantification. *Toxicolo Pathol* », (2002), 30, pp 620-650.
- [82] **Halliwell. B,** « Free radicals and antioxidants. *Nutr.Rev*», (1994), 52, pp 253-265.
- [83] **Boughellout. M et Amara. T,** « Les effets protecteurs des plantes médicinales contre le stress oxydant », mémoire de master, université des Frères Mentouri Constantine, (2015).
- [84] **Parejo, I. Viladomat, F. Bastida, J. Rosas-Romero, A. Saavedra, G. Murcia, M. A. Codina. C,** « Investigation of Bolivian plant extracts for their radical scavenging activity and antioxidant activity. *Life Sciences*, (2003), 73, pp 1667-1681.
- [85] **Benyahia. H,** « Etude phytochimique et dosage de quelques composés phénoliques des fruits d'*Elettaria cardamomum* et évaluation de son activité antioxydante », mémoire de master, université Abou-Bakr-Belkaïd Tlemcen, (2015).

## Références bibliographiques

---

- [86] **Miller. N. J & Rice-Evans, C.A.** « The relative contributions of ascorbic acid and phenolic antioxidants to the total antioxidant activity of orange and apple fruit juices and blackcurrant drink, Food Chemistry », (1997), 60, pp 331-337.
- [87] **Jiri. S, Marketa. R, Olga. K, Petr. S, Vojtech. J, Libuse. T, Ladislav. H, Miroslava. B, Josef. Z, Ivo. P, Rene. K.** « Fully automated spectrometric protocols for determination of antioxidant activity: advantages and disadvantages. Molecules », (2010), 15, pp 8618-8640.
- [88] **Ben Achour, N. Oulad Mir, H.** « Etude comparative de l'extraction des huiles fixes de la plante *Zizyphus Spina-Christi* de la région Metlili et Djamoura », université Kasdi Merbah-Ouargla, mémoire de master, (2019).
- [89] **Guizani. N et al.,** « In vitro Antioxydant Activities of *Zizyphus Spina –Christi* fruit (Red Date) Grown in Oman », biotchenology, (2012), 11(4), pp 209-216.
- [90] **Fatma. A, Shah. A, Aftab. A,** « Determination of total phenol, in-vitro antioxidant and anti-inflammatory activity of seeds and fruits of *Zizyphus Spina-Christi* grown in Oman », Asian Pac J Trop Biomed (2014); 4(Suppl 2): S656-S660.
- [91] **Hawamda. W. B,** « Elicitation, analysis, and biological Activity of secondary metabolites of *Zizyphus Spina-Christi* (L.) Desf. In Vitro Cultures », Palestine Polytechnic university, Deanship of graduate studies and scientific Research, (2015).
- [92] **Rafa S. Almeer, et al.,** « *Zizyphus Spina-Christi* fruit extract suppresses oxidative stress and p38 MAPK expression in ulcerative colitis in rats via induction of Nrf2 and HO-1 expression», Food and Chemical Toxicology (2018), 115, pp 49–62.
- [93] **Emad Mohamed. A,** « Antibacterial Activity of Fruit Methanol Extract of *Zizyphus Spina-Christi* from Sudan », Int. J. Curr.Microbiol.App.Sci (2017) 6(5), pp 38-44.
- [94] Characteristics of apple pomace. Food chemistry, (2008), 109, 340,-347.  
[https://www.doc-developpement-durable.org/file/huile.../Normes\\_AFNOR\\_HE.pdf](https://www.doc-developpement-durable.org/file/huile.../Normes_AFNOR_HE.pdf), consulté le 18 avril 2017.
- [95] AFNOR : T75-112.
- [96] **Ollé M.,** « analyse des corps gras, technique d'ingénieur », (2000), P3325.
- [97] **Ruiz-Rodriquez. B. M, Morales. P, FernandezRuiz. V,** « Valorization of wild strawberry tree fruits (*Arbutus unedo* L.) Through nutritional assessment and natural production data », food research international, (2011), 44, pp 1244-1253

## Références bibliographiques

---

- [98] **Ashraf Z et al.**, « Date and data processing: A review, Food Reviews International, (2011), 27:101-133.
- [99] **Nadeem M et al.**, « Textural profile analysis and phenolic content of some date palm varieties », journal of agricultural research, (2011), 49, pp 525-539.
- [100] **E. Ezzouhra, Youssef et al.**, « Comparative study of phytochemical profile between *Zizyphus Spina-Christi* and *Ziziphus lotus* from Morocco», journal of food Measurement and characterization, (2018).
- [101] **Dudonne. S, et al.**, « Comparative study of antioxidant properties and total phenolic content of 30 plant extracts of industrial interest using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC assays », J. Agric Chem. (2009), 57, pp 1768-1774.
- [102] **Jiménez. M and Garcia-Carmona F**, « Myricetin, an antioxidant flavonol, is a substrate of polyphenol oxidase », J Sci Food Agri (1999) 79: (1993-2000).
- [103] **Cook. N. C et Samman. S**, « Flavonoids-Chemistry, metabolism, cardioprotective effects, and dietary source », (1996), 7:66-76.
- [104] **A. Philips, S. Philips, B. Padmakeerthinga, V. Renju, S. Santha, S. Sethupathy**, « Free radical scavenging activity of indigofera extracts *Aspalathoides-an in vitro analysis*, J. Pharm. Sci Res (2010), 2(6), pp 322-328.
- [105] **Williams. G. M, Jeffrey. A. M**, « Oxidative DNA damage: Endogenous and Chemically induced, Regulatory Toxicology and pharmacology », (2000), 32, pp 283-292.
- [106] **Shawqi. M, Harahsheh. A**, « Antioxidant activity, Phenolic Content, and Flavonoid Content of Palestinian *Zizyphus Spina-Christi* », B.Sc. Chemistry. Alquds university. Palestine, (2017).
- [107] **Khennouf. S, S. Amina, L. Arrar, A. Baghiani**, « Effect of some phenolic compounds and quercus tannins on lipid peroxidation », world applied Sci J, (2010), 8(9), pp 1144-1149.
- [108] **Abeer M et al.**, « Effect of sidr (*Zizyphus Spina-Christi*) fruit extract on the central nervous in male Albino Rats », American-Eurasian Journal of Scientific research, (2009), 4(4), pp 263-267.
- [109] **Sangita C, Priyanka C, Protapaditya D, Sanjib B.** « Evaluation of in vitro anti-inflammatory activity of coffee against the denaturation of protein », Asian Pacific Journal tropical biomedicine, (2012) S178-S180.

## *Références bibliographiques*

---

[110] **Opie EL.**, « One the relation of nectrosis and inflammation to denaturation of proteins », (1962), PP 597-608.

[111] **Kalemba. D et al.**, « Antibacterial and antifungal proprieties of essential oils current Med Chem », (2003), 10, pp 813-829.

## Liste des tableaux

### Liste des tableaux

<b>Tableau I.1</b>	La position systématique de <i>Zizyphus Spina-Christi</i> .....	7
<b>Tableau I.2</b>	Le pourcentage des différents métabolites primaires dans le <i>Zizyphus Spina-Christi</i> .....	12
<b>Tableau I.3</b>	Composition chimiques de différents organes végétaux du <i>Zizyphus Spina-Christi</i> .....	13
<b>Tableau II.1</b>	La composition biochimique du <i>Zizyphus</i> frais.....	20
<b>Tableau II.2</b>	Teneurs en métabolites primaires exprimées en pourcentage.....	20
<b>Tableau II.3</b>	Composition biochimique (sucres) du fruit de <i>Zizyphus Spina-Christi</i> .....	21
<b>Tableau II.4</b>	Composition biochimique (en vitamines) du fruit de <i>Zizyphus Spina-Christi</i> ... ..	21
<b>Tableau II.5</b>	Composition en acides gras (g/100 g de lipides totaux) du fruit de <i>Zizyphus Spina-Christi</i> .....	23
<b>Tableau II.6</b>	Composition en polyphénols totaux, flavonoïdes et tannins.....	24
<b>Tableau III.2.1</b>	Les masses utilisées de la méthode soxhlet.....	45
<b>Tableau III.2.2</b>	Représente le rendement obtenu pour les deux types du fruit de <i>Zizyphus Spina-Christi</i> .....	46
<b>Tableau III.2.3</b>	Résultats de la densité relative.....	47
<b>Tableau III.2.4</b>	Représente l'indice de réfraction pour les deux régions.....	48
<b>Tableau III.2.5</b>	Les résultats de pH d'HE de Metlili et Djamoura.....	49
<b>Tableau III.2.6</b>	L'indice d'acide de fruit de <i>Zizyphus Spina-Christi</i> .....	50
<b>Tableau III.2.7</b>	Les Compositions biochimiques du FZSC.....	50
<b>Tableau III.2.8</b>	Le polyphénol de fruit de <i>Zizyphus Spina-Christi</i> .....	52
<b>Tableau III.2.9</b>	Les flavonoïdes de fruit de <i>Zizyphus Spina-Christi</i> .....	53
<b>Tableau III.2.10</b>	Effet anti-inflammatoire in vitro de l'extrait de fruit ZSC par méthode de dénaturation des protéines.....	60
<b>Tableau III.2.11</b>	L'activité antibactérienne de l'extrait de fruit au méthanol de <i>Zizyphus Spina-Christi</i> .....	61

## Liste de figures

### Liste des figures

<b>Fig. I.1</b>	La plante du <i>Zizyphus Spina-Christi</i> .....	4
<b>Fig. I.2</b>	Feuilles de <i>Zizyphus Spina-Christi</i> .....	6
<b>Fig. I.3</b>	Fleurs de <i>Zizyphus Spina-Christi</i> .....	6
<b>Fig. I.4</b>	Epine de <i>Zizyphus Spina-Christi</i> .....	6
<b>Fig. I.5</b>	Ecorce de <i>Zizyphus spina-Christi</i> .....	6
<b>Fig. I.6</b>	Fruits de <i>Zizyphus Spina-Christi</i> .....	7
<b>Fig. I.7</b>	Répartition géographique des espèces de la famille des Rhamnacées.....	8
<b>Fig. I.8</b>	Aire de répartition du <i>Zizyphus Spina Christi</i> en Algérie.....	9
<b>Fig. I.9</b>	La structure chimique de feuille de <i>Zizyphus Spina Christi</i> .....	13
<b>Fig. I.10</b>	La structure phénolique de fruit de <i>Zizyphus Spina Christi</i> .....	14
<b>Fig. II.1</b>	Fruits de <i>Zizyphus Spina-Christi</i> .....	19
<b>Fig. II.2</b>	Structure de base des flavonoïdes.....	28
<b>Fig. II.3</b>	Éléments essentiels pour l'activité antioxydante des flavonoïdes.....	29
<b>Fig. II.4</b>	Récupération des ROS (R*) par les flavonoïdes (Fl-OH).....	20
<b>Fig. II.5</b>	Les systèmes de défense contre les radicaux libres.....	33
<b>Fig. III.2.1</b>	Activité de piégeage des radicaux DPPH de l'extrait de fruits de <i>Zizyphus Spina-Christi</i> (FZSC).....	54
<b>Fig. III.2.2</b>	Dosage du pouvoir réducteur ferrique de l'extrait de fruit de <i>Zizyphus Spina Christi</i> . Les valeurs sont présentées sous forme d'écart moyen $\pm$ SD.....	55
<b>Fig. III.2.3</b>	La capacité de réduction de puissance de l'extrait de fruit de la Fête-Dieu de <i>Zizyphus Spina-Christi</i> (ZSCF). Les valeurs sont Moyenne $\pm$ SD.....	56
<b>Fig. III.2.4</b>	Le composé ciblé sous lumière UV séparé avec du méthanol: acide formique à 40: 57: 3. Rf = 0,73.....	57
<b>Fig. III.2.5</b>	plaque après l'avoir traitée avec 15% d'acide sulfurique - méthanol après chauffage.....	58
<b>Fig. III.2.6</b>	Chromatographie de l'extrait de fruit de <i>Zizyphus Spina-Christi</i> analysé à 280nm.....	58
<b>Fig. III.2.7</b>	La chromatographie de masse négatif.....	59

## Abréviations

---

### *Abréviations*

- FZSC** : Fruit de *Ziziphus Spina-Christi*.
- AGM** : Acide gras mono-insaturé.
- AGPI** : Acide gras poly-insaturé.
- AGS** : Acide gras saturé.
- AFNOR** : Association Française de normalisation et organisation et réglementation.
- VIH** : Virus de l'immunodéficience humaine.
- LO**: Lipooxygénase
- CO** : Cyclooxygénase.
- GPx** : Glutathions peroxydases.
- SOD**: Superoxydes dismutases
- AA**: Activité Antioxydante.
- DPPH**: 2, 2-diphényl-1-picryl- hydrazil.
- FRAP** : Capacités réductrices ferriques d'antioxydants (ferric reducing/ antioxidant power).
- TRPA** : Capacité de puissance réductrice totale.
- ABTS** : 2, 2'-azynobis- [3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acide].
- HE** : huile essentielle
- TFC**: Total flavonoïdes concentration.
- TPC**: Total polyphénols concentration.
- Mg EAG/g d'extrait**: Mil iagramme d'équivalent acide gal ique par gramme d'extrait.
- Mg EAQ/g d'extrait** : Mil iagramme d'équivalent acide quercétine par gramme d'extrait.
- CCM**: Chromatographie sur couche mince.
- HPLC**: Chromatographie liquide à haute performance.
- MS**: Chromatographie de masse.
- BHT** : Butylhydroxytoluène.
- ATTC** : Collection du type Américain de culture
- SA** : Staphylococcus Aureus.
- SE** : Staphylococcus Epidermidis.
- EF** : Enterococcus Faecalis.
- BC** : Bacillus Creus.
- EC** : Escherichia Coli.

## Abréviations

---

**KP** : Klebsiella Pneumoniae.

**SD** : Standard déviation