

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة جيلالي بونعاما  
Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana  
Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre  
Département de Biologie



## *Mémoire de fin d'études*

En vue de l'obtention de diplôme de **Master** en

**Domaine** : Sciences de la Nature et de la Vie.

**Filière** : Sciences biologique.

**Spécialité** : Microbiologie appliquée.

# *Etude de l'activité biologique des extraits de Zizyphus lotus*

**Présenté par:**

- *Mazouzi Lina*
- *Bessekri nor El houda*
- *Touil Meryem*

**Devant le jury :**

Mme Mostfa Sari F	MCB	à	U.D.B Khemis Miliana	Président
Mr Cheurfa M	MCA	à	U.D.B Khemis Miliana	Examineur
Mr Brada M	Pr	à	U.D.B Khemis Miliana	Promoteur

**Année universitaire : 2021/2022**



# ***Remerciements***

*Avant tout, nous remercions ALLAH le tout puissant de nous avoir donné la capacité et la volonté jusqu'au bout pour réaliser ce modeste travail.*

*Nous tenons à exprimer notre grande reconnaissance et notre profonde gratitude à Mostefa Sari Fouzia, Maître de conférences B à l'Université de Khemis Miliana, pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant la présidence du jury de ce mémoire.*

*Nous remercions Dr Cheurfa mohamed, Maître de conférences B à l'Université de Khemis Miliana, d'avoir accepté de juger ce travail.*

*Nous tenons à remercier notre encadreur Pr Moussa BRADA pour son encadrement et la direction de ce travail avec une grande rigueur scientifique, sa disponibilité, ses précieux conseils, la confiance qu'il nous a accordé et son suivi régulier tout au long de l'élaboration de ce travail. Nous tenons également à le remercier de nous avoir montré notre chemin vers la recherche, de nous avoir appris le travail d'équipe et pour les qualités humaines qu'il nous a montré. C'est l'occasion de lui exprimer le plus grand respect et sa reconnaissance pour ses précieux conseils, ses encouragements, son soutien et son encadrement scientifique, et merci pour votre aide et votre regard critique, qui nous ont été très utiles lors de la réalisation de ce travail et la rédaction de ce manuscrit.*

*Sans oublier l'ensemble de nos professeurs qui nous ont accompagnés tout au long de notre cursus universitaire.*

*Un merci très spécial à nos amis et à tous les étudiants de master de la promotion 2022 et à toute personne qui a participé de près ou de loin, directement ou indirectement, à la réalisation de ce travail.*

# *Dédicaces*

*Je dédie ce travail et ma profonde reconnaissance à mon cher papa et ma chère maman pour leurs sacrifices, leur soutien, leurs prières et leur présence à chaque instant tout au long de mes études. Que ce travail est le fruit de votre soutien et vos sacrifices ; merci maman, merci papa,*

*Sans vous je n'en serais pas là aujourd'hui.*

*A la mémoire de mon grand-père Saïd, qui serait heureux de*

*Constater ce succès, s'il était là.*

*A ma grande mère Alala*

*A ma chère sœur Alae pour leur encouragement permanent, et leur soutien moral.*

*A mes chers frères, Hamza et Wadjih et surtout Rayane source de joie et de bonheur*

*Pour leurs appuis et leurs encouragements*

*A mes chères tantes khira, Habiba, Assia, Djamila, Sana et surtout Salima*

*A mes chers oncles Karim, Fethi, Abd El Kader, Fayçel et Sedr eddin*

*A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire.*

*A mon professeur préféré, Pr Brada Moussa, pour son soutien constant à la réalisation de ce travail et pour nous avoir donné des conseils qui nous aideront dans notre étude et notre carrière et même notre vie personnelle*

*A mes chères amies : Houda, Soulef, Wissam, Nadjah, Meryem, Ghania.*

*Lina*

# *Dédicaces*

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

*Je dédie ce travail*

*A ma très chère Mère « Fadila » et à mon cher Père « Boualem », en témoignage et en gratitude de leurs dévouements, de leur soutien permanent durant toutes mes années d'études, leurs sacrifices illimités, leur réconfort moral, eux qui ont consenti tant d'effort pour mon éducation*

*A ma soeur, Aicha, et à ses adorables enfants, Yanis Yahya et Talin, et à mon grand-père et ma grand-mère, que Dieu prolonge leur vie.*

*A toute la famille BESSEKRI.*

*A mon mari « Mohamed » qui m'a soutenu dans la réalisation de ce mémoire, et toute la famille MADANI.*

*A mes amis lina et Mariam pour tous les moments de joies et de peines qu'on a passées ensemble, à son Famille aussi.*

*A ma cousine Sabrina, l'amie de ma vie et à tous mes amies.*

*A mon professeur BRADA Moussa pour nous avoir soutenu avec ses précieux conseils qui ont tracé la voie du succès et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réussite de ce travail.*

*Houda*

# *Dédicaces*

*Je dédie ce travail :*

*A ma mère*

*« Tu m'a donné la vie, la tendresse et le courage pour réussir. Tous ce que je peux offrir ne pourra exprimer l'amour et la reconnaissance que je te porte. En témoignage, je t'offre ce modeste travail pour te remercier pour tes sacrifices et pour l'affection dont tu m'as toujours entourée. »*

*A mon père*

*« L'épaule solide, l'œil attentif compréhensif et la personne la plus digne de mon estime et de mon respect. Aucune dédicace ne saurait exprimer mes sentiments, que Dieu te préserve et te procure santé et longue vie. »*

*A mes chers frères,*

*Pour leur affection, compréhension et patience, et Surtout ma petite sœur, Aya.*

*A mon professeur Moussa BRADA*

*Merci beaucoup pour vos efforts que vous avez faites avec nous*

*A toute la famille Touil et a toute mes amies et surtout mon trinôme*

*« Lina et Houda ».*

## *Meryem*

## Résumé

Les plantes médicinales ont des propriétés curatives dues à la présence de diverses substances chimiques complexes et des métabolites secondaires. *Zizyphus lotus* est une plante utilisée en médecine traditionnelle en Algérie. Différentes parties de cette plante sont consommées partout dans le monde en raison de leurs bienfaits pour la santé. Les fruits de cette plante sont largement utilisés comme agent antitussif, laxatif et réducteur de tension artérielle. Les poudres d'écorce de tiges et de feuilles de jujube sont utilisées pour soigner les plaies. *Zizyphus lotus* est utilisée comme antidiabétique, tonique, aphrodisiaque, hypnotique-sédatif et anxiolytique, anticancéreux, antifongique, antibactérien, antiulcéreux, anti-inflammatoire, cognitif, antispastique, antifertilité/ contraception, hypotenseur, antinéphritique, cardiotonique, antioxydant, immunostimulant et la cicatrisation des plaies. Les résultats phytochimiques et pharmacologiques rapportés par la littérature ont révélé que les flavonoïdes, les polysaccharides, les composés phénoliques, la vitamine C et l'acide triterpénique sont les principaux ingrédients actifs. En raison du contenu polyphénolique élevé et sa capacité antioxydante, *Zizyphus lotus* pourrait être proposée pour le traitement des patients diabétiques.

**Mots- clés :** *Zizyphus lotus*, phytochimie, antidiabète, antioxydant, antibactérien, anticancérigène

## Abstract

Medicinal plants have healing properties due to the presence of various complex chemical substances and secondary metabolites. *Zizyphus lotus* is a plant used in traditional medicine in Algeria. Different parts of jujube are eaten all over the world due to their health benefits, both as food and herbal medicine. The fruits of this plant are widely used as a cough suppressant, laxative and blood pressure reducer. Powdered stem bark and leaves of jujube are used to heal wounds. *Zizyphus lotus* is used as an antidiabetic, tonic, aphrodisiac, hypnotic-sedative and anxiolytic, anticancer, antifungal, antibacterial, antiulcer, anti-inflammatory, cognitive, antispastic, antifertility/contraception, hypotensive, antinephritic, cardiogenic, antioxidant, immunostimulant, and wound healing sores. The phytochemical and pharmacological results reported by the literature revealed that flavonoids, polysaccharides, phenolic compounds, vitamin C and triterpenic acid are the main active ingredients. Due to the high polyphenolic content and its antioxidant capacity, *Z. lotus* could be proposed for the treatment of diabetic patients.

**Keywords:** *Zizyphus lotus*, phytochemistry, anti-diabetes, antioxidant, antibacterial, anticarcinogenic.

## المخلص

النباتات الطبية لها خصائص علاجية بسبب وجود العديد من المواد الكيميائية المعقدة والمستقلبات الثانوية. زيزيفوس لوتس نبات يستخدم في الطب التقليدي في الجزائر ، تؤكل أجزاء مختلفة من العناب في جميع أنحاء العالم لفوائدها الصحية ، كغذاء وطب عشبي. تستخدم ثمار هذا النبات على نطاق واسع كمثبط للسعال وملين ومخفض لضغط الدم. يستخدم لحاء الساق المجفف وأوراق العناب في التنام الجروح. يستخدم زيزيفوس لوتس كمضاد لمرض السكر ، منشط ، مثير للشهوة الجنسية ، منوم - مهدئ ومزيل للقلق ، مضاد للسرطان ، مضاد للفطريات ، مضاد للجراثيم ، مضاد للالتهابات ، معرفي ، مضاد للتشنج ، مضاد للخصوبة / موانع الحمل ، خافض للضغط ، مضاد للكلى ، مقوي للقلب ومضاد للأكسدة شفاء القروح. أظهرت النتائج الكيميائية النباتية والدوائية التي ذكرت في الأدبيات أن مركبات الفلافونويد والسكريات والمركبات الفينولية وفيتامين ج وحمض التريترابينيك هي المكونات النشطة الرئيسية. بسبب محتواه العالي من مادة البوليفينول وقدرته المضادة للأكسدة ، يمكن اقتراح *Zyziphus lotus* لعلاج مرضى السكري.

**الكلمات المفتاحية:** *Zyziphus lotus*، كيمياء نباتية، مضاد للسكري، مضاد للأكسدة، مضاد للجراثيم، مضاد للسرطان.

**ABS** : Absorbance

**ATB** : Antibiotique

**CMI** : Concentration minimale inhibitrice

**GC-FID** : Chromatographie en phase gazeuse couplée à un détecteur à ionisation de flamme

**GC-MS** : Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse

**DMSO** : Diméthylsulfoxyde.

**DPPH** : 1,1-Diphényl-2-PicrylHydrazyle.

**EMZI** : Extrait méthanolique de *zizyphus lotus*

**GM** : Gentamicine

**Hdl** : Lipoprotéine de haute densité

**HP-5MS** : Colonne capillaire de silice fondue

**HPLC-DAD** : Chromatographie liquide de haute performance- Diode Array Detector

**IC** : Concentration inhibitrice

**LDL** : Lipoprotéine de basse densité

**MS** : Matière sèche

**MTT** : Méthode permet le comptage rapide des cellules vivantes repose sur l'utilisation du sel de tétrazolium

**OGM** : Organisme génétiquement modifié

**PC** : Poids corporels

**SH-SY5Y** : Lignée cellulaire humaine de neuroblastome issue de la moelle osseuse dérivée des SK-N-SH

**TFC** : Teneur totale en flavonoïdes

**TPC** : Teneur totale en phénol

**ZLF** : Fruit de *zizyphus lotus*

<b>Figure 1</b> : L'infusion des plantes médicinales.....	4
<b>Figure 2</b> : La décoction des plantes médicinales.....	5
<b>Figure 3</b> : La macération des plantes médicinales.....	5
<b>Figure 4</b> : Morphologie générale de <i>Zizyphus lotus</i> en avril 2022.....	9
<b>Figure 5</b> : Morphologie générale de <i>Zizyphus lotus</i> en février 2022.....	9
<b>Figure 6</b> : Feuilles de <i>Zizyphus lotus</i> en mai 2022.....	10
<b>Figure 7</b> : Feuilles de <i>Zizyphus lotus</i> en mars 2022.....	10
<b>Figure 8</b> : Fruit de <i>Zizyphus lotus</i> .....	11
<b>Figure 9</b> : Fleur de <i>Zizyphus lotus</i> .....	11
<b>Figure 10</b> : Répartition de <i>Zizyphus lotus</i> en Algérie .....	13
<b>Figure 11</b> : Chromatogramme de l'analyse des huiles essentielles des fruits de <i>Zizyphus lotus</i> .....	22
<b>Figure 12</b> : Principe schématisé de l'hydrodistillation .....	43
<b>Figure 13</b> : Les amandes.....	43
<b>Figure 14</b> : Les noyaux .....	43
<b>Figure 15</b> : La pulpe .....	43
<b>Figure 16</b> : Distillat de différentes parties étudiées de <i>zizyphus lotus</i> .....	44
<b>Figure 17</b> : Etape de décantation.....	44

<b>Tableau I</b> : Calendrier de plantation de <i>Zizyphus lotus</i> .....	14
<b>Tableau II</b> : Région et période de récolte de <i>Zizyphus lotus</i> .....	15
<b>Tableau III</b> : Compositions primaires (%) de <i>Zizyphus lotus</i> .....	16
<b>Tableau IV</b> : Composition en métabolites secondaires des différents organes du <i>Zizyphus lotus</i> .....	16
<b>Tableau V</b> : Compositions chimiques des huiles essentielles de <i>zizyphus lotus</i> ..	21
<b>Tableau VI</b> : Propriétés organoleptiques d'extrait bruts de jujubier.....	23
<b>Tableau VII</b> : Propriétés physico-chimiques des extraits bruts de Jujubier.....	24
<b>Tableau VIII</b> : La couleur et l'aspect des deux extraits méthanolique et aqueux des écorces des racines de <i>Zizyphus lotus</i> .....	25
<b>Tableau IX</b> : Le rendement des deux extraits aqueux et méthanolique des écorces des racines du <i>Zizyphus lotus</i> (g/100g de plante fraîche).....	25
<b>Tableau X</b> : Quelques métabolites secondaires de l'extrait aqueux du <i>Zizyphus lotus</i> .....	26
<b>Tableau XI</b> : Quelques métabolites secondaires de l'extrait méthanolique du <i>Zizyphus lotus</i> .....	26
<b>Tableau XII</b> : Les appareils et produits utilisés.....	40
<b>Tableau XIII</b> : Caractérisation physicochimiques de <i>Zizyphus lotus</i> .....	45
<b>Tableau XIV</b> : Rapport pulpe/ fruits de <i>Zizyphus lotus</i> .....	45

Remerciements	
Dédicaces	
Résumé	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale .....	1
<b>Synthèse bibliographique</b>	
<b>Chapitre I : la matière végétale “Zizyphus lotus”</b>	
I. Les plantes médicinales.....	3
I.1. Classement des plantes médicinales.....	3
I.2. La période de récolte.....	3
I.3. Séchage et conservation des plantes médicinales.....	3
I.4. L’extraction.....	4
I.4.1. Définition de l’extraction.....	4
I.4.2. Les méthodes d’extraction.....	4
• L’infusion.....	4
• La décoction.....	5
• La macération.....	5
• L’entraînement à la vapeur (hydrodistillation).....	5
• L’extraction par Soxhlet.....	6
• L’extraction en mode batch par agitation.....	6
I.4.3. L’intérêt de l’extraction.....	6
I.4.4. Les différentes formes galéniques.....	6
I.5. Les huiles essentielles.....	6
1- Définition.....	6
2- Répartition des H.E.....	7
3- Quelques propriétés des H.E.....	7
4- Les domaines d’emplois des H.E.....	7
5- Facteurs de variabilité des H.E.....	7
6- Les différentes méthodes d’extraction des H.E.....	8
II. La famille de Rhamnacées.....	8
II.1. Le genre <i>Zizyphus</i> .....	8

II.2. <i>Zizyphus lotus</i> .....	8
1. La présentation.....	8
2. Classification.....	11
3. L'appellation.....	12
4. Distribution géographique.....	12
- Dans le monde.....	12
- En Algérie.....	13
5. Calendrier de plantation .....	14
6. Période de récolte .....	15
7. Exigence climatique.....	15
8. Composition Biochimique.....	15
- Métabolite primaire.....	15
- Métabolite secondaire.....	16
9. Importance économique et environnementale.....	16
10. Utilisation de <i>Zizyphus lotus</i> .....	16
- Utilisation alimentaire.....	17
- Utilisation médicinale.....	17
- Autres Utilisation.....	19

**Chapitre II : Travaux antérieurs**

I. Les travaux antérieurs sur les huiles essentielles de <i>Zizyphus lotus</i> .....	20
II. Les compositions chimiques des huiles essentielles de <i>Zizyphus lotus</i> .....	20
III. Caractérisation de l'extrait brut de <i>Zizyphus lotus</i> .....	23
III.1. Caractérisation organoleptique.....	23
III.2. Analyses physico-chimiques des extraits bruts de jujubier.....	23
IV. Extraction à partir des écorces des racines du <i>Zizyphus lotus</i> .....	24
IV.1. Extrait aqueux et méthanolique.....	24
• Détermination du rendement d'extraction.....	25

IV.2. Analyse des deux extraits du <i>Zizyphus lotus</i> .....	25
V. Les activités biologiques de <i>Zizyphus lotus</i> .....	27
1. Activité antiinflammatoire.....	27
2. Activité antioxydante.....	27
3. Activité immunostimulante.....	28
4. Activité cardiovasculaire.....	28
5. Activité antiulcérogène.....	29
6. Activité antimicrobienne et antigongique.....	29
7. Activité antidiabétique et hypoglycémique.....	30
8. Activité hypnotique-sédatif et anxiolytique.....	31
9. Activité neuroprotectrice.....	31
10. Activité anticancéreuse.....	31
11. Activité antiallergique.....	32
12. Activité cognitive.....	32
13. Activité cicatrisante.....	32
14. Activité antispasmodique.....	33
15. Activité antiseptique.....	33
16. Activité anti-lithiasique.....	33
17. Activité analgésique.....	33
18. Activité gastro-protectrice mmm .....	34
19. Activité antidiarrhéique.....	34
20. Activité protectrice contre l'anémie.....	34
21. Activité inhibitrice de sensibilité gustative.....	35
22. Activité de rehaussement de la perméabilité.....	35
23.. Activité anti-fertilité ou propriété contraceptive.....	35
24. Activité hypotenseur et anti nephretique.....	36
25. Activité hépatoprotectrice.....	36
26. Activité néphroprotectrice.....	36
27. Activité cytotoxique.....	37
28.. Activité antiproliférative.....	38
29. Activité antileishmanial.....	38
30. Activité protectrice du cerveau.....	38

**Chapitre III : matériels et méthodes**

I. origine et période de récolte.....	40
I.1. Choix de la plante.....	40
I.2. Lieu et période de travail.....	40
II. Le matériel biologique.....	40
II.1. Le matériel végétal.....	40
II.2. Appareillage et produits.....	40
III. La méthode.....	40
III.1. Préparation des échantillons.....	40
• Le séchage.....	40
• Dépulpage.....	40
III.2. Caractérisation physicochimique des fruits de <i>Zizyphus lotus</i> .....	41
• Détermination du taux d'humidité.....	41
III.3. Caractérisation physique des fruits de <i>Zizyphus lotus</i> .....	41
	42
III.4. Préparation des extraits volatils.....	42

**Chapitre IV : Résultats et discussion**

I. Résultats expérimentaux.....	45
I.1. Caractérisation physicochimique des fruits de <i>Zizyphus lotus</i> .....	45
Taux d'humidité.....	45
I.2. Caractérisation physique des fruits de <i>Zizyphus lotus</i> .....	45
I.3. Extraction par hydrodistillaion .....	46
Conclusion générale.....	47

# **Introduction générale**

Les plantes qui nous entourent ne font pas seulement partie du paysage ou de décor. Par contre, elles nous sauvent notre vie, grâce à leur richesse de ce qu'on appelle le métabolisme secondaire.

Depuis des milliers d'années, les plantes médicinales constituent un patrimoine précieux pour l'humanité. Les médecines traditionnelles sont utilisées par environ 60 % de la population mondiale, et plus particulièrement pour la majorité des communautés démunies des pays en voie de développement qui en dépendent pour assurer leurs soins de santé primaires et leurs subsistances. Elles utilisent la plupart des espèces végétales, tant ligneuses qu'herbacées, comme médicaments [176]. Le continent Africain est doté d'une biodiversité immense parmi les plantes riches dans le monde, avec un nombre très élevé de plantes utilisées comme herbes, comme aliments naturels et pour des buts thérapeutiques car ces plantes présentent une grande diversité de structure chimique [24-25,31-32, 122-126, 143,172,182,205-206].

De nos jours, il y a une recrudescence d'intérêt pour les plantes médicinales qui attirent de plus en plus l'attention en raison de leur propriétés thérapeutiques, activité pharmacologique, activités biologiques et de ses effets secondaires limités et de sa facilité d'accès [78,196].

Parmi les plantes identifiées, seulement environ 20 % ont été étudiées dans la recherche pharmaceutique et médicinale, alors que de nombreuses autres plantes sont encore peu explorées. [136].

La plante que nous avons retenue est une dicotylédone *Zizyphus lotus* appelée localement Sedra appartient à la famille des Rhamnacées. Le choix de cette plante a été guidé d'une part par les indications d'usage traditionnel, et d'autre part par le fait que *Zizyphus lotus* a peu d'informations du profil chimique en Algérie.

*Zizyphus lotus*, également connu sous le nom de Jujube, est une plante médicinale que l'on trouve largement dans la région méditerranéenne incluant l'Algérie. Le fruit de cette plante est consommé par les populations pour le traitement de plusieurs pathologies. [45,67,118] Cette plante est connue pour ses propriétés anti-inflammatoires, antihypertensives, et antidiabétiques, elle est employée en médecine populaire, afin de soigner : les diarrhées ; les douleurs du rhumatisme, les irritations de gorge et de broncho-pulmonaire. Ces dotations reflètent la richesse de *Z. lotus* en de nombreux composés actifs, notamment les flavonoïdes et les tanins, les alcaloïdes cyclopeptidiques tels que la lotusine A et la lotusine D et les vitamines (A, C, E) [87,108,118].

A travers ce travail, nous montrons l'importance de *Z. lotus* et de ses activités biologiques.

Notre travail se subdivise en quatre chapitres :

-Le premier chapitre est consacré à la présentation de la matière végétale : *Zizyphus lotus*.

-Le deuxième chapitre s'intéresse aux travaux antérieurs réalisés sur *Z. lotus*.

-Le troisième chapitre est réservé au matériel et méthodes utilisés.

-Le quatrième chapitre rapporte les différents résultats obtenus et leurs discussions.

Enfin nous terminons ce travail par une conclusion générale et des recommandations.

**Synthèse**  
**bibliographique**

# **Chapitre I. La matière végétale :**

*Zizyphus lotus*

## **I. Les plantes médicinales :**

Une plante médicinale est un médicament botanique dans lequel un organe a un effet thérapeutique et est parfois toxique selon sa dose. En fait, c'est une plante utilisée pour prévenir, guérir ou soulager diverses maladies [76,83]. Il existe environ 35 000 espèces de plantes utilisées à des fins médicinales dans le monde, ce qui représente la plus grande biodiversité utilisée par l'homme [80].

### **I.1. Classement des plantes médicinales :**

Les plantes médicinales sont classées selon les effets thérapeutiques on distingue plusieurs catégories :

Antibactérien, Amincissant, Antidépresseur, Antiinflammatoire, Antioxydant, Antiseptique, Antirhumatismal, Antispasmodique, Antistress ....

### **I.2. La période de récolte :**

Il peut être récolté à tout moment (été, hiver, printemps, automne et dans certains cas toute l'année) selon le type et la partie de la plante récoltée, mais avec des options de temps sec, pas de rosée du matin et pas de récolte orageuse.

### **I.3. Séchage et conservation des plantes médicinales :**

Après la récolte des plantes, il est nécessaire d'inhiber l'activité enzymatique et la prolifération bactérienne. L'objectif est d'éviter les modifications de certains principes actifs et de maximiser le stockage à long terme. Le séchage est la technique la plus simple et la plus ancienne pour protéger les végétaux de toute décomposition. Il leur permet de se déshydrater, assurant leur bonne conservation dans le temps en éliminant le plus d'eau possible. Un séchage minutieux préservera leur parfum et leur meilleure qualité [5]. Cette action doit répondre à certaines conditions :

- Les températures restent stables et relativement chaudes (entre 30 et 40°C).
- L'humidité relative de l'air est faible.
- Séparez et étalez les parties de la plante sur du papier propre.

Après un séchage réussi, les plantes séchées peuvent être stockées dans des boîtes sèches ou dans du papier au lieu de sacs en plastique. Ce dernier protège les principes actifs de la plante et prévient toute dépréciation ou pourriture.

#### **I.4. L'extraction :**

##### **I.4.1. Définition de l'extraction :**

L'extraction implique l'élimination (extraction) d'un ou plusieurs produits chimiques d'un milieu solide ou liquide [2].

L'extraction de composants actifs à haute valeur ajoutée est une étape très importante dans l'isolement et l'identification de molécules bioactives naturelles [145] C'est l'utilisation de solvants pour séparer sélectivement les parties actives du tissu végétal des composants inactifs ou inertes [159].

##### **I.4.2. Les méthodes d'extraction :**

Depuis la haute Antiquité (Egypte, Chine...), l'homme utilise des colorants, des parfums, des arômes, et les extraits de produits naturels grâce aux techniques suivantes :

- **L'infusion :**



**Figure 1** : l'infusion des plantes médicinales [6].

Consiste à verser de l'eau chaude sur les parties fragiles et nobles de la plante (telles que les feuilles, les fleurs, sommités fleuries). Des plantes choisies. Ensuite il faut laisser reposer quelques minutes. On la boit après [1].

- **La décoction :**



**Figure 2 :** Décoction des plantes médicinales [7].

Il s'agit de faire bouillir les parties ligneuses dures de la plante (racines, rhizomes, écorce) dans de l'eau pendant 15 minutes pour les ramollir et en extraire les principes actifs [1].

- **La macération :**



**Figure 3 :** la macération des plantes médicinales [8].

Faites tremper les fleurs, l'écorce ou les racines des plantes dans de l'huile, de l'alcool ou de l'eau pendant plusieurs heures à température ambiante. Par exemple, une solution pour perfusion peut être utilisée comme emplâtre [1].

- **L'entraînement à la vapeur (hydrodistillation) :**

C'est une technique largement utilisée pour extraire les huiles essentielles. L'avantage de cette technique est que la température de distillation est réduite. En conséquence, les composés volatils sont entraînés à des températures bien inférieures à leurs points d'ébullition, empêchant leur décomposition [3].

- **L'extraction par soxhlet :**

C'est une méthode classique d'extraction solide-liquide. L'avantage du Soxhlet est qu'aucune filtration n'est nécessaire après extraction et peut être utilisé quel que soit le substrat végétal. Ses inconvénients les plus notables sont les longs temps d'extraction et la consommation de grandes quantités de solvant (qui doivent ensuite être évaporés), qui limitent sa rentabilité économique et le rendent peu respectueux de l'environnement. Impossible de travailler à froid, ce qui peut être gênant pour les matières sensibles à la chaleur. Du point de vue de la sélectivité des solvants, cette technique est limitée et difficilement automatisée [3].

- **L'extraction en mode batch par agitation :**

Le principal avantage de l'extraction en mode batch par agitation devant le Soxhlet est la facilité de travailler avec des mélanges de solvants et de contrôler la température d'extraction pour éviter le risque de destruction des composés thermolabiles. Il s'agit d'une méthode simple et efficace, mais qui nécessite des procédures ultérieures de filtration et de concentration plus long [3].

#### **I.4.3. L'intérêt de l'extraction :**

C'est une procédé utilisée pour l'isolement des éléments essentiels d'un organisme. Par conséquent, la découverte de nouveaux médicaments peut se faire par l'étude de ces éléments naturelles, si une molécule s'avère efficace dans un domaine précis. Commercialisé comme médicament.

#### **I.4.4. Les différentes formes galéniques :**

Il existe différentes méthodes d'extraction de substances actives à partir de plantes fraîches ou séchées. Cela permettait d'obtenir des préparations solides ou liquides aux propriétés différentes, appelées aussi "préparations galéniques" (du nom du médecin grec Galien, qui préparait lui-même le médicament) [4]. Parmi les différentes formes galéniques :

Les poudres, Les extraits, L'alcoolat, Le macérat glycéринé, les huiles essentielle .....

#### **I.5. Les huiles essentielles de plantes médicinales :**

##### **1- Définition :**

Les huiles essentielles sont le résultat de la distillation à la vapeur des plantes ou du pressage mécanique des écorces d'agrumes. Toutes les plantes ne produisent pas d'huiles essentielles, certaines en fournissent très peu et sont donc coûteuses [166].

## **2- Répartition des H.E :**

L'HE ne se trouve que dans les plantes. Ils peuvent être stockés dans tous les organes de la plante. [86, 180 ,193] Par exemple : Fleurs, Feuilles, Fruits, Graines....

## **3- Quelques propriétés des H.E :**

- Analgésique (soulage la douleur par une action sédatrice sur les nerfs).
- Antibiotique (lutte contre les infections internes).
- Antidépresseur (lutte contre les états dépressifs).
- Anti-inflammatoire (réduit les inflammations).
- Antispasmodique (prévient et soigne les douleurs spasmodiques de l'intestin et de l'utérus).
- Antitoxique (agit comme un antipoison).
- Stimulant (augmente l'énergie et accélère les sécrétions glandulaires libération d'adrénaline).
- Cicatrisant (accélère et améliore la cicatrisation).
- Déodorant (réduit les odeurs).
- Dépuratif (purifie le sang) [121].

## **4- Domaines d'emplois des H.E:**

Les huiles essentielles sont partout : dans nos cosmétiques, pharmacies [121]et cuisines, elles sont reconnues pour leurs bienfaits sur notre corps et notre esprit. L'HE est largement utilisée et vendue dans le monde entier et est principalement utilisée dans quatre grands domaines industriels : les parfums cosmétiques, les parfums techniques, l'alimentation et la médecine (douces et pharmaceutiques), l'industrie alimentaire utilise les huiles essentielles pour rehausser le goût, la saveur et la couleur des alimentaire, ils sont utilisés dans Comme conservateur alimentaire naturel. [148].

## **5- Facteurs de variabilité des H.E:**

La composition chimique de certaines huiles essentielles végétales peut varier au sein d'une même espèce, et ces variétés chimiques sont souvent appelées chémotypes. Le terme type chimique est dérivé du type chimique ou de l'espèce chimique. Ce changement peut être dû à de nombreux facteurs, dont nous avons mentionné les plus importants.

- Origine botanique.
- L'organe producteur.

- Origine géographique.
- Conservation des plantes.
- Le mode d'extraction [84].

#### **6- Les différentes méthodes d'extraction des H.E :**

Il existe plusieurs façons d'extraire H.E. La méthode la plus appropriée (par distillation, par enfleurage) est choisie en fonction des propriétés du matériel végétal à traiter, des propriétés physico-chimiques de l'essence extraite. [117].

### **II. La famille de Rhamnaceae :**

La famille des Rhamnaceae inclut plus de 900 espèces répartis dans 54 genres, dont les principaux sont : *Phytolacca* (150 espèces), *Rhamnus* (100 espèces), *Zizyphus* (100 espèces) et *Ceanothus* (55 espèces)

#### **II.1. Le genre *Zizyphus* :**

Le genre *Zizyphus* contient plus de 100 espèces d'arbustes épineux et de petits arbres avec feuilles caduques ou feuilles persistantes, à trois nervures. Les inflorescences sont de type cymeux et les fleurs sont petites, périgynes, un ovaire entouré par un disque nectaire épais. Les fruits drupes avec un pyrène solitaire. Elles sont concentrées principalement en Asie et en Amérique. En Algérie, ce genre est représenté par quatre espèces, dont *Zizyphus lotus* (L.) Desf. et *Zizyphus mauritanicus*.

#### **II.2. *Zizyphus lotus* :**

##### **1. Présentation de la plante :**

*Zizyphus lotus* est un arbuste épineux fruitier appartenant à la famille Jujube Rhamnacées[43]. En Afrique du Nord, il est communément appelé "Sedra" [54]. Il forme des touffes de plusieurs mètres de diamètre, jusqu'à 2m (Fig 4-5).



**Figure 4 :** Morphologie générale de *Zizyphus lotus* en avril (Touil., 2022).



**Figure 5 :** Morphologie générale de *Zizyphus lotus* en février (Touil., 2022).

Les feuilles sont petites (Fig6-7), alternes, obtuses, crénelées, à trois nervures, glabres, faiblement rigides, de 7 à 9 mm de large et de 9 à 13 mm de long, à pétiole court [95].



**Figure 6:** Feuilles de *Zizyphus lotus* en mai (Mazouzi.,2022).



**Figure 7 :** Feuilles de *zizyphus lotus* en mars (Touil.,2022)

Les fruits sont des drupes sphériques (Fig 8) dont les noyaux osseux binoculaires, petits et ronds sont recouverts d'une pulpe demi-charnue, très vite sèche, riche en sucre [95].



**Figure 8 :** Fruit de *zizyphus lotus* [9]

Les fleurs (Fig. 9) sont solitaires ou groupées avec un seul pédicelle court. Le calice est en forme d'entonnoir et pentamère. La corolle est petite à cinq pétales, cinq étamines épipétales avec deux styles courts [95].



**Figure 9 :** Fleur de *Zizyphus lotus* [9].

## 2. Classification de la plante de *Zizyphus lotus* :

Le jujubier est une plante qui appartient à la famille des Rhamnacées qui compte 58 genres et plus de 900 espèces. Ce sont des arbres, des arbustes, des lianes ou des plantes herbacées [191][210]. Le genre *zizyphus* compte environ 170 espèces comme, *zizyphus lotus*, *zizyphus spina-*

*christi*, *zizyphus jujuba*, *zizyphus mucronata*, *zizyphus nummeularia*, *zizyphus mauritiana*, *zizyphus spinosa*, *zizyphus vulgaires...* etc. [207, 209].

La Classification de jujubier selon l'APG IV (2016), est la suivante [208] :

**Régné :** Végétale

**Embranchement :** Magnoliophyta (phanérogames).

**Sous embranchement :** Magenoioophytina (Angiospermes).

**Classé :** Magnoliopsida (Dicotylédones).

**Sous classe :** Rosidae.

**Ordre :** Rhamnales.

**Famille :** Rhamnaceae.

**Tribu :** Zizphae

**Genre :** *Zizyphus*

**Espèce :** *Zizyphus lotus* (L.).

### **3. L'appellation de la plante du "*Zizyphus lotus*" :**

Le *Zizyphus lotus* est nommé : Sedra, Nabeg, jujubier [192].

- Le nom scientifique : *Zizyphus lotus* (L).
- Le nom vernaculaire : Sedra.
- Le nom français : jujubier sauvage, jujubier des lotophages, jujubier dindonnier [39].

### **4. Distribution géographique de *Zizyphus lotus* :**

- **Dans le monde :**

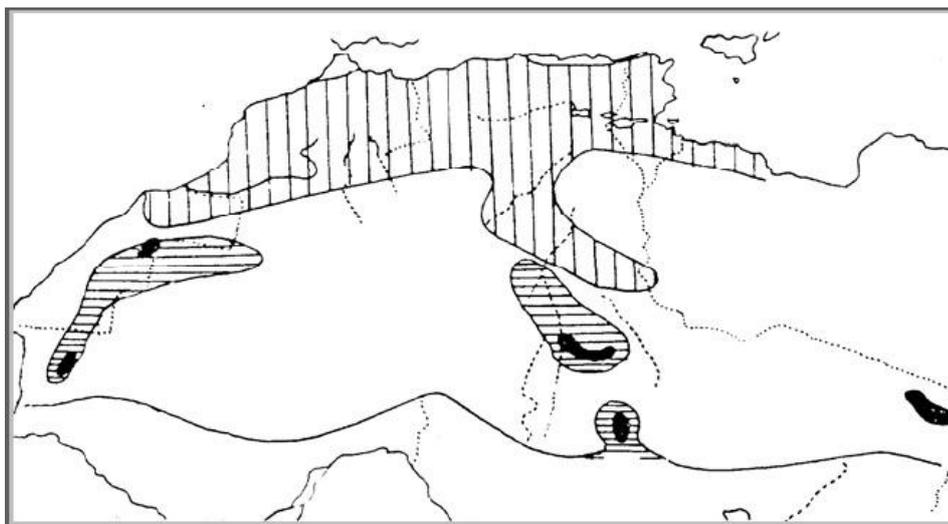
Le genre *Zizyphus* renferme environ 50 espèces dans les régions tropicales et subtropicales [63, 137, 139]. Il occupe une vaste aire de répartition allant du continent asiatique en passant par le bassin méditerranéen jusqu'à atteindre le continent américain [132] *Zizyphus lotus* (L.) Desf. est une 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 [17, 98, 163, 169, 212]. Il occupe l'aire géographique du Maroc à l'Afghanistan et de l'Afghanistan jusqu'à la Chine, Il est répandu en Mali, Niger, Burkina Faso et Sénégal [51, 158]. En Afrique, *Z. lotus* est largement distribué dans la région méditerranéenne, comme l'Algérie, le Maroc, la Tunisie et la Libye [104, 185]. En Tunisie, le jujubier est très abondant dans les régions du Centre où il constitue le scrub (brousse, broussailles élevées) à jujubier [95].

- **En Algérie :**

Commun dans toute l'Algérie et le Sahara septentrional, sauf dans le Tell Algéro constantinois. Il est présent surtout sur les Hautes plaines steppiques, l'Atlas saharien et jusqu'au Sahara septentrional. En Oranie, il existe jusqu'au voisinage de la mer. Au Sahara septentrional, il prospère dans les lits d'oueds et berges sableux graveleux, et pousse également dans les ravins pierreux et les pentes rocheuses [162]. *Zizyphus lotus* L. est très répandu dans les régions arides d'Algérie du Sud, Ain Ouessara et Maessad (wilaya de Djelfa) à climat aride et Taghit wilaya de Bechar au climat saharien.

On peut donner quelques appellations, en Français : jujubier, dindonnier ; en Italien : ginggido ; en arabe : sedra, djerdjer, azar, n'beg [47].



Aire géographique du *Zizyphus lotus*.

Figure 10 : Répartition de *zizyphus lotus* en Algérie [162].

### 5. Calendrier de plantation :

Le calendrier de plantation de *Zizyphus lotus* est représenté par le tableau I :

Tableau I : Calendrier de plantation de *Zizyphus lotus*.

#### Plantation :

Janvier	Février	Mars
Avril	Mai	Juin
Juillet	Aout	Sept
Oct.	Nov.	Déc

\*Les mois mars, avril sont les mois de plantation de la plante.

#### Floraison :

Janvier	Février	Mars
Avril	Mai	Juin
Juillet	Aout	Sept
Oct.	Nov.	Déc

\*Les mois de mai, juin sont les mois de florisation de la plante.

#### Récolte :

Janvier	Février	Mars
Avril	Mai	Juin
Juillet	Aout	Sept
Oct.	Nov.	Déc

\*Les mois Aout, Sept, Oct sont préférés pour récolter la plante.

#### Taille :

Janvier	Février	Mars
Avril	Mai	Juin
Juillet	Aout	Sept
Oct.	Nov.	Déc

\*Le mois de mars est le mois préféré pour tailler la plante.

## 6. La période de récolte de *Zizyphus lotus* :

La région et la période de récolte du matériel végétal sont récapitulées dans le tableau II.

**Tableau II** : Région et période de récolte du matériel végétal utilisé.

Partie de la plante	Région de récolte	Date de récolte	Auteurs
- Racine - Tige - Pulpe - Feuille - Noyau	Tlemcen (Ain tellah)	Février 2016	[103]
- Racines	Mila (radjas)	Mars 2017	[131]
- Fruits	Djelfa	Aout 2017	[147]
- Feuilles	El Oued	Février 2018	[33]
- Feuilles et tiges	Ain Smara Tamalous	Octobre 2018	[141]

## 7. Exigence climatique :

*Zizyphus lotus* est un exemple extraordinaire de plante pérennes. Un usage multiple dans les zones arides et semi-arides voire même désertiques de presque tous les continents grâce à leur capacité de résistance à la sécheresse. L'aire naturelle de la majorité des jujubiers se situant entre 20 et 30 de latitude, c'est une zone qui est caractérisée par des climats est secs et où sont localisés la majorité des déserts du globe. Les jujubiers subsistent bien dans les environnements arides grâce à leurs mécanismes physiologique et morphologique d'adaptation [29, 73, 132, 167]. Les jujubiers jouent un rôle important très important dans la conservation des sols grâce à leurs systèmes racinaires profonds et vigoureux qui permettent une stabilisation des substrats et protègent ceux-ci contre l'érosion. *Zizyphus lotus* préfère la chaleur et craint le froid mais il s'est acclimaté dans la région méditerranéenne. Il craint, par contre, les terrains compacts et humides [37]. Il supporte la sécheresse et l'irradiation [188].

## 8. Composition Biochimique de *Zizyphus lotus* :

- Métabolite primaire :

Les études photochimiques menées sur le *Zizyphus lotus* montrent la présence des métabolites primaires.

**Tableau III :** Composition primaire (%) de *Zizyphus lotus* [70].

Vitamines	Vitamine A
<b>Protéines</b>	19,11%
<b>Carbohydrates</b>	40,87%
<b>Lipides</b>	32,92%
<b>Sucres</b>	20%

- **Métabolite secondaire :**

Plusieurs études ont affirmé la richesse de jujubier en polyphénols (flavonoïdes ; tanins). Les triterpènes les anthraquinones ; les alcaloïdes (cyclopeptides et isoquinolides). Les saponosides [54, 64].

**Tableau IV :** Composition en métabolites secondaires des différents organes du *Zizyphus lotus*.

Organe végétal	Composés chimique	Références
<b>Fruit</b>	Flavonoïdes, Tanins , alcaloïdes, Saponines	[53]
<b>Feuilles</b>	Flavonoïdes, Tanins Alcaloïdes Saponines de type dammarane - jujuboside B - jujubogenin glycoside - derive ulfate de jujubaaponine IV	[53] [142]
<b>Écorces des racines</b>	Flavonoïdes, Tanins Saponines de type dammarane Alcaloïdes cyclopeptidiques lotusines A - G	[53, 56] [133]

### 9. Importance économique et environnementale de *Zizyphus lotus* :

Dans les terres agricoles, les grappes de jujube sont souvent utilisées pour fabriquer clôtures autour de l'habitat, des terres arables et des parcs à bestiaux, et comme source de bois de chauffage. Ces fruits sont vendus pour la consommation humaine et pour leurs propriétés médicinales [43].

## 10. Utilisation de *Zizyphus lotus* :

*Zizyphus lotus* possède plusieurs utilisations et dans différents domaines :

- **Utilisation alimentaire :**

- ◆ Les jujubiers se consomment de différentes manières. Ils sont consommés comme aliments frais conservés, secs, ou utilisés en confiseries et pâtisserie et leur jus utilisé pour la prévention de boissons rafraîchissante [18, 130].
- ◆ En Inde les jujubiers sont séchés confits ou transformation en conserves [21].
- ◆ Dans le Sud-Est asiatique, il mange les fruits avec du sel [82].
- ◆ Les jujubiers acides sont utilisés pour les préparations de chutneys et de condiments [52].
- ◆ En France un liqueur fermentée préparée à partir de la pulpe de jujube est utilisée comme boisson [63]
- ◆ Il est généralement utilisé comme nourriture, additifs et composés aromatiques pour des millénaires [18].
- ◆ Le fruit de dessèche sur l'arbre et constitue une réserve alimentaire pour les nomades au même titre que la datte [52].
- ◆ Les jujubiers se consomment frais pour leurs valeurs nutritives [186]. Car ils permettent la prise de poids et agissent sur la performance des muscles [214].
- ◆ En Inde les fruits murs sont utilisés pour la préparation des produits secs semblables à ceux de la datte sèche, ils sont consommés en hiver comme un dessert savoureux [160].
- ◆ En Chine, les jujubes sont consommés glacés ou avec du thé et très utilisés pour la fabrication du vin [186][211].
- ◆ Les fruits sont séchés et réduits en une farine dont on fait une Zemmita, d'un goût agréable et succulent ou des galettes de saveur très agréable [95].
- ◆ Les Machyles, partageaient leur goût pour ces fruits sauvages et préparer une boisson fermentée mais celle-ci ne se conservait pas
- ◆ En période de famine, les nomades Touaregs pilent les fruits avec leurs noyaux pour les réduire en poudre, humectée d'un peu d'eau, le noyau fournit une amande consommée parfois crue, parfois rôtie en galette appelée awfar [89].
- ◆ Son fruit entrainé dans la diététique pharaonique, les fruits ont été quelque fois transformé en une pain [97].

• **Utilisations médicinales :**

- ◆ Les fruits, les feuilles, les racines, l'écorce des jujubiers sont connues depuis longtemps en médecine traditionnelle [133, 178, 216].
- ◆ Certaines parties de *Zizyphus lotus* ont été utilisées par la médecine traditionnelle et ancestrale pour le traitement de la pathologie beaucoup plus, y compris, les troubles digestif, la faiblesse, le diabète, l'insomnie, les troubles urinaires, les infections cutanées et la diarrhée [15, 104, 175, 187].
- ◆ *Zizyphus lotus* est employé dans la médecine traditionnelle, tunisienne et marocaine pour ses propriétés, antidiabétique, antimicrobiennes, antipathique, tonique, curatif et antiviral [57, 93, 111, 133, 156].
- ◆ En décoction, les jujubes fournissent une tisane calmante et adoucissante utilisée contre les irritations, en particulier pulmonaire [63]
- ◆ Les fruits de *zizyphus lotus* sont employés dans le traitement de la dysenterie, la dysenterie la bronchite et la tuberculose [156].
- ◆ *Zizyphus lotus* est un arbuste utilisé pour traiter les maux de gorge, atténuer le stress et aide dans les rhumes [75, 144]. Selon Younes (2008), le fruit est utilisé en infusion comme laxatif léger (enfants qui ont la rougeole) [201]. La médecine arabe utilise le fruit jujubier (nbag, nebeg) dans les fièvres, les plaies et ulcères dans les inflammations et dans l'asthme mais aussi en ophtalmologie et comme dépuratif. En Tunisie la graine de nebg est employée comme tonifiant [97].
- ◆ Les fruits sont employés dans les maladies d'estomac, des maladies cardiovasculaires, neurologiques et chroniques en Chine [101].
- ◆ Les fruits sont revendiqués pour purifier le sang et aide la digestion [17].
- ◆ Les fruits et les feuilles sont utilisées comme émollient et dans le traitement de la diarrhée et les maladies intestinales [61, 134]. Un mélange des feuilles sèches et du fruit est impliqué dans le traitement des furoncles [93].
- ◆ Les fruits à lotus possèdent une activité antifongique et molluscicide [42].
- ◆ En outre, l'anti – inflammatoire, analgésique, anti-ulcérogène et les activités anti - spasmodiques de cette plante ont été démontrées chez les rongeurs [55, 58].
- ◆ Les extraits butanoliques des feuilles ont des effets hypoglycémiques, insulinothérapies, et soigner les blessures vu leur activité antiseptique [12, 19, 62, 81].
- ◆ Les feuilles de *Zizyphus lotus* sont utilisées contre les piqûres de vipères au Sahara [48].

- ◆ L'infusion des fleurs est utilisée comme un fébrifuge et un désinfectant pour les yeux [114].
- ◆ La décoction des feuilles est également utilisée pour les soins des cheveux [42].
- ◆ Selon Bellakhdar (1997), Les jujubes sont considérés comme fébrifuges, tonifiants et revigorants, justifiant leur emploi dans la convalescence. Au Sahara occidental, elles ont gardé encore la réputation d'être antivarioliques et actives contre la rougeole [44].
- ◆ Dans le sud marocain, cette espèce est indiquée contre les furoncles, les abcès et le traitement de l'ulcère gastrique [42].
- ◆ En Chine, des cobayes alimentés avec une décoction de jujubes ont pris du poids et accru leur endurance. En outre douze patients ont reçu, lors d'un test clinique, une alimentation à base de jujubes, de cacahuètes et de sucre brun : au bout de quatre semaines, on a constaté une nette amélioration de leur état [115].
- ◆ L'écorce bouillie est employée pour traiter les maladies vénériennes [186]. Son extrait a une bonne activité anti-stéroïdogénique [100].
- ◆ L'extrait aqueux des graines possède une activité sédative douce [152] utilisé pour le traitement de l'insomnie [190] leur poudre mélangée avec du citron est conseillée pour les problèmes du foie [114].
  - **Autres Utilisation**
- ◆ Les feuilles sont utilisées pour laver les cheveux en Arabie Orientale ou employées comme un excellent fourrage pour les chameaux et les chèvres [77, 195].
- ◆ Les rameaux secs et épineux du jujubier sont utilisés pour former des clôtures défensives [19].

# **Chapitre II : Travaux antérieurs**

Les espèces *Zizyphus* ont été utilisées à de nombreuses fins thérapeutiques par des personnes à travers le monde. *Zizyphus lotus* est utilisée pour traiter diverses maladies et affections dans des régions telles que l'Inde, la Chine, au Moyen-Orient, en Afrique australe et en Amérique du Sud et ont été répertoriées et décrites dans la littérature scientifique et la discussion sur leurs utilisations locales et traditionnelles.

### **I. Les travaux antérieurs sur les huiles essentielles de *Zizyphus lotus* :**

Des études ont rapporté que les huiles de *Z. lotus* sont de haute qualité, en raison de leurs teneurs en acides gras insaturés et autres composés bioactifs tels que les tocophérols, stérols, les composés phénoliques. La composition des huiles essentielles de fruits varie selon la région de récolte de la plante. Néanmoins, tous les résultats montrent que l'acide oléique est le constituant principal de ces huiles, ainsi que la présence considérable de l'acide linoléique. Cette composition confirme l'intérêt nutritionnel des fruits de *Z. lotus*, ainsi que leur intérêt économique dû à plusieurs applications possibles de ces composants dans les domaines : alimentaire, cosmétique, médicale et industriel. Par ailleurs, la présence des antioxydants tels que les composés phénoliques et les tocophérols dans ces huiles sont appuyés par les résultats de test DPPH, teste de blanchiment du  $\beta$ -carotène, scavenger des radicaux hydroxyles, et le test de la capacité chélatrice des ions ferreux sur les huiles des graines de *Z. lotus* [72], indiquant que ces huiles possèdent un effet antioxydant. Une autre étude concernée de la présentation de l'effet thérapeutique des huiles de *Z. lotus*, montre leur effet immunosuppresseur sur la prolifération des lymphocytes T [47].

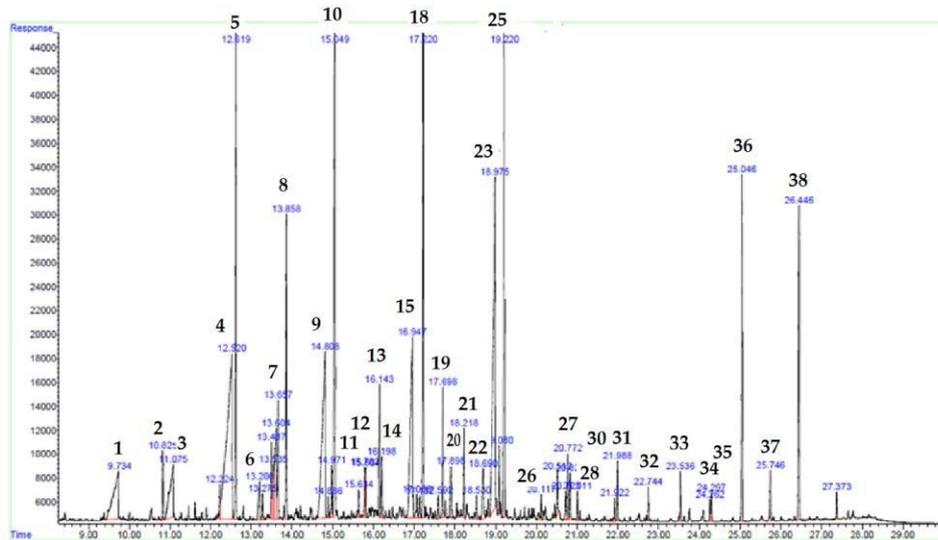
### **II. Les compositions chimiques des huiles essentielles de *zizyphus lotus* :**

De nombreuses études concernant le profil chimique de *Zizyphus lotus* montre les principaux constituants de l'huile essentielle de *Zizyphus lotus* dans deux régions d'Algérie : Djelfa [47], Aurès [11], et la Tunisie [71- 72].

Tableau V : Composition chimique des huiles essentielles de *Zizyphus lotus*.

Les composés	Les graines (Djelfa)	Les feuilles (Djelfa)	Les tiges (Djelfa)	La Pulpe (Djelfa)	Les racines (Djelfa)	Les Amandes (Aurès)	Les graines (Tunisie)
<b>Acides gras (%)</b>							
A myristique	0.15±0.03	-	-	-	-	0,084	0,06 ± 0,00
A palmitique	10.8 ±1.80	43.4±1.82	33.8±1.95	27.6±1.77	38.8±1.59	9,025	9,14 ± 0,43
A palmitoléique	0.13 ±0.22	5.96±0.63	-	-	-	0,134	0,13 ± 0,00
A margaroleique	-	-	-	-	-	-	0,03 ± 0,00
A stéarique	5.45 ±1.50	22.1±1.31	24.4±1.62	11.25±1.3	22.0±0.69	7,106	4,84 ± 0,36
A oléique	62.8±1.33	6.30±1.50	21.7±1.94	24.5±0.13	19.73±1.8	49,882	61,93 ± 0,95
A linoléique	14.2±1.96	6.20±1.67	11.1±1.72	36.6±1.26	13.24±0.1	22,973	18,31 ± 0,31
A linoléinique	-	-	-	-	-	0,409	1,35 ± 0,06
A arachidique	0.1 ±0.05	-	-	-	-	-	0,17 ± 0,00
A gadoleique	-	-	-	-	-	6,328	3,20 ± 0,01
A behénique	-	-	-	-	-	1,409	0,73 ± 0,09
A caprylique	-	-	-	-	-	0,014	-
A pentadecylique	-	-	-	-	-	0,024	-
A hypogénique	-	-	-	-	-	0,058	-
A margarique	-	-	-	-	-	0,077	-
A arachidonique	-	1.58±0.95	-	-	-	2,367	-
A heneicosanoïque	-	-	-	-	-	0,047	-
A α-linolénique	1.30 ± 0.64	9.15±1.95	-	-	-	-	-
A eicosénoïque	3.12 ±1.40	2.17±0.31	-	-	-	-	-
A eicosadiénoïque	0.83±0.035	-	8.95±0.91	-	2.59 ± 0.63	-	-
A lignocérique	0.9 ± 0.92	1.54±0.61	-	-	3.66 ±1.18	-	-
Vitamine E	9.2 ±0.54	155.7±1	4.5 ±0.01	11.2±1.4	4.7 ± 0.23	-	130.47±1.2
β-Tocopherol	-	-	-	-	-	-	10.6±0.12
δ-Tocopherol	-	-	3.8 ±0.96	-	-	-	-
Vitamine A	-	13.5±0.1	24.7±1.2	71.6±1.2	6.45 ±0.09	-	-
Vitamine C	170.8±0.6	63.4±1.2	-	190.7±1.	47.2±0.8	-	-
<b>Stérols (mg 100 g–1oil)</b>							
Cholesterol	-	-	-	-	-	-	1.73 ± 0.04
Campesterol	-	-	-	-	-	-	31.89 ± 0.24
Δ 7 - Campesterol	-	-	-	-	-	-	147.82±0.40
Stigmasterol	-	-	-	-	-	-	16.38 ± 0.09
β-Sitosterol	-	-	-	-	-	-	82.10 ± 0.13
Δ5 -Avenasterol	-	-	-	-	-	-	0.57 ± 0.01
<b>Acide phénolique (mg/100 g)</b>							
Acide pcoumarique	-	-	-	-	-	-	2..0±2.20
Acide gallique	-	-	-	-	-	-	0.73 ± 0.02
Acide cafeique	-	-	-	-	-	-	0.85 ± 0.03
Acide syringique	-	-	-	-	-	-	0.14 ± 0.01
Acide ferulique	-	-	-	-	-	-	1.36 ± 0.08
Acide vanillique	-	-	-	-	-	-	0.71 ± 0.04

La distillation des huiles essentielles de *Z. lotus* mène à l'obtention d'un liquide visqueux, avec un rendement de 0,005% (poids / poids par rapport au poids sec de la plante). Cette faible teneur peut être attribuée à la période et la région de la récolte, les conditions pédoclimatiques et la technique d'extraction utilisée. Les analyses chromatographiques des extraits obtenus ont permis d'identifier trente-huit composés, correspondant à 92% d'huile total dont dix-huit composés représentant 75.17% de l'extrait des fruits de la même plante étudiée



**Figure 11** : Chromatogramme de l'huile essentielle des fruits de *Zizyphus lotus*.

Selon la figure 11, la fraction d'acides gras représente la majeure partie avec 78,9%, dont 67,8% d'acides gras saturés et 11% d'acides gras insaturés. Cette fraction contient 23 composés de C8 à C18. Alors que les hydrocarbures ne représentent que 10,8% et les sesquiterpènes 1,1%. Les principaux constituants sont par ordre décroissant : l'hexadécanoate d'éthyle (12%), l'acide décanoïque (11%), le dodécanoate d'éthyle (9,4%), l'éthyle hexadéc-9-énoate (7,9%), l'acide dodécanoïque (6,5%), le tétradécanoate d'éthyle 6,1%), l'acide tétradécanoïque (5%), le décanoate d'éthyle (4,8%), l'acide octanoïque (3,1%), l'undécanoate d'éthyle (2,8%), l'acide nonanoïque (2,4%) et l'acide undécanoïque (2,1%). Les principaux hydrocarbures sont l'heptacosane (3,7%) et le nonacosane (3,7%) tandis que les seuls sesquiterpènes trouvés sont l' $\alpha$  et le  $\beta$ -eudesmol 0,6% et 0,5% respectivement. Ces résultats diffèrent considérablement de ceux obtenus auparavant sur les huiles essentielles des fruits de cette espèce provenant de deux échantillons algériens de la région d'Al Mader (Aurès) et de Djelfa (sud-ouest de l'Algérie)

Bien que, la fraction des acides gras représente la partie majoritaire dans les trois échantillons, ces résultats montrent cependant la domination des acides gras saturés par rapport aux acides

gras insaturés, ainsi que l'acide gras principal l'hexadécanoate d'éthyle (12%), contrairement à ceux des deux autres échantillons algériens qui ont montré la prépondérance des acides gras insaturés avec 49,88% et l'acide oléique (62,79%).

De plus, les hydrocarbures et les sesquiterpènes présents dans notre huile, sont absents dans les deux autres échantillons. Ces différences qualitatives et quantitatives dans la composition des huiles peuvent être dues à plusieurs facteurs, notamment : la région géographique, la période de la récolte ainsi que les conditions et la méthode d'extraction

### III. Caractérisation de l'extrait brut de *Zizyphus lotus* :

#### III.1. Caractérisation organoleptique :

Les propriétés organoleptiques telles que l'aspect, la couleur et l'odeur des deux extraits bruts (aqueux, éthanolique) de jujubier [74]. Sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau VI** : Propriétés organoleptiques d'extrait bruts de jujubier

	Extrait 1 à reflux (Aqueux)	Extrait 2 par macération (Éthanoïque)
Aspect	Liquide huileux	Liquide huileux
Couleur	Marron	Vert
Odeur	Caractéristique de la plante	Caractéristique de la plante

Les caractéristiques organoleptiques des deux extraits bruts issus des deux méthodes sont presque identiques, sauf pour la couleur qui varie du marron pour la méthode à reflux, au vert avec macération.

#### III.2. Analyses physico-chimiques des extraits bruts de jujubier :

Les caractéristiques organoleptiques (aspect, couleur, odeur) étaient autre fois les seules indications permettant d'évaluer la qualité d'un extrait de plante (une huile essentielle), mais comme ces propriétés ne donnent que des informations très limitées sur ces essences, il est nécessaire de faire appel à d'autres techniques de caractérisation plus précises. La qualité d'une huile essentielle et sa valeur sont définies par des normes admises et portant sur les propriétés physicochimiques.

Les différentes propriétés déterminées pour les deux extraits bruts sont regroupées dans le tableau ci-dessous :

**Tableau VII** : Propriétés physico-chimiques des extraits bruts de Jujubier

	Extrait 1 à reflux	Extrait 2 par macération
<b>PH</b>	5.10	5.32
<b>Viscosité cinématique</b>	7.7865 mm <sup>2</sup> /s à 40°C	-----
<b>Densité</b>	1.0086 g/cm <sup>3</sup> à 20°C	0.82 g/cm <sup>3</sup> à 20°C
<b>Solubilité dans l'eau</b>	Soluble	Soluble
<b>Solubilité dans l'hydrocarbure</b>	Soluble	Soluble

Les résultats obtenus montrent que les extraits bruts de jujubier présentent un pH acide et soluble dans l'eau et les hydrocarbures avec formation d'une phase homogène, cela peut être expliqué par le fait que les extraits forment des liaisons assez stables avec l'eau et les hydrocarbures.

La densité de l'extrait avec macération est plus faible que celle à reflux, cela peut s'expliquer par leurs différentes compositions dues aux deux méthodes différentes.

La viscosité cinématique de l'extrait est de l'ordre de 7.7865 mm<sup>2</sup>/s à 40°C supérieur à celle de l'eau qui est égale à 0.66 x 10<sup>-2</sup> mm<sup>2</sup>/s, cela implique que notre extrait présente une certaine résistance à l'écoulement.

#### **IV. Extraction à partir des écorces des racines du *Zizyphus lotus* :**

##### **IV.1. Extrait aqueux et méthanolique :**

Selon la méthode de Bougandoura et Bendimerad (2012) modifiée, les deux extraits (Aq et Mét) ont été préparés à partir des écorces des racines du *Zizyphus lotus*. C'est une méthode d'extraction par macération dans des solvants polaires : l'eau et le méthanol. Les extraits obtenus sont de couleur et d'aspect différents [59].

**Tableau VIII** : La couleur et l'aspect des deux extraits méthanolique et aqueux des écorces des racines de *Zizyphus lotus*.

Extrait	Aspect	Couleur
<b>Aqueux</b>	Poudre	Marron clair
<b>Méthanolique</b>	Pâteux	Marron foncé

- **Détermination du rendement d'extraction :**

Le rendement d'extraction est exprimé en gramme de masse d'extrait par rapport à cent gramme de la plante fraîche [145], le rendement le plus élevé a été observé dans l'extrait méthanolique, par rapport à l'extrait aqueux qui est moins élevé.

**Tableau IX** : Le rendement des deux extraits aqueux et méthanolique des écorces des racines du *Zizyphus lotus* (g/100g de plante fraîche).

Extrait	Rendement (%)
<b>Aqueux</b>	8,3
<b>Méthanolique</b>	21,9

Il est important de souligner que la méthode utilisée (le choix des solvants), ainsi que les conditions dans lesquelles l'extraction est effectuée (à chaud ou à froid), affectent tous le contenu total en métabolites secondaires, et par conséquent affecte les activités biologiques médiées par ces métabolites [135].

#### **IV.2. Analyse des deux extraits du *Zizyphus lotus* :**

Les résultats de la mise en évidence de quelques métabolites secondaires dans les deux extraits aqueux et méthanolique : des polyphénols, des flavonoïdes, des tanins et des saponines se traduisent dans le tableau ci-dessous :

**Tableau X** : Quelques métabolites secondaires de l'extrait aqueux du *Zizyphus lotus*.

Métabolites testés	Remarques	Résultats
<b>Composés phénoliques</b>	Couleur bleu verdâtre	+++
<b>Flavonoïdes</b>	Couleur orange foncé	++
<b>Saponines</b>	Hauteur de la mousse = 1,5cm	+++
<b>Tanins</b>	Couleur bleu verdâtre	+++
<b>Tanins condensés</b>	Formation de précipité	++
<b>Tanins hydrolysables</b>	Couleur bleu- noire	-

-Absence, + Présence, +++ présence plus importante.

**Tableau XI** : Quelques métabolites secondaires de l'extrait méthanolique du *Zizyphus lotus*.

Métabolites testés	Remarques	Résultats
<b>Composés phénoliques</b>	Couleur bleu verdâtre	+++
<b>Flavonoïdes</b>	Couleur orange foncé	++
<b>Saponines</b>	/	/
<b>Tanins</b>	Couleur bleu verdâtre	+++
<b>Tanins condensés</b>	Formation de précipité	++
<b>Tanins hydrolysables</b>	Couleur bleu- noire	-

-Absence, + Présence, +++ présence plus importante.

La macération par deux solvants différents à polarité voisine, permet de séparer les composants qui se trouvent dans les écorces des racines de notre plante, selon leur degré de solubilité dans le solvant approprié. Cette méthode d'extraction menée à température ambiante, permet d'extraire le maximum des composants bioactifs et de prévenir leur dénaturation ou modification probable, dont la température élevée provoque l'inactivation des composés phénoliques [102].

Les essais phytochimiques réalisés sur les deux extraits (Aq et Mét) ont révélé la présence des flavonoïdes de type flavones caractérisés par une couleur orange. L'apparition de la couleur bleu-verdâtre reflète la présence des composés phénoliques et des tanins condensés dans les deux extraits via le test de FeCl<sub>3</sub>.

Pour la séparation entre les deux types des tanins (tanins condensés et tanins hydrolysables), un test par le réactif de Stiasny a été réalisé, dont les résultats confirment la présence des tanins

condensés par formation d'un précipité, et le manque des tanins hydrolysables par absence de la couleur bleu-noirâtre dans les deux extraits.

La présence d'une mousse avec une hauteur supérieure à 1cm (1,5) qui persiste même après une demie heure, indique une présence assez importante des saponines dans la plante.

Tous ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par Borgi et ces collaborateurs en 2007, où l'étude phytochimique faite sur les extraits aqueux et méthanolique des écorces des racines, a donné des résultats positifs pour les composés phénoliques, les flavonoïdes, les tanins et les saponines (dans l'extrait Aq), et des résultats négatifs pour les tannins hydrolysables [58].

#### **V. Les activités biologiques de *Zizyphus lotus* :**

Les études effectuées sur certaines espèces de *Zizyphus*, ont montré un large éventail de propriétés biologiques telles que : antioxydante, immunologique [203], antidépresseur [183], anthelminthique [197], anti inflammatoire, antalgique [58], hépatoprotectrice [140] antidiabétique [149], antiallergique et anti-anaphylactique [154].

##### **1. L'activité antiinflammatoire :**

Selon les travaux sur l'huile des graines de *Zizyphus lotus* sur l'inflammation aigue par l'utilisation d'œdème in vivo qui a été réalisé par deux méthodes : la carragénine [199] et le traumatisme expérimental [170], les résultats obtenus ont a montré que l'huile des graines de *Z. lotus* réduit très significativement l'œdème provoqué par la carragénine et par le traumatisme expérimental [51, 106].

*Zizyphus Lotus* est riche en composés anti-inflammatoires tels que les acides phénoliques, les flavonoïdes, les alcaloïdes et les saponines [14]. Plusieurs auteurs ont montré que les saponines et les oligomères flavonoïdes totaux de l'écorce des racines et des feuilles de *Z. lotus* présentaient des propriétés anti-inflammatoires importantes et un grand effet inhibiteur sur l'œdème de la patte de rat induit par la carraghénane [57, 110].

##### **2. L'activité antioxydante :**

*Zizyphus lotus* est riche en composés antioxydants tels que les acides phénoliques et les flavonoïdes, qui protègent contre le stress oxydatif [153]. Les travaux de Benammar et al., (2014) ont confirmé que la plante est riche en polyphénols et en flavonoïdes, qui présentent des propriétés antioxydantes in vitro [45]. D'autres travaux mentionnent que l'acide oléique du fruit du jujube est responsable des propriétés antioxydantes [157]. D'autre part, une étude menée par

Benammar et al., (2010) ont confirmé que les vitamines (A, C et E) présentes dans les plantes présentent des propriétés antioxydantes in vitro. L'acide oléique du fruit du jujube a été rapporté comme responsable de ces propriétés antioxydantes. Des expériences utilisant le DPPH agressives démontrent la capacité antioxydante de l'extrait [47].

De nombreuses études in vitro ont démontré la capacité différente des parties de *Z. lotus* récupérant les radicaux libres, comme dans la peroxydation lipidique, empêchant ainsi les dommages cellulaires. De plus, l'extrait à l'eau de la racine et des feuilles de *Z. Lotus* augmente considérablement le taux d'hémolyse et glutathion réductase et l'activité catalase réduite, glutathion peroxydase [14, 47].

Les extraits sur l'extrait méthanoïque des feuilles de *Zizyphus lotus* ont une activité antioxydant très importante [33, 40].

Après une étude réalisée sur la quantification de composés polyphénoliques et l'évaluation de l'activité antioxydante de *Z. lotus*, les résultats indiquent que cette plante est riche en antioxydants tels que les composés phénoliques, les flavonoïdes, les flavanones et les dihydroflavonols qui possèdent la propriété de piéger les radicaux libres et de réduire les oxydants [40].

Les flavonoïdes et les polysaccharides peuvent expliquer les effets antioxydants du jujube [67]. Divers auteurs ont rapporté les effets antioxydants de *Z. Lotus* [27, 143, 181].

### **3. L'activité immunostimulante :**

Le polysaccharide de jujube est considéré comme le principal composant actif qui contribue à sa régulation immunitaire et à sa fonction hématopoïétique [67]. Dongzao a révélé une activité immunobiologique, en particulier dans les fruits et les fleurs [204]. L'extrait de feuilles de jujubier a été trouvé également pour stimuler la chimiotaxie, la phagocytose et létalité intracellulaire des neutrophiles humains.

### **4. L'activité cardiovasculaire :**

L'acide bétulinique et le jujuboside B pourraient être des composants actifs ayant des effets bénéfiques sur le système cardiovasculaire [67].

### 5. L'activité antiulcérogène :

L'extrait de feuilles de jujubier a montré une activité antiulcéreuse dose-dépendante significative attribuable à effets cytoprotecteurs et antisécrétoires [88]. La racine s'est également avérée possédant des effets antiulcéreux, qui peuvent être liés à son potentiel antioxydant [22].

L'administration orale d'extraits aqueux d'écorce de racine de *Z. lotus* (50-200 mg/kg), de feuilles (50-200 mg/kg) et de fruits (200-400 mg/kg) a produit un effet inhibiteur significatif et dose-dépendant sur les ulcères aigus induits par une solution de HCl/éthanol. L'extrait de feuilles au méthanol (MeOH), acétate d'éthyle (EtOAc) et chloroformique (CHCl<sub>3</sub>) administré par voie orale à la dose de 200 mg/kg a montré une inhibition significative des lésions gastriques de 45 %, 76 % et 33 %, respectivement. En fait, l'extrait d'écorce de racine contenant du méthanol et de l'acétate d'éthyle a considérablement réduit les lésions gastriques de 47%et 41%, respectivement. L'extrait d'écorce de racine au chloroforme n'a eu aucune activité significative (19%). Les effets de tous les extraits ont été comparés à ceux de la cimétidine (100 mg/kg, 62 %) et de l'oméprazole (30 mg/kg, 93 %). Le volume de liquide gastrique, le pH et l'acidité ont été étudiés chez des rats ligaturés au pylore. Des extraits aqueux de racines, de feuilles et de pelures ont réduit de manière significative la sécrétion gastrique chez les rats ligaturés au pylore, tandis que d'autres extraits n'ont eu aucun effet significatif. L'extrait de *Zizyphus lotus* agit principalement comme agent cytoprotecteur, soutenant les effets antiulcéreux de cette plante en médecine traditionnelle [58].

### 6. L'activité antimicrobienne et antifongique :

Le fruit du *Z. Lotus* a une activité antifongique et molluscicide, dans laquelle l'extrait éthanolique de la racine de jujubier a un effet inhibiteur significatif sur les champignons *Candida albicans*, *Candida tropicalis*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger* et *Malasseziafurfur* (souches 1374 et 1765) actifs [42].

L'activité antifongique modérée observée (produite uniquement par la fraction butanol contre les champignons pathogènes) peut être attribuée à la présence d'acide chlorogénique. De plus, les fractions de dichlorométhane et de butanol ont montré une bonne activité de piégeage du DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazine) et une bonne capacité de réduction du fer. Ces résultats suggèrent que la partie feuille de *lotus* de *Zizyphus* peut être utilisée comme agent antifongique [105].

L'extrait des feuilles de *Z. lotus* a montré une activité antibactérienne intéressante contre *Escherichia coli*, *S. aureus* sensible à la méthicilline et *S. epidermidis*, avec des valeurs de concentration minimale inhibitrice (CMI) de 1024 à 2048 µg mL<sup>-1</sup> pour l'extrait. Les résultats suggèrent que *Z. lotus* L. est une source prometteuse de composés bioactifs à utiliser comme ingrédient naturel dans les formulations pharmaceutiques [203].

Les activités antibactériennes semblent être liées par la teneur en composés phénoliques, c'est-à-dire en molécules bioactives [38]. Des études *in vitro* ont élucidé l'effet des extraits de *Z. lotus* sur la croissance de plusieurs espèces et ont démontré que les extraits de fruits sont les plus inhibiteurs de la croissance microbienne induite dans les solvants diéthyléther et méthanol [91, 173].

L'extrait d'éthanol de jujube a un effet antibactérien efficace contre *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans* et *Aspergillus fumigatus*, il a donc une activité antibactérienne plus efficace par rapport aux antibiotiques courants tels que la vancomycine et est un candidat approprié pour le traitement du vitiligo, en particulier les maladies infectieuses pédiatriques [75]. De plus, les extraits bruts de méthanol ont de puissants effets antibactériens contre *Escherichia coli*, *Salmonella typhi* et *Pseudomonas aeruginosa* [181].

## 7. L'activité antidiabétique et hypoglycémique :

L'extrait de jujube aide à améliorer le stress oxydatif et le risque d'athérosclérose chez les rats diabétiques. De plus, il a pu augmenter de manière significative le HDL-C sans effet sur le cholestérol total et le LDL-C. Ces effets bénéfiques de l'extrait de jujube chez les rats diabétiques peuvent être liés à des niveaux élevés d'adiponectine [108]. L'hyperglycémie postprandiale joue un rôle important dans le développement du diabète de type 2. L'inhibition de l'alpha-amylase retarde la dégradation de l'amidon et du glycogène et empêche les augmentations rapides de la glycémie. En raison de sa teneur élevée en polyphénols et antioxydants et d'un effet inhibiteur important sur l'α-amylase, la plante peut être utilisée pour traiter les patients diabétiques [20, 196] ont révélé que l'extrait hydroalcoolique de jujube pouvait améliorer le diabète en affectant la peroxydation des lipides et en modifiant la capacité antioxydante. L'infusion des fruits de *Z. Lotus* a des effets bénéfiques sur les profils d'hémoglobine et de lipides chez les patients atteints de diabète de type 2 [113, 200]. Comparé aux feuilles, l'extrait aqueux de la racine a montré une activité plus puissante, qui est responsable de l'effet hypoglycémiant [45] et réduit l'hyperglycémie, l'hyperlipidémie et les peroxydes lipidiques associés au diabète. Il a été rapporté que la vitamine A amélioré la

sensibilité à l'insuline en activant les récepteurs de l'insuline et la protéine tyrosine phosphatase 1B [116]. De plus, ils sont sans danger pour les fonctions hépatique et rénale.

#### **8. L'activité hypnotique-sédatif et anxiolytique :**

Des études sur les flavonoïdes et les saponines dans les graines de jujube ont montré des effets sédatifs et hypnotiques, qui ont conduit à une réduction significative du temps de marche et des capacités motrices coordonnées chez les souris, et à un allongement significatif de leur temps de sommeil. Ils sont connus pour supprimer l'activité du système nerveux central, réduisant ainsi l'anxiété et induisant le sommeil. Il s'est avéré qu'il induisait le sommeil, mais n'était ni un anticonvulsivant ni un relaxant musculaire. L'effet inhibiteur du jujuboside A sur l'hippocampe du rat a été démontré. Il a été constaté que le jujube augmentait la durée du sommeil induit par le pentobarbital et réduisait la liberté de mouvement chez les souris [67]. Des effets anxiolytiques de plusieurs herbes contenant de l'extrait de graines de jujube ont été rapportés chez la souris. Les alcaloïdes dérivés des fruits, la sanjoinine A et la nuciférine, prolongent le temps de sommeil produit par l'hexobarbital. Lorsque le triplet était chauffé, il s'est avéré qu'il produisait un isomère ayant le même effet sédatif [143].

#### **9. L'activité neuroprotectrice :**

Parmi les différents types de flavonoïdes du jujube, l'un a une activité neuroprotectrice contre les dommages oxydatifs et la prévention de l'agrégation. De plus, il a été démontré que le kaempférol 3-O-rutinoside protège contre l'ischémie cérébrale focale permanente et la culture neuronale, et réduit les dysfonctionnements de la mémoire, les défaillances métaboliques énergétiques et le stress oxydatif chez les rats modèles [67, 118] ont conclu que l'extrait d'eau de jujube peut prévenir la cytotoxicité causée par l'hyperglycémie. Cela peut être lié à la prévention de la génération de ROS et de l'apoptose neuronale.

#### **10. L'activité anticancéreuse :**

Les acides triterpéniques et les polysaccharides du jujube ont des effets antiprolifératifs et anticancéreux sur diverses lignées cellulaires cancéreuses [112, 191]. Les triterpénoïdes de type lupin présentent une activité cytotoxique élevée. Les acides triterpéniques et les acides bétuliniques extraits du jujube sont sélectivement toxiques pour les cellules de mélanome humain en culture. On pense que l'acide bétulinique peut également être efficace contre d'autres types de cancer. De nombreuses preuves *in vitro* suggèrent que l'acide bétulinique est efficace contre les cancers du poumon, de l'ovaire, du col de l'utérus, de la tête et du cou à petites et non

petites cellules. L'acide bétulinique induit l'apoptose dans les cellules sensibles de manière indépendante [109, 143]. Il a été démontré que l'extrait aqueux de fruit de jujube a des effets préventifs sur l'anémie, la lymphocytose et la neutropénie chez le rat, et peut être utilisé pour traiter les tumeurs mammaires humaines.

### **11. L'activité antiallergique :**

Une forte activité anti-allergique a été trouvée chez le jujube. Les activités anti-allergiques et anti-anaphylactique ont été évaluées en mesurant son effet inhibiteur sur l'activation de la hyaluronidase (testicule bovin) in vitro [143, 154]. L'observation des activités anti-allergiques et anti-anaphylactique de l'extrait sont dues principalement à la présence de composants végétaux membranaires (saponines stéroïdiennes et flavonoïdes) pour stabiliser les mastocytes.

### **12. L'activité cognitive :**

Le jujube a été signalé pour améliorer l'apprentissage et la mémoire dans un modèle de rat ovariectomisé, et l'effet peut être dû à une augmentation des œstrogènes dans le sang, ainsi que des niveaux d'oxyde nitrique et d'acétylcholine dans le cerveau. Il a été découvert que l'oléamide atténue l'amnésie induite par la scopolamine chez la souris, un modèle in vivo utile de la maladie d'Alzheimer [67]. L'extrait méthanolique de jujube a montré in vitro une activation de 34,1% de l'enzyme choline acétyltransférase, l'enzyme qui contrôle la production d'acétylcholine, qui semble être épuisée dans le cerveau des patients atteints de la maladie d'Alzheimer. En utilisant un fractionnement continu, l'ingrédient actif s'est avéré être l'oléamide qui a montré une activation de 65 % [143].

### **13. L'activité cicatrisante :**

L'extrait de zeste de jujube contenant du méthanol augmente considérablement les protéines et la fermeture des plaies. Tous les composants phytochimiques de l'extrait peuvent contribuer à l'activité de cicatrisation des plaies. On sait que les flavonoïdes et les tanins favorisent le processus de cicatrisation principalement en raison de leurs propriétés astringentes et antibactériennes, on peut donc en déduire que l'activité de cicatrisation observée de l'extrait de méthanol de zeste de jujube réside en partie dans sa teneur en flavonoïdes et en tanins, qui semble être responsable de la contraction de la plaie et de l'augmentation des taux d'épithélialisation [177]. Les propriétés curatives des racines et des feuilles de jujube ont également été rapportées [110, 213].

L'évaluation de l'activité thérapeutique de l'huile végétale de graines de lotus a démontré que les huiles extraites des graines de la plante étudiée pourraient être utilisées pour cicatriser les plaies [164].

#### **14. L'activité antispasmodique :**

Des études in vivo dans le duodénum de rat isolé ont montré que des extraits aqueux des feuilles de *Z. lotus* et d'écorce de racine exercent une activité antispasmodique en modulant la signalisation  $Ca^{2+}$  via les récepteurs cholinergiques [58]. La contraction du duodénum de rat isolé induite par l'acétylcholine, le KCl et le BaCl (2) a été évaluée chez des rats mâles et comparée aux effets de l'atropine et de la papavérine. Les extraits d'écorce de feuilles et de racines ont induit une relaxation significative des contractions spontanées et ont produit une inhibition dépendante de la concentration ( $P < 0,01-0,001$ ) des contractions induites par le spasticogène. Ces résultats suggèrent que l'extrait de *Z. lotus* contient des composants antispasmodiques qui agissent via les récepteurs cholinergiques et bloquent l'afflux de  $Ca^{2+}$ . Cela peut expliquer l'utilisation traditionnelle de *Z. lotus* pour traiter les maladies intestinales [55].

#### **15. L'activité antiseptique :**

Les infusions de fleurs sont utilisées comme antipyrétiques et désinfectants oculaires [186]. Des effets immunosuppresseurs ont été observés dans les lymphocytes humains sous l'action d'extraits polyphénoliques [13].

#### **16. L'activité anti-lithiasique :**

*Z. lotus* est utilisé en phytothérapie traditionnelle pour traiter la lithiase urinaire. Ce dernier est la deuxième cause d'hospitalisations urologiques au Maroc après les adénomes prostatiques [127]. Il est considéré comme un réducteur de fièvre, un tonique et un rafraîchisseur. Malgré le développement continu de nouvelles technologies pour le traitement de la lithiase urinaire, il est plus efficace car il n'a pas d'effets néfastes sur la santé humaine.

#### **17. L'activité analgésique :**

Chez la souris, les effets analgésiques de l'écorce de racine de *lotus* et des extraits aqueux de feuilles sont dose-dépendants [58], et les flavonoïdes et saponines isolés des extraits de feuilles ont également une activité analgésique [58].

### **18. L'activité gastro-protectrice :**

Dans de nombreuses études in vivo, les effets protecteurs des extraits aqueux de *Z. lotus* (écorce de racine, feuilles et fruits) a par voie orale été observé dans les lésions de plusieurs modèles d'ulcération chez les rats Wistar [42, 198]. Ces rapports montrent que l'extrait de cette plante réduit l'acidité gastrique et la sécrétion gastrique [13].

### **19. L'activité antidiarrhéique :**

L'huile de jujubier a été utilisée pour induire la diarrhée selon la méthode décrite par Awouter [36]. Des rats mâles (200-220 g) ont été mis à jeun pendant 18 h ; Ils ont été divisés en cinq groupes (n = 6). Étant le groupe témoin, les rats du groupe I ont reçu une solution saline normale par voie orale (2 ml/kg). Le deuxième groupe a reçu le médicament standard, le loperamide (2 mg/kg) par voie orale sous forme de suspension. Des doses de 100, 200 et 300 mg/kg de poids corporel d'extrait aqueux de *Z. lotus* ont été administrées par voie orale aux groupes III, IV et V respectivement. Après 60 min de traitement médicamenteux, les animaux de chaque groupe ont reçu par voie orale 1 ml d'huile de ricin. Les matières fécales aqueuses et le nombre de défécations ont été notés jusqu'à 4 h dans le métabolisme transparent. Les doses administrées de l'extrait ont entraîné une quantité significativement moindre de matières fécales humides excrétées chez les rats souffrant de diarrhée induite par l'huile de ricin ( $P < 0,05$ ) et ont réduit la distance parcourue par la poudre de charbon de bois. Les résultats obtenus montrent que l'extrait de graines de *Z. Lotus* a une activité antidiarrhéique significative, soutenant son utilisation dans la pratique traditionnelle de la phytothérapie [106].

### **20. L'activité protectrice contre l'anémie :**

Le jujube est considéré comme un fruit médicinal utilisé pour traiter la carence en sang. L'application d'extrait de jujube a des effets bénéfiques, comme le montrent les modèles cellulaires et animaux, y compris la régulation de l'érythropoïèse par l'activation de l'érythropoïétine induite par le facteur inductible par l'hypoxie, la récupération potentielle du fer hémique pendant l'érythrophagocytose et l'amélioration des réponses immunitaires. Par conséquent, la fonction nourricière du jujube est proposée ici. Les flavonoïdes contenus dans les dattes peuvent servir d'ingrédients actifs potentiels qui représentent les avantages pour la santé susmentionnée. Pris ensemble, ces résultats fournissent plusieurs éléments de preuve pour le développement ultérieur du jujube en tant que produit complémentaire pour la prévention et le traitement de l'anémie [68].

### **21. L'activité inhibitrice de sensibilité gustative :**

L'extrait de feuille *Z. Lotus* inhibe la douceur chez les mouches (*pharma regina*), les rats et les hamsters. Les substances anti-gustatives isolées de *Z. lotus* comprennent le jujuboside II et le jujuboside B dans les feuilles et les graines et les saponines et la ziziphine I à III dans les fruits secs. Ils sont 4 fois plus actifs que les autres ingrédients anti-gustatives pour inhiber la douceur du saccharose, réduisant ainsi l'obésité chez les diabétiques et les personnes en surpoids [189]. La saponine ziziphine inhibe la sensibilité gustative induite par le D-glucose, la glycine, la saccharine sodique, l'aspartame [129]. Cependant, il n'a montré aucun effet inhibiteur sur l'amertume de l'acide chlorhydrique et l'amertume de la quinine, ce qui suggère que le flushpin est très spécifique pour le sucré [128]. Il a été démontré que la ziziphine inhibe les récepteurs humains du goût sucré [184].

### **22. Activité de rehaussement de la perméabilité :**

Certaines classes de médicaments, tels que les peptides, créent des problèmes de transport à travers les membranes cellulaires, de sorte que leur biodisponibilité est réduite. Pour surmonter cet obstacle, des activateurs de perméabilité peuvent être utilisés pour faciliter le passage des médicaments à travers les membranes cellulaires. Pour évaluer l'amélioration de la perméabilité, des extraits aqueux de graines de jujube ont été comparés à deux membres d'une série connue d'amplificateurs de perméabilité alkyl glycoside [79].

### **23. Activité anti-fertilité ou propriété contraceptive :**

L'extrait d'acétate d'éthyle de *Z. Lotus* s'est avéré avoir des effets anti-stéroïdogènes et donc être fertile chez les souris femelles adultes. Il s'est avéré qu'il arrêta le cycle œstral normal chez les souris femelles adultes œstrales et réduisit considérablement le poids humide des ovaires. Les estimations de sang total et de sérum sont restées inchangées chez les souris traitées à l'extrait. Les cycles œstraux normaux et la stéroïdogénèse ovarienne ont repris après l'arrêt du traitement. L'activité anti-fertilité de l'extrait brut s'est avérée réversible chez le rat [143]. L'activité anti-fertilité de l'extrait de feuilles de jujubier a été évaluée chez des souris mâles adultes. L'extrait s'est avéré inhiber de manière significative la motilité des spermatozoïdes et entraîner une diminution de la motilité des spermatozoïdes. On peut voir que le jujube affecte gravement les paramètres de reproduction des animaux mâles et que son effet anti-fertilité est réversible [168].

#### 24. Activité hypotenseur et anti nephretique :

Le jujube a été trouvé pour stimuler la libération d'oxyde nitrique in vitro, dans des cellules endothéliales cultivées et in vivo, dans le tissu rénal de rat. Il peut contribuer à des effets hypotenseurs (baisse la tension artérielle) et anti-néphrite (réduit l'inflammation des reins), éventuellement en augmentant le débit sanguin rénal [143].

#### 25. Activité hépatoprotectrice :

Une étude a été menée pour évaluer l'effet d'un extrait aqueux de fruit de *Z. lotus* sur les lésions hépatiques induites par le tétrachlorure de carbone (CCl<sub>4</sub>) chez des rats Wistar. Les animaux ont été traités avec un extrait aqueux de fruit de *Z. lotus* pendant 14 jours en utilisant deux doses séparées de 200 et 400 mg/kg de poids corporel par jour. Le CCl<sub>4</sub> a été injecté par voie intrapéritonéale (1 ml/kg de poids corporel) deux fois les jours 7 et 14. A la fin du traitement, les rats ont été sacrifiés et le sang a été prélevé pour l'évaluation de l'indice biochimique. De plus, le poids corporel et le poids du foie ont été déterminés. L'injection de CCl<sub>4</sub> à des rats a provoqué divers changements, notamment une augmentation du poids relatif du foie, en revanche, l'effet de CCl<sub>4</sub> a entraîné une diminution des taux sériques de lipoprotéines de haute densité. Les changements anormaux de ces paramètres biochimiques sont revenus à des valeurs normales après que les rats aient reçu une injection de CCl<sub>4</sub> et aient été nourri avec des fruits. D'après les résultats obtenus dans cette étude, l'extrait aqueux de graines de *Z. lotus* semble avoir des effets hépatoprotecteurs sur les lésions hépatiques induites par le CCl<sub>4</sub> chez le rat [50].

#### 26. Activité néphroprotectrice :

Les marocains utilisent *Z. Lotus* pour traiter de nombreux maux, y compris l'insuffisance rénale. La néphrotoxicité de la gentamicine a été bien documentée chez l'homme et l'animal, mais ses stratégies de prévention restent à étudier. Dans cette enquête, il a été exploré si l'extrait de fruit de *Z. Lotus* avait un effet protecteur sur les lésions rénales induites par le transgène. En fait, 24 rats Wistar ont été divisés en quatre groupes de six (♂/♀ = 1). Le groupe témoin a reçu de l'eau distillée (10 ml/kg) par voie orale ; le groupe de traitement GM a reçu de l'eau distillée (10 mL/kg) et 3 heures plus tard, du GM (80 mg/kg) a été injecté par voie intrapéritonéale ; le groupe de traitement a reçu de l'eau distillée par voie orale. Extrait de ZLF à la dose de 200 ou 400 mg/kg, injection intrapéritonéale de GM. Tous les traitements sont effectués quotidiennement pendant 14 jours. A la fin de l'expérience, les indices biochimiques et les

observations histologiques liées à la fonction rénale ont été discutées. Le traitement au ZLF a considérablement atténué la néphrotoxicité induite par les GM. Cet effet réduit considérablement la quantité de créatinine sérique, d'acide urique, d'urée, de phosphatase alcaline, de gamma-glutamyl transpeptidase, d'albumine, de calcium, de sodium, de consommation d'eau, de diurèse et de poids relatif de la capacité des reins à démontrer. En outre, cet effet a également été démontré dans la clairance de la créatinine, la créatinine urinaire, les taux d'acide urique et d'urée et le gain de poids corporel par rapport aux rats traités uniquement aux OGM. Le traitement à l'extrait de ZLF a considérablement amélioré l'hémostase oxydante/antioxydante, entraînant une réduction significative des niveaux de malondialdéhyde. L'analyse chimique HPLC-DAD a montré que l'extrait d'eau ZLF était riche en acide 3-hydroxycinnamique, catéchine, acide férulique, acide gallique, hydroxytyrosol, naringénine, acide p-coumarique, quercétine, rutine et encens Composés phénoliques tels que l'acide oxalique. En conclusion, l'extrait de ZLF a amélioré la néphrotoxicité induite par les GM [49].

#### **27. Activité cytotoxique :**

Des études ont été réalisées avec des ultrasons obtenus à partir de la pulpe et des graines du fruit du jujubier (*Ziziphus jujuba*). Pour atteindre cet objectif, la teneur totale en phénols (TPC), la teneur totale en flavonoïdes (TFC), les proanthocyanidines totales, l'activité de piégeage des radicaux libres DPPH, le test de racimat et le test de cytotoxicité de la pulpe de jujube et des extraits de graines ont été évalués. La teneur totale en composés phénoliques (TPC), la teneur totale en flavonoïdes (TFC) et la teneur totale en proanthocyanidines dans l'extrait de pulpe étaient plus élevées que celles de l'extrait de graines. De plus, l'activité de piégeage des radicaux libres DPPH de l'extrait de pulpe (IC 50 = 53,97 µg/ml) était supérieure à celle de l'extrait de graines (IC 50 = 88,68 µg/ml). L'évaluation de la cytotoxicité in vitro sur sept lignées cellulaires a montré que la pulpe et les extraits de graines de jujube n'avaient aucune activité cytotoxique. [165].

L'activité cytotoxique de la lignée cellulaire SH-SY5Y a été évaluée à l'aide du test MTT. Des extraits d'éther de pétrole et de dichlorométhane de racines de jujubier séchées ont montré une activité cytotoxique pertinente. La chromatographie en couche mince et l'analyse GC-MS/GC-FID ont identifié le 13-époxypropanol comme un composé cytotoxique puissant [136].

### 28. Activité antiproliférative :

Les composants lipophiles de ces parties morphologiques du *lotus* marocain ont été étudiés par chromatographie en phase gazeuse-spectrométrie de masse (GC-MS) et leur activité antiproliférative a été évaluée. L'analyse GC-MS a permis d'identifier et de quantifier 99 composés lipophiles, notamment des acides gras, des alcools gras à longue chaîne, des triterpénoïdes pentacycliques, des stérols, des monoglycérides, des aromatiques et d'autres composés mineurs. Les extraits lipophiles de pulpe, de feuilles et de graines étaient principalement composés d'acides gras, représentant 54,3 à 88,6 % du total des composés détecté. Les feuilles et les graines sont particulièrement riches en acides gras insaturés, à savoir l'acide (9Z, 12Z) – octadéca - 9, 12 - diénoïque (2431 mg kg<sup>-1</sup> poids sec) et l'acide (9Z) - octadéca-9-énoïque (6255 mg kg<sup>-1</sup> de poids sec). En revanche, l'écorce de racine contenait des niveaux plus élevés de triterpénoïdes pentacycliques, en particulier d'acide bétulinique, à 9838 mg kg<sup>-1</sup> de poids sec. L'extrait d'écorce de racine montre une activité antiproliférative prometteuse contre les lignées cellulaires de cancer du sein triple négatif [202].

### 29. Activité antileishmanial :

Différents extraits organiques ont été testés : cyclohexane, dichlorométhane, acétate d'éthyle, n-butanol et eau. Le fractionnement bioguidé a indiqué que la fraction de dichlorométhane était la plus efficace contre *S. aureus* et les souches de *S. aureus* résistants à la méthicilline. De plus, cette fraction a montré l'activité la plus élevée contre *Leishmania* avec des valeurs IC<sub>50</sub> de 20,55 ± 0,34 µg/mL et 15,37 ± 0,17 µg/mL contre *L. major* et *L. infantum*, respectivement. Le système HPLC montre que le potentiel d'activité leishmanicide trouvé dans le dichlorométhane peut s'expliquer par la présence de flavonoïdes majeurs tels que les catéchines, la rutine et la lutéoline 7-O-glucoside [105].

### 30. Activité protectrice du cerveau :

Le fruit de *Ziziphus jujuba*, connu sous le nom de jujube ou jujube chinois, est consommé dans le monde entier pour ses bienfaits pour la santé, à la fois comme aliment et comme plante médicinale. Traditionnellement, l'une des principales fonctions du jujube, telle que décrite en phytothérapie, est de bénéficier à notre cerveau en calmant l'esprit et en améliorant la qualité du sommeil. Le jujube a des activités neuroprotectrices, notamment la protection des cellules neuronales contre le stress des neurotoxines, la stimulation de la différenciation neuronale,

l'augmentation de l'expression des facteurs neurotrophiques et la promotion de la mémoire et de l'apprentissage [67].

# **Partie expérimentale**

# **Chapitre III :**

# **Matériel et méthodes**

## I. Origine et période de récolte :

### I. 1. Choix de la plante :

L'intérêt de ce travail est d'évaluer la valeur des plantes médicinales à croissance spontanée de *Zizyphus Lotus* dans la région d'Ain defla (Algérie) en étudiant leurs activités biologiques. Les plantes à étudier sont choisies principalement en fonction de leur intérêt et de leur fréquence d'utilisation.

### I.2. Lieu et période de travail :

Notre travail a été réalisé au niveau du laboratoire de Biologie Végétale (2) de l'Université de Khemis Miliana

## II. Le matériel biologique :

### II.1. Le matériel végétal :

Le matériel végétal utilisé est constitué de feuilles et fruits de *Zizyphus lotus* nous l'avons acheté d'un herboriste d'Ain defla en mars pour les raisons suivantes :

- + La période de floraison tardive a lieu : Mai - Juillet.
- + La période maturation de fruits se situe en Septembre - Octobre.

### II.2. Appareillage et produits :

Les produits et les matériels utilisés sont récapitulés dans le tableau suivant :

**Tableau XII** : Les appareils et les produits utilisés.

Appareils	Verreries	Produits utilisés
<ul style="list-style-type: none"><li>• Hydro distillateur de type Clevenger.</li><li>• Balance de précision.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Flacon en verre.</li><li>• Gants.</li><li>• Pince.</li><li>• Béchers.</li><li>• Ampoule à décanter</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Eau distillée.</li><li>• Ether d'éthylique.</li></ul>

## III. La méthode :

### III.1. Préparation des échantillons :

- **Le séchage :**

Après la récolte, l'échantillon ont été rincés et égoutté puis étalé sur du papier. Le séchage a été effectué naturellement à l'abri de la lumière et de l'humidité, à une température ambiante (environ 24°C).

- **Dépulpage :**

Cette opération a pour but de séparer la pulpe du noyau, elle a été effectuée manuellement.

### III.2. Caractérisation physicochimique des fruits de *Zizyphus lotus* :

- **Détermination du taux d'humidité :**

**Principe :**

On procède à une dessiccation de l'échantillon à analyser dans une étuve à la température de 100°C à 105°C et sous la pression atmosphérique jusqu'à l'obtention d'une masse pratiquement constante. Pour éviter toute reprise d'humidité, il convient d'opérer dans des vases de tare, placées dans un dessiccateur [35].

La teneur en eau est la différence entre le poids de l'échantillon avant et après la dessiccation lorsque leur poids soit constant.

**Mode opératoire**

- + Sécher les capsules vides dans l'étuve pendant 15min ;
- + Laisser refroidir au dessiccateur ;
- + Tarer et peser 5g de la pulpe broyée ;
- + Introduire les capsules dans l'étuve à vide à 102C ;
- + Sécher jusqu'à l'obtention d'un poids constant ;
- + Laisser refroidir les capsules avant de les peser dans un dessiccateur et évaluer la quantité d'eau évaporée.

**Expression des résultats**

Le taux d'humidité ou teneur en eau est déterminé par la relation ci -dessous :

$$H(\%) = \frac{(m1 - m2) * 100}{P}$$

Avec : H% : taux d'humidité ou teneur en eau.

M1 : masse en g de la capsule avec l'échantillon avant la déshydratation

M2 : masse en g de la capsule avec l'échantillon après la déshydratation.

P : masse en g de la prise d'essai.

### III.3. Caractérisation physique des fruits de *Zizyphus lotus* L.

Les caractéristiques morphologiques des fruits (pulpe et noyaux) sont réalisées sur 50 fruits prélevés au hasard, sur lesquels sont déterminés :

\*Le poids du fruit entier, de la pulpe, ainsi que le noyau au moyen d'une balance analytique à la précision de  $\pm 0.0001g$ .

\*Le rapport pulpe/fruit et le rapport amande/noyau ont été calculés.

#### **III.4. Préparation des extraits volatils :**

L'extraction des HE a été effectuée par hydrodistillation à l'aide d'un appareil de type clewenger suivie d'une décantation.

##### **Principe :**

- La matière végétale est immergée dans de l'eau distillée et l'ensemble est porté à l'ébullition.
- La phase gazeuse, contenant des espèces volatiles et de la vapeur d'eau, arrive en tête de colonne, passe dans le condenseur et se condense.
- Le résultat de la distillation est le distillat. Ce dernier comprend deux phases liquides, que l'on peut séparer par décantation.

##### **III.4.1. Technique :**

###### **\*Première étape :**

Les extractions effectuées ont porté sur :

- La pulpe : 50 g.
- Les noyaux : 50 g.
- Les amandes : 50 g.

La procédure utilisée est la suivante :

- 50g de fruits secs +500ml d'eau distillée sont introduits dans un ballon de 1L.
- On chauffe le ballon rempli à 100°C.
- Après les heures d'extraction (3 h).
- On récupère le liquide dans des flacons en verre bien fermés.



**Figure 12 :** Principe schématisé de l'hydrodistillation. (Touil.,2022).

-Le même procédé est utilisé pour les graines, les amandes.



**Figure 13 :** les amandes  
(Touil., 2022)



**Figure 14 :** les noyaux  
(Touil., 2022)



**Figure 15 :** la pulpe  
(Touil., 2022)

**\*Deuxième étape :**

L'opération s'effectue dans une ampoule à décanter.

Pour ce faire, nous avons suivi les étapes suivantes :

- Récupérer le liquide précédemment extrait (distillat ou hydrolat). (Fig. 16)
- Ajouté 5ml du solvant (l'éther diéthylique) dans l'ampoule contenant 50ml du distillat.

- Agitation et décantation environ 24 h le temps d'évaporation du solvant : (fig. 17)



Figure 16 : le distillat de différentes parties étudiées de *Zizyphus lotus* (Touil., 2022)



Figure 17 : Etape de décantation (Touil., 2022).

# **Chapitre IV :**

## **Résultats et**

### **discussion**

**I. Résultats expérimentaux :**

**I.1. Caractérisation physicochimique du fruit de *Zizyphus lotus* :**

- **Taux d'humidité :**

Les caractéristiques physicochimiques du fruit de *Zizyphus lotus* étudié sont mentionnées dans le tableau XIII.

**Tableau XIII :** Caractéristiques physicochimiques du fruit de *Zizyphus lotus*.

Paramètre	Valeur moyenne
Eau (%)	12.40 ± 0.20

L'analyse de la teneur en humidité du niveau de pulpe de jujube lotus a montré que, La proportion est estimée à 12,40 %. A partir de cette valeur, on peut déterminer Le pourcentage de matière sèche (MS) s'est avéré significatif à 87,65 %. Ces résultats sont cohérents avec ceux d'Abdeddaim et al (2014), qui ont constaté que 12,27 % En revanche, Ghalem (2014) a trouvé une valeur de 08,90 % pour le même fruit. Dans le même temps [90], la teneur en eau du jujube (*Zizyphus lotus*) est faible (12,35±0,55%), Dans ce cas, par rapport aux autres variétés du même genre, *Zizyphus maritiana* [99], *Zizyphus spin-Christi* [28] et *Zizyphus jujuba* [64], avec une teneur en eau comprise entre 46% et 85%. Selon Ruiz-Rodriquez (2011), les facteurs affectant la teneur en eau Oui : l'âge de la plante, le cycle végétatif et même des facteurs génétiques [174].

**I.2. Caractérisation physique des fruits de *Zizyphus lotus*.**

Le rapport pulpe/fruit obtenu sont :

**Tableau XIV :** Le rapport pulpe/fruit de *Zizyphus lotus*.

Paramètre	Valeur moyenne
Rapport pulpe /fruit (%)	51.86±2.31

Ce résultat montre que le rapport pulpe/fruit du noyau de jujube est de 51,86 %. Ce taux est similaire à celui rapporté par Abdeddaim (2016), Boudraa (2008) pour la même espèce, 50,36% et 55,36%, respectivement. Les rapports pulpe/fruit trouvés peuvent exprimer des paramètres d'un grand intérêt d'un point de vue alimentaire, et ainsi estimer la disponibilité par rapport au fruit entier, ce qui présente également un intérêt économique. Enfin, il nous donne un aperçu assez clair de la taille du fruit. Étant donné que les nutriments comestibles et les

substances actives sont concentrés dans la pulpe, plus le rapport pulpe/fruit est élevé, plus le taux de consommation de la substance est élevé [10, 209].

### **I.3. Extraction par hydrodistillation**

L'extraction des huiles essentielles est réalisée par hydrodistillation à partir des feuilles, des fruits et des noyaux de *Zizyphus lotus*. La durée d'extraction était de 3h pour chaque échantillon. Les essais ont été répétés 3fois. Nous n'avons récupéré aucune goutte d'huile essentielle des diverses parties de la plante, le rendement est de 0.00%.

Certains auteurs ont obtenu un rendement de 0.005%. Ce résultat pourrait être attribué à la très faible quantité de matière végétale utilisée (50g de matière végétale dans un ballon d'extraction de 500-1000ml). Pour certaines plantes, il faut des quantités de matière végétale importantes (des kg ou des tonnes) pour récupérer quelques ml d'huile essentielle.

A notre avis, il est recommandé d'utiliser une installation semi pilote pour récupérer une quantité appréciable d'huile essentielle de *Z. lotus* pour pouvoir réaliser diverses études sur ces huiles notamment l'activité biologique. Malheureusement cette dernière n'a pu être réalisée par manque de moyens matériels.

# **Conclusion générale**

*Zizyphus lotus* est une source de plusieurs composés bioactifs qui détiennent des potentialités thérapeutiques pour la nutrition humaine, la promotion de la santé et la prévention des maladies.

L'extraction des huiles essentielles est réalisée par hydrodistillation à partir des feuilles, des fruits et des noyaux de *Zizyphus lotus*. La durée d'extraction était de 3h pour chaque échantillon. Les essais ont été répétés trois fois. Nous n'avons récupéré aucune goutte d'huile essentielle des diverses parties de la plante, le rendement est de 0.00%. Certains auteurs ont obtenu un rendement de 0.005%. Ce résultat pourrait être attribué à la très faible quantité de matière végétale utilisée (quelques gr dans un ballon d'extraction de 500-1000ml). Malheureusement cette étude n'a pu être réalisée.

Selon la littérature, l'analyse par GC/FID de l'extrait de *Z. lotus* a permis d'identifier les principaux constituants de : l'hexadécanoate d'éthyle (12%), l'acide décanoïque (11%), le dodécanoate d'éthyle (9,4%), l'éthyle hexadéc-9-énoate (7,9%), l'acide dodécanoïque (6,5%), le tétradécanoate d'éthyle (6,1%) et l'acide tétradécanoïque (5%). La fraction d'acides gras représente la majeure partie avec 78,9%, dont 67,8% d'acides gras saturés et 11% d'acides gras insaturés.

Des études *in vitro* et *in vivo* de *Z. lotus* ont rapporté de nombreuses propriétés biologiques des différentes parties de cette plante et de ses constituants (effets antioxydants élevé, effet antimicrobien, et anti-inflammatoire). D'un autre côté, les extraits de *Z. lotus* ont des effets bénéfiques sur les troubles métaboliques via des actions antidiabétiques et hypoglycémiantes. Au niveau nutritionnel, cette plante est riche en nombreux nutriments qui pourraient être utilisés dans divers domaines tels que l'alimentation.

Divers auteurs ont rapporté que l'extrait méthanolique du *Zizyphus lotus* possède une activité hypoglycémiant importante et une activité antimicrobienne sur diverses souches microbiennes (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa*).

A notre avis, il est recommandé d'utiliser une installation semi pilote pour récupérer une quantité appréciable d'huile essentielle de *Z. lotus* pour pouvoir compléter et enrichir les diverses études sur ces huiles essentielles, notamment leur activité biologique.

# **Références bibliographique**

[1] Quelles sont les méthodes d'extraction des principes actifs ?

<https://actusantefenua.com/bien-etre/naturopathie/methodes-dextraction-principes-actifs/4629/>

[2] l'extraction d'espèces chimiques.

<http://www.physagreg.fr/Cours2nd/Chimie/Theme1/Cours/Chimie-Chapitre2-extraction.pdf>

[3] Les différents procédés d'extraction des principes actifs des plantes.

<http://nathaliepirioudeslandes.wordpress.com/2012/10/18/les-differents-procedes-dextraction/>

[4] le bon usage de la phytothérapie .

<https://www.vidal.fr/parapharmacie/utilisation/bon-usage-phytotherapie-plantes/vrac-poudre-extraits>

[5] Comment bien faire sécher ses plantes de cueillette ?

[https://www.le-magasin-zero-dechet.com/blog/258\\_comment-bien-faire-secher-ses-plantes-de-cueillette.html](https://www.le-magasin-zero-dechet.com/blog/258_comment-bien-faire-secher-ses-plantes-de-cueillette.html)

[6] L'infusion à la camomille : une vraie solution pour trouver le sommeil ?

<https://tendances.orange.fr/bien-etre/sante/article-l-infusion-a-la-camomille-une-vraie-solution-pour-trouver-le-sommeil>

[7] La décoction de plantes médicinales.

<https://www.altheaprovence.com>

[8] Maîtriser la macération, ce monde de merveilles!

<https://www.latoucheheloise.com/post/maîtriser-la-macération-ce-monde-merveilles>

[9] Ziziphus lotus (L.).

<http://atlas-sahara.org/Rhamnaceae/Ziziphus%20lotus/Ziziphus%20lotus.html>

[10] Abdeddaim M. (2016). 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-1-131p.

[11] Abdeddaim M., Lombarkia O., Bacha A. (2014). Biochemical characterization and nutritional properties of Zizyphus lotus L. fruits in aures region, northeastern of Algeria. Food Science and Technology, 15 :75–81.

- [12] Abdel-Zaher A., Salim Y-S., Assaf M-H., Abdel-hady R-H. (2005). Antidiabetic activity of *Zizyphus spina-christi* leaves. *Journal of Ethnopharmacology*, 101 :129-138
- [13] Abdoul-Azize S., Bendahmane M., Hichami A., Dramane G., Simonin AM., Benammar C., Khan NA. (2013). Effects of *Zizyphus lotus* L. (Desf.) polyphenols on Jurkat cell signaling and proliferation. *International immunopharmacology*. 15(2), 364-371.
- [14] Abdoul-Azize S. (2016). Potential Benefits of Jujube *Zizyphus Lotus* (L.) Bioactive Compounds for Nutrition and Health. *Journal of nutrition and metabolism*. 2016(6) :1-13
- [15] Abu-Zarga M., Sabri S., Al-Boudi A., Ajaz S., Sultana N., Rahman A-U. (1995). New cyclopeptide alkaloids from *Zizyphus lotus*. *Journal of Natural Products*, 58 :504-511.
- [16] Adams RP. (1995). Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy. Allured Publishing Co. Carol Stream, Illinois. 1995.
- [17] Adeli M., Samavati V. (2015). Studies on the steady shear flow behavior and chemical properties of water-soluble polysaccharide from *Zizyphus lotus* fruit. *International Journal of Biological Macromolecules*, 72 : 580-587.
- [18] Adzu B., Amos S., Amizan M. B., et Gamaniel K. (2003). Evaluation of the antidiarrhoeal effects of *Zizyphus spina-christi* stem bark in rats. *Acta Tropica*. Doi : 10.1016/S0001-706X(03)00114-1, 87 (2) : 245-250.
- [19] Adzu, B., Amos, S., Wambebe C., Gamaniel, K., Antinociceptive activity of *Zizyphus spina-christi* root bark extract. *Fitoterapia* 2002, 72, 344-350.
- [20] Afrisham, R. Aberomand, M. Ghaffari, M.A. Siahpoosh, A. and Jamalan, M. (2015). Inhibitory effect of *Heracleum persicum* and *Zizyphus jujuba* on activity of alpha-amylase. *Journal of Botany*. 2015 : article ID 824683
- [21] Ahmed S. (2003). Etude phytochimique et des activités biologiques de *Balanites aegyptiaca* L. (Balanitaceae). Thèse de doctorat en Pharmacie, Bamako ; 117 P.
- [22] Alam, S. Hussain, S. Reddy, M.K. Reddy, M.V. and Gupta, R.K. (2016). Antiulcer and antioxidant potential of *Zizyphus jujuba* Mill root extract in aspirin and ethanol induced gastric ulcers. *International Journal of Phytomedicine*. 8 : 287-295.
- [23] Ali-Shtayeh M. S., Yaghmour R. M. R., Faidi Y. R., Salem K., et Al-Nuri M. A. (1998). Antimicrobial activity of 20 plants used in folkloric medicine in the Palestinian area. *Journal of Ethno Pharmacology*, 60 : 265-271

- [24] Alizadeh M.A., Aslani M., Miri S.M., Jafari A., Sayedian S.E. (2017a). Evaluation of morphological traits and essential oil yield of some populations of great chamomile (*Tanacetum parthenium* (L.) Schultz-bip.). *Iranian Journal of Horticultural Science*. 48(2): 339-345.
- [25] Alizadeh M., Bouzari N., Miri S.M. (2017b). Evaluation of quantitative and qualitative traits of some plum and prune cultivars and genotypes in Karaj. M.Sc Thesis of Horticultural Science, Islamic Azad University-Karaj Branch.
- [26] Alothman M., Bhat R. & Karim A.A. (2009). Antioxidant capacity and phenolic content of selected tropical fruits from Malaysia, extracted with different solvents. *Food Chemistry* 115, 785-788.
- [27] Al-Saeedi A.H., Humaid Al- Ghafri M.T., Amzad Hossain M. (2016). Comparative evaluation of total phenols, flavonoids content and antioxidant potential of leaf and fruit extracts of Omani *Ziziphus jujuba* L. *Pacific Science Review A : Natural Science and Engineering*. 18(1) : 78-83.
- [28] Anthony C. (2005). A review of *Zizyphus Spina-christi*. Technical (Ed) .3 p.
- [29] Ardent S.K., Clifford S.C., Popp M. (2001). *Ziziphus*- a multipurpose fruit tree for arid regions. In : sustainable land-use in deserts. Breckle S.W., Veste M. and Wucherer W., Springer. Heidelberg, Stuttgart, New York, 388-399.
- [30] Arnal-Schnebelen B. (2004). La place de la phytothérapie dans l'arsenal des traitements mis en œuvre par les médecins généralistes. Paris : Pierre Fabre.
- [31] Asghari Lalemi S., Naghavi M.R., Miri S.M. (2013). Morphological study and Trigonellin levels in 7 native *Trigonella monantha* ssp *noeana* ecotypes. First National Conference on Medicinal Plants and Sustainable Agriculture, Hamedan, Iran.
- [32] Aslani M., Alizadeh M.A., Miri S.M., Seiedian S.E. (2015). Study of morphological traits, shoot and essential oil yields of *Tanacetum tabrisianum* species. 2nd National Congress on Herbal Drugs & National Seminar in Medicinal and Aromatic Plants. Shahr-e-Kord, Iran.
- [33] Attal A et Attal M. (2018). Caractérisation phytochimique et évaluation de l'effet antioxydant et anti hyperglycémiant de *Zizyphus Lotus* de la région de l'Oued d'Algérie. diplôme master biochimie appliqué. Université des Frères Mentouri 27-49.
- [34] Audigié C L., Figarella J., Zonszain F. (1978). Manipulations d'analyses biochimiques. Doin Ed. Paris, 274p.

- [35] Adigier S., Jard S., Barberis C., Tribollet E. (1987). Chapter 16 Neurohypophyseal hormone receptor systems in brain and periphery, *prog Brain Res.*1987 ;72 :173-87.
- [36] Awouters F, Niemegeers CJE, Lenaerts FM, Janssen PAJ. (1978). Delay of castor oil diarrhoea in rats : a new way to evaluate inhibitors of prostaglandin biosynthesis. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*.*Journal d'ethnopharmacologie*,30(1) :41-5.
- [37] Aymonin G.G. (1993). *Guide des arbres et des arbustes. Sélection du Reader's Digest* (Ed). Paris, 351p.
- [38] Aziz N. H., Farag S.E., Mousa L.A.A., et Abo-Zaid M. A. (1998). Comparative antibacterial and antifungal effects of some phenolics compounds. *Microbios*, 93 (374) : 43-54.
- [39] Babba A.F. (1999). *Encyclopédie des plantes utiles. Flore d'Algérie et du Maghreb. Substances végétales d'Afrique, d'Orient et d'Occident.* Ed. Librairie Moderne Rouiba, EDAS, Alger, 368.
- [40] Bakchiche B., and Gherib A. (2014). Activités antioxydantes des polyphénols extraits de plantes médicinales de la pharmacopée traditionnelle d'Algérie. *International Journal of Innovation and Applied Studies* 9, 167-172
- [41] Bakchiche B., Gherib A., Smail A., Cutodia G. & Graca M. (2013). Antioxidant activities of eight Algerian plant extracts and two essential oils. *Industrial Crops and Products* 46, 85-96.
- [42] Bakhtaoui F.Z., Lakmichi H., Megraud F., Chait A., et Gadhi C.E. A. (2014). Gastro-protective, anti-*Helicobacter pylori* and, antioxidant properties of Moroccan *Zizyphus lotus* L. Doi : 10.7324/japs.2014.40115. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 4 (10) : 81-87.
- [43] Bamouh A. (2002). La lutte chimique contre le jujubier. Programme National de transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA), ed. DERD Rabat, n° 94, p. 1, 4.
- [44] Bellakhdar J. (1997). La Pharmacopée marocaine traditionnelle, Médecine arabe ancienne et savoir populaires - Saint -Etienne, ed. TEC et DOC. Ibis press : Paris, p. 464-465.
- [45] Benammar C., Baghdad C., Belarbi M., Subramaniam S., Hichami A. & Khan N. A. (2014). Antidiabetic and antioxidant activities of *Zizyphus lotus* L aqueous extracts in Wistar rats. S 8-004. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, S810.4172/2155-9600.S8-004
- [46] Benammar C. E. (2011). Effets Antioxydants Et Immunomodulateurs D'une Plante médicinale Nord Africaine, *Zizyphus Lotus* L. (Sedra) : Etude Des Différents Extraits (Doctoral dissertation). Université ABOU BEKR BELKAID-TLEMCEM.

- [47] Benammar C., Hichami A., Yessoufou A., Simonin A M., Belarbi M., Allali H., & Khan N A. (2010). *Zizyphus lotus* L. (Desf.) modulates antioxidant activity and human T-cell proliferation. BMC complementary and alternative medicine, 10(1), 54. <http://www.biomedcentral.com/1472-6882/10/54>.
- [48] Benchalah A., Bouziane H., andMaka M. (2004). Fleur du Sahara, arbres et arbustes, voyage au coeur de leurs usages avec les Touaregs du Tassili. Phytothérapie, 6 ; 191-197.
- [49] Bencheikh N., Bouhrim M., Kharchoufa L, Al Kamaly O.M., Mechchate H., Es-Safi I., Dahmani A., Ouahhoud S., El Assri S., Eto B., Bnouham M., Choukri M., Elachouri M. (2021). The Nephroprotective Effect of *Zizyphus lotus* L. (Desf.) Fruits in a Gentamicin-Induced Acute Kidney Injury Model in Rats : A Biochemical and Histopathological Investigation. 8 ; 26 (16) : 4806. Molecules 2021, 26(16), 4806 ; <https://doi.org/10.3390/molecules26164806>
- [50] Bencheikh N., Bouhrim M., Kharchoufa L., Choukri M., Bnouham M., Elachouri M. (2019). Effet protecteur du fruit de *Zizyphus lotus* L. (Desf.) contre les lésions hépatiques aiguës induites par le CCl 4 chez le rat. Evid Based Complement Alternat Med : 6161593.
- [51] Berrichi M., Akhtar Khan N., Benammar H. (2020). Effet de fruits de *Zizyphus lotus* sur l'obésité Implication de *Zizyphus lotus* L. dans la perception gustative et l'amélioration des conditions inflammatoires Paperback-Décembre9,2020, French Édition.
- [52] Blancke R. (2001). Guide des fruits et légumes tropicaux. ULMERJ(Ed). Paris, 286p.
- [53] Borgi W., BouraouiA., Chouchane N. (2007(b)). Antiulcerogenic activity of *Zizyphus lotus* (L.) extracts. Journal of Ethnopharmacology, n°12, p.228-231.
- [54] Borgi W., Chouchane N. (2007). Activité anti-inflammatoire des saponosides des écorces de racines de *Zizyphus lotus* (L.). Revue des Régions Arides,1 :283-286
- [55] Borgi W., Chouchane N. (2009). Anti-spasmodic effects of *Zizyphus lotus* (L.) Desf. Extracts on isolated rat duodenum. Journal of Ethnopharmacology, 126(3), 571-573.
- [56] Borgi W., Ghedira K., Chouchane N. (2007(a)). Anti-inflammatory and analgesic activities of *Zizyphus lotus* root barks. Fitoterapia, n° 78, p.16-19.
- [57] Borgi W., Recio M.C., Rios J.L., Chouchane N. (2008). Anti-inflammatory and analgesic activities of flavonoid and saponin fractions from *Zizyphus lotus* (L.) Lam. South African Journal of Botany.74(2), 320-324.

- [58] Borgi W., Recio M-C., Rios J L., Chouchane N. (2007). Anti-inflammatory and analgesic activities of *Ziziphus lotus* root barks. *Fitoterapia.South African Journal of Botany*.78(1), 16-19
- [59] Bougandoura N., et Bendimerad N. (2013). Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamintha* ssp. *Nepeta* (L.) Briq. *Nature & Technologie*, (9) : 15.
- [60] Bougandoura N., et Bendimerad N. (2012). Effet antifongique des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamintha* ssp. (*Nepeta*) briq. *Revue des Bio Ressources*, 2 :1-7.
- [61] Boukef K. (1968). Les plantes dans la médecine traditionnelle tunisienne. *Medecine traditionnelle et pharmacopie*. Agence de Coopération Culturelle et Technique. Paris.61p.
- [62] Boulanouara M., Abdelaziza G., Aazzab S., Gagob S., Miguel G. (2013). Antioxidant activities of eight Algerian plant extracts and two essential oils. *Industrial Crops and Products*, 46 : 85–96.
- [63] Brosse J. (2000). *Larousse des arbres et des arbustes*. Larousse (Ed). Canada, 576p.
- [64] Catoire C., Zwang H and Bouet C. (1994). Le jujubier ou le *Zizyphus lotus*. *Fruits oubliés*. Article n°1.
- [65] Cavalier C., Dupriez C., Huret J. M., Louisar L., Nebon D., Mence L., et al. (2015). La phytothérapie ou « l'art de soigner par les plantes... ». *La Phytothérapie parmi les autres moyens thérapeutiques*. Unité d'enseignement 2.11 semestre 5 « pharmacologie et thérapeutiques ». P 12.
- [66] Chabrier J. Y. (2010). *Plantes médicinales et formes d'utilisation en phytothérapie*. Université Henri Poincaré, Nancy 1 faculté de pharmacie Année universitaire 2009-2010. P 107.
- [67] Chen J., Liu X., Li Zh., Qi A., Yao P., Zhou Zh., Dong T.T.X., Tsim K.W.K. (2017). A review of dietary *Ziziphus jujuba* fruit (jujube) : developing health food supplements for brain protection. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2017. Article ID 3019568.
- [68] Chen J., Tsim K.W.K. (2020). A Review of Edible Jujube, the *Ziziphus jujuba* Fruit : A Health Food Supplement for Anemia Prevalence. *Front. Pharmacol.*p11.
- [69] Choi Y. M., Noh D. O., Cho S. Y., Suh H. J., Kim K. M., et Kim J. M. (2006). Antioxidant and antimicrobial activities of propolis from several regions of Korea. *LWT*, 39 : 756-761.
- [70] Chouaibi M., Mahfoudhi N., Rezig L., Donsi F., Ferrari G and Hamdi S. (2011). Nutritional composition of *Zizyphus lotus* L. seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 6 : 1171–1177.

- [71] Chouaibi M, Mahfoudhi N, Rezig L. (2012). Nutritional composition of *Zizyphus lotus* L. seeds. *J Sci Food Agric*, 92 : 1171–1177.
- [72] Chouaibi, M., Rezig, L., Mahfoudhi N., Arafa S., Donsi F., Ferrari G., Hamdi S. (2013). Physicochemical characteristics and antioxidant activities of *Zizyphus lotus* L. seed oil. *Journal of Food Biochemistry* 2013, 37, 554-563.
- [73] Clifford S-C., Arndt S-K., Corett J-E., Joshi S., Sankhala N., Popp M. (1998). The role of solute accumulation, osmotic adjustment and changes in cell wall elasticity in drought tolerance in *Zizyphus mauritiana* lam. *Journal of experimental Botany*, 49 : 967-977.
- [74] Christy E J., Jashothan P T J. (2012). In vitro control of *Staphylococcus aureus* (NCTC 6571) and *Escherichia coli* (ATCC 25922) by *Ricinus communis* L, *Asian Pacific Journal Of Tropical Biomedicine*, pp 717-721. Sri lanki.
- [75] Daneshmand F., Zare-Zardini H., Tolueinia B., Hasani Z., Ghanbari T. (2013). Crude extract from *Zizyphus Jujuba* fruits, a weapon against pediatric infectious disease. *Iranian Journal of Pediatric Hematology Oncology*.3(1) :216-21.
- [76] Debuigne G. (1974). *Larousse des plantes qui guérissent*, Edition Larousse.
- [77] Diskon H-R., 1995. *The wildflowers of Kuwait and Bahrain*. London : George Allen.
- [78] Elaloui M., Ennajah A., Ghazghazi H., Ben Youssef I., Ben Othman N., Rabeh H.M., Khouja A. & Laamouri A. (2017) Quantification of total phenols, flavonoides and tannins from *Zizyphus jujuba* (mill.) and *Zizyphus lotus* (L.) (Desf). Leaf extracts and their effects on antioxidant and antibacterial activities. *International journal of secondary metabolite* 4,18-26.
- [79] Eley J.G., Dovlatabadi H. (2002). Permeability enhancement activity from *Zizyphus jujuba*. *Pharmaceutical Biology*. 7(1)
- [79] El Hachimi F., Alfaiz C., Bendriss A., Cherrah Y., Alaoui K. (2017). Dans la phytothérapie. Activité anti-inflammatoire de l'huile des graines de *Zizyphus Lotus* (L.) Desf. *Phytothérapie* (2017) 15 :147-154
- [80] Elqaj M., Ahami A., et Belghyti D. (2007). La phytothérapie comme alternative à la résistance des parasites intestinaux aux antiparasitaires. Journée scientifique "ressources naturelles et antibiotiques". Maroc.

- [81] Epfrain K-D., Osunkwo U-A., Onyeyilli P., Ngulde A., 1998. Preliminary investigation of the possible antinociceptive activity of aqueous leaf extract of *Ziziphus spina-christi*. Indian journal pharmacol, 30 : 271-272.
- [82] Espiard E., 2002. Introduction à la transformation industrielle des fruits. Tec et doc (Ed). 360p.
- [83] Farnsworth N. R., Akerele O., Bingel A. S., Soejarto D. D., et Guo Z. (1986). Places des plantes médicinales dans la thérapeutique. Bulletin de l'organisation mondiale de la santé, 64 (2) : p 159-175.
- [84] Fekih N. (2015). Propriétés chimiques et biologiques des huiles essentielles de trois espèces du genre *Pinus* poussant en Algérie. p8.
- [85] Ferhat R., 2008. Etude de la fraction lipidique et la composition en acides gras des fruits Food Chem, 51 : 7292-7295p.
- [86] Festy D. (2008). 100 Réflexes Aromatherapie : Je me soigne avec les huiles essentielles, Pratiques Efficaces et Faciles, Ed Leduc. S, p. 6-20.
- [87] Gao Q.H., Wu C.S., Wang M. (2013). The jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) fruit : a review of current knowledge of fruit composition and health benefits, J. Agric. Food Chem. 61 (14) 3351–3363.
- [88] Ganachari M.S., Kumar Sh. (2004). Anti-ulcer properties of *Ziziphus jujuba* Lam leaves extract in rats. Journal of Natural Remedies.41 : 47-51.
- [89] Gast M., Chaker S. (2004). Jujubier, in 26 | Judaïsme – Kabylie, Aix-en-Provence, Edi sud (« Volumes », no 26), 2004, p. 3979-3982.
- [90] Ghalem M. (2014). Effets antioxydants et anti-inflammatoires des extraits de *Zizyphus lotus* et *Anthyllis vulneraria*. Thèse de doctora en physiologie et biochimie de la nutrition. Université Aboubekekr belkaid-Tlemcen, 160p.
- [91] Ghazghazi H., Aouadhi C., Riahi L., Maaroufi A., Hasnaoui B. (2014). Fatty acids composition of Tunisian *Ziziphus lotus* L. (Desf.) fruits and variation in biological activities between leaf and fruit extracts. Natural product research, 28(14), 1106-1110.
- [92] Ghedira K., Chemli R., Caron C., Nuzillard J. M., Zeches M. (1995). Le Men-Olivier L : Four cyclopeptide alkaloids from *Zizyphus lotus*. Phytochemistry.

- [93] Ghedira K, Chemli R, Richard B, et al., (1993). Two cyclopeptide alkaloids from *Zizyphus lotus*. *Phytochemistry*, 32 : 1591–4.
- [94] Ghedira K. (1995) Études des parties aériennes d’*Ajuga Iva* L. Schreb et des écorces de racines de *Zizyphus lotus* (L.) Desf. Thèse d’État ès sciences pharmaceutiques, faculté de pharmacie. Monastir (Tunisie).
- [95] Ghedira K. (2013). *Zizyphus lotus* (L.) Desf. (Rhamnaceae) : jujubier sauvage. *Ethnobotanique–monographie*, vol.11, p.149-153.
- [96] Ghedira A., Lysias Derrida C., 2007. Jujube Fruit : a magic fruit berry for emotion controlling and more. *Pure Herb and extract processing and formation*.7(4) :315-321
- [97] Goetz P., 2009. Mise en évidence d’un effet psychotrope de la teinture m`rede *Zizyphus jujuba* Mill. *Phytothérapie*, 7 :31-36.
- [98] Gorai M., Maraghni M., Neffati M., 2010. Relationship between phenological traits and water potential patterns of the wild jujube *Zizyphus lotus* (L.) Lam. In southern Tunisia. *Plant Ecology and Diversity* ,3 : 273–280.
- [99] Grosskinsky B et Gullick C. (2000). Exploring the potential of Indigenous Wild Food Plants in Southorn Sudan. USAID (Ed). Sudan. 111p
- [100] Gupta R.B., Sharma S., Sharma J.R. and Goyal R. (2004) Study on the physicochemical characters of fruits of some wild and cultivated forms/spp. (*Zizyphus spp.*). *Haryana Journal of Horticultural Sciences* 33 : 167-16
- [101] Gusakova S. D., SagduUaev Sh. Sh., Aripov Kh. N., Basher K. H. C., Kurkcuoglu M., Emirci B.,1999. Isomers of palmitoleic acid in lipids and volatile substances from the fruits of *Zizyphus jujuba*. *Chemistry of Natural Compounds*, 35 (4) : 401-403.
- [102] Hagerman A. E. (2002). Tannin Chemistry ([www.users.muohio.edu/hagermae](http://www.users.muohio.edu/hagermae)).
- [103] Halimi K. (2016). Contribution à l’étude phytochimique et physico-chimique des sols et des eaux d’irrigation de *Zizyphus Lotus* (cas de la région de zenata). Diplôme de master en agronomie. Université de Tlemcen 30-72.
- [104] Hammi H., Mkadmini K. H., Jdey. Abdelly CH., Majdoub H., Ksouri R. (2015). Optimization of ultrasound-assisted extraction of antioxidant compounds from Tunisian *Zizyphus lotus* fruits using response surface methodology. *Food chemistry*, 184, 80-89.

- [105] Hammi K., Essid R., Khadraoui N., Ksouri R., Majdoub H., Tabbene O. (2022). Antimicrobial, antioxidant and antileishmanial activities of *Ziziphus lotus* leaves. 6 ;204(1) :119.
- [106] Hani A., Zouani M., Mimoune N., Ainouz L., Djellout B. (2020). Evaluation of Anti-inflammatory and Antidiarrhoeal Activity of Leaf Aqueous Extracts of *Zizyphus Lotus* (L) in Albino Wistar Rats. Bulletin UASVM Veterinary Medicine. 77(1) /2020
- [107] Hans W. K. (2007). 1000 plantes aromatiques et médicinales. Terre édition. P 6-7.
- [108] Hemmati M., Zohoori E., Mehrpour O., Karamian M., Asghari S., Zarban A., Nasouti R. (2015). Antiatherogenic potential of jujube, saffron and barberry : anti-diabetic and antioxidant actions. EXCLI Journal. 14 : 908–915.
- [109] Hoshyar R., Mohaghegh Z., Torabi N., Abolghasemi A. (2015). Antitumor activity of aqueous extract of *Ziziphus jujube* fruit in breast cancer : An in vitro and in vivo study. Asian Pacific Journal of Reproduction. 4(2) : 116-122.
- [110] Hovaneț M.V., Ancuceanu R.V., Dinu M., Oprea E., Budura E.A., Negreș S., Velescu B.S., Duțu L.E., Anghel I.A., Ancu I., Moroșan E., Șeremet O.C. (2016). Toxicity and anti-inflammatory activity of *Ziziphus jujuba* Mill. Leaves. 64(5) : 802-805.
- [111] Hseini S., Kahouadji A., 2007. Etude ethnobotanique de la flore médicinale dans la région de Rabat (Maroc occidental). LAZAROA, 28 : 79-93.
- [112] Huang X., Kojima-Yuasa A., Norikura T., Kennedy D.O., Hasuma T., Matsui-Yuasa I. (2007). Mechanism of the anti-cancer activity of *Zizyphus jujuba* in HepG2 cells. The American Journal of Chinese Medicine. 35(3) : 517-32.
- [113] Hussein H.M., El-Sayed E.M., Said A.A. (2006). Antihyperglycemic, antihyperlipidemic and antioxidant effects of *Zizyphus spina* Christi and *Zizyphus jujuba* in alloxan diabetic rats. International Journal of Pharmacology. 2(5): 563-570.
- [114] Hutchens AR., 1973. Indian Herbalogy of North America. Shamhala (Ed). Boston, p382.
- [115] Iserin P., Masson M., Restellini J. P., Ybert E., De Laage de Meux A., Moulard F., et al. (2001). Larousse des plantes médicinales : identification, préparation, soins. Edition Larousse. P 6-12.
- [116] Jeyakumar S. M., Vijaya Kumar P., Giridharan N. V., et Vajreswari A. (2011). Vitamin A improves insulin sensitivity by increasing insulin receptor phosphorylation through protein

tyrosine phosphatase 1B regulation at early age in obese rats of WNIN/Ob strain. Doi : 10.1111/j.1463-1326.2011.01407.x. Diabetes, Obesity and Metabolism, 13 (10) : 955-958.

[117] Kabera, J., Koumaglo, K.H., Ntezurubanza, L., Ingabire, M.G., & Kamagaju, L. (2005). Caractérisation des huiles essentielles d'*Hyptis spicigera* Lam., *Pluchea ovalis* (Pers.) DC. Et *Laggera aurita* (LF) Benth. Ex. CB Clarke, plantes aromatiques tropicales. Etudes rwandaises 10 : 7-18.

[118] Kaeidi A., Taati M., Hajializadeh Z., Jahandari F., Rashidipour M. (2015). Aqueous extract of *Zizyphus jujuba* fruit attenuates glucose induced neurotoxicity in an in vitro model of diabetic neuropathy. Iranian Journal of Basic Medical Sciences. 18(3) : 301–306.

[119] Kamiloglu Ö., Ercisli S., Engül M., Toplu C., Serçe S. (2009) Total phenolics and antioxidant activity of jujube (*Zizyphus jujube* Mill.) genotypes selected from Turkey. African Journal of Biotechnology Vol. 8 (2), pp. 303-307.

[120] Kang D-G., Yun C-K., Lee H-S. (2003). Screening and comparison of antioxidant activity of extracts of herbal medicines used in Korea. Journal of Ethnopharmacology, 87 :231-236.

[121] Kanko C., Sawaliho B.E.H., Kone S., Koukoua G., N'Guessan Y.T. (2004). Étude des propriétés physico-chimiques des huiles essentielles de *Lippia multiflora*, *Cymbopogon citratus*, *Cymbopogon nardus*, *Cymbopogon giganteus*. Comptes rendus chimie 7.10-11 : 1039-1042.

[122] Keshavarzi M., Rezaie M.B., Miri S.M. (2013). Study of *Stachys lavandulifolia* Vahl application in Iran. 3<sup>rd</sup> National Congress on Medicinal Plants, Amol, Iran.

[123] Keshavarzi M., Rezaie M.B., Miri S.M. (2014a). Chemical composition of the essential oils extracted *Stachys lavandulifolia* Vahl in Iran. 3<sup>rd</sup> National Congress on Medicinal Plants, Mashhad, Iran.

[124] Keshavarzi M., Rezaie M.B., Miri S.M. (2014b). Quantitative and qualitative evaluation of the essential oil of different populations of *Stachys lavandulifolia* Vahl. In Iran. Second National Conference on Medicinal Plants and Sustainable Agriculture, Hamedan, Iran.

[125] Keshavarzi M., Rezaie M.B., Miri S.M. (2015a). Evaluation of morphological and phytochemical of *Stachys lavandulifolia* Vahl in field conditions. 4<sup>rd</sup> National Congress on Medicinal Plants, Tehran, Iran.

- [126] Keshavarzi M., Rezaie M.B., Miri S.M. (2015b). Phytochemical composition of the essential oil of different populations of *Stachys lavandulifolia* Vahl in Iran. 4rd National Congress on Medicinal Plants, Tehran, Iran.
- [127] Khouchlaa A., Talbaoui A., El Yahyaoui El Idrissi A., Bouyahya S., Ait Lahsen S., Kahouadji A., Tijan M. (2017). Détermination des composés phénoliques et évaluation de l'activité litholytique in vitro sur la lithiase urinaire d'extrait de *Zizyphus Lotus* d'origine marocain. *Phytothérapie* (2018) 16 :14-19
- [128] Kurihara Y. (1992) Characteristics of anti sweet substances, sweet proteins and sweetness inducing proteins. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 32 : 231-252.
- [129] Kurihara Y., Oohubo K., Tasaki H., Kodama H., Akiyama Y., Yagi A., Halperm B. (1988). Studies on taste modifiers. I Purification and structure in leaves of *Zizyphus jujuba*. *Tetrahedron* 44 :61-66.
- [130] Lahlou M., El Mahi M., Hamamouchi J. (2002). Evaluation of antifungal and molluscidal activities of Moroccan *Zizyphus lotus* (L.) Desf. *Annales Pharmaceutiques Françaises*.60,410-414.
- [131] Lahmer N., Messai S. (2017). Etude phytochimique et biologique des extrait aqueux et méthanoïque des écorces des racines du *Zizyphus lotus L.*, diplôme de master. *Biochimie et biochimie moléculaire de santé. Université des frères Mentourie Constantine* 58,25,27.
- [132] Lamourri A., Ammar Y., Albouchi A., Sghaier T., Mguis K et Akrimi N.2008. Comparative study of the root system growth and development of three Tunisian jujube species. *Geo-Eco-Trop*, 32 :37 – 46.
- [133] Le Crouéour, G., Thépenier, P., Richard, B., Petermann, C., Ghédira, K., &ZèchesHanrot, M. (2002). Lotusine G: a new cyclopeptide alkaloid from *Zizyphus lotus*. *Fitoterapia*, 73(1), 63-68.
- [134] Le Floc'h E., 1983. Contribution à une etude ethnobotanique de la fore de la Tunisie. *Programme Flore et Végétation Tunisiènne. Publications Scientifiques Tunisiennes. Tunis.* p.150–1.
- [135] Lee K. W., Kim Y. J., Lee H. J. et Lee C. Y. (2003). Cocoa Has More Phenolic Phytochemi-Cals and a Higher Antioxidant Capacity than Teas and Red Wine. *J. Agric. Food Chem*, 51 : 7292-7295.

- [136] Letaïef T., Garzoli S., LaghezzaMasci V., Mejri J., Abderrabba M, Tiezzi A., OvidiE. (2021). Composition chimique et activités biologiques des extraits tunisiens de *Ziziphus lotus* : évaluation de l'effet desséchant, de l'extraction par solvant et des parties végétales extraites. 11(4) : 501-508.
- [137] Li H.B., Cheng K.W., Wong C.C., Fan K.W., chen F., Tian Y. (2007). Evaluation of antioxidant capacity and total phenolic content of different fraction of selected microalgae. Food Chimestry.Pp771-776.
- [138] Li J-W., Ding S-D., Ding X-L. (2005). Comparison of antioxidant capacities of extracts from five cultivars of Chinesejube.ProcessBiochemistry, 40 :3607-3613.
- [139] Li J-W., Fan L-P., Ding S-D., Ding X-L. (2007). Nutritional composition of five cultivars of Chinese jube. Food Chemistry, 103 : 454-460.
- [140] Liu G., Liu X., Zhang Y., Zhang F., Wei T., Yang M., Wang K., Wang Y., Liu N., Cheng H. (2015). Hepatoprotective effects of polysaccharides extracted from *Zizyphus jujube* cv. Huanghetan. International journal of biological macromolecules. 76, 169-175.
- [141] Loucif M., Hamida F. (2019). Etude phytochimique de *Zizyphus Lotus* des régions Ain smara et Tamalous. Diplôme master biodiversité et physiologievégétales. Université des frères Mentouri, Constantine.20-28-43-70p.
- [142] Maciuk, A., Lavaud, C., Thépenier, P., Jacquier, M. J., Ghédira, K., &ZèchesHanrot, M. (2004). Four new dammarane saponinsfrom *Zizyphus lotus*. Journal of natural products, 67(10), 1639-1643.
- [143] Mahajan R.T., Chopda M.Z. (2009). Phyto-pharmacology of *Zizyphus jujuba* Mill- A plant review. PharmacognosyReview.
- [144] Mahboba B., Naili Rabia O., Alghazeer Nabil A., Saleh, Asma Y. Al-Najjar. (2010). Evaluation of antibacterial and antioxidant activities of *Artemisia campestris* (Astraceae) and *Zizyphus lotus* (Rhamnacea). Arabian Journal of Chemistry, 3(2) : 79-84.
- [145] Mahmoudi S., Khali M., et Mahmoudi N. (2012). Étude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*Cynarascolymus* L.). Revue « Nature & Technologie ». B- Sciences Agronomiques et Biologiques 2013, 9 : 36.
- [146] Mc Lafferty FW, Stauffer DB. (1991). TheWiley/NBS registry of mass spectral data. 5th Edition, J. Wiley and Sons, New York.

- [147] Mesrane K (2018). Optimisation de l'extraction assistée par l'ultrason des composés phénoliques du Jujubier *Zizyphus Lotus*. Diplôme de master, science alimentaire, agroalimentaire et contrôle de qualité. Université Akli Mohamed Oulhadj-bouira.18-43p.
- [148] Meziani A. (2017). Evaluation de l'activité antioxydante de l'huile essentielle des feuilles de l'oranger amère (*Citrus aurantium*) seule et combinée avec la vitamine E (Doctoral dissertation, Université de Bouira).
- [149] Michel C. G., Nesseem D. I., Ismail M. F. (2011). Anti-diabetic activity and stability study of the formulated leaf extract of *Zizyphus spina-christi* (L.) Willd with the influence of seasonal variation. Journal of ethnopharmacology, 133, 53-62.
- [150] Millogo H., Guisson I. P., Nacoulma O., Traore A. S. (2005). Savoir traditionnel et médicaments traditionnels améliorés. Colloque du 9 décembre. Centre européen de santé humanitaire –Lyon.
- [151] Moreau B. (2003). Maître de conférences de pharmacognosie à la faculté de Pharmacie de Nancy. Travaux dirigés et travaux pratiques de pharmacognosie de 3ème année de doctorat de pharmacie.
- [152] Morishita S., Mishima Y., Hirai Y., Saito T., Shoji M. (1987). Pharmacological studies of water extract of the *Zizyphus* seed and the *Zizyphus* seed containing drug Pharmacological. General pharmacology, 18 : 637-641.
- [153] Mothana R.A.A. (2011). Anti-inflammatory, antinociceptive and antioxidantactivities of the endemic *Sogotraen Boswellia elongata* Balf. F. and *Jatropha uncostata* Balf.F.in different experimental models. Food and Chemical Toxicology 49 (10), 2594-2599.
- [154] Nadeem M., Ur-Rehman S., Anjum FM. (2011). Textural profile analysis and phenolic content of some date palm varieties. Journal of agricultural Research, 49 : 525-539.
- [154] Naik S.R., Bhagat S., Shah P.D., Tare A.A., Ingawale D., Wadekar R.R. (2013). Evaluation of anti-allergic and anti-anaphylactic activity of ethanolic extract of *Zizyphus jujuba* fruits in rodents. Revista Brasileira de Farmacognosia.
- [155] Najjaa H., Ben Arfa A., El falleh W., Zouari N., Neffati M. (2020). Jujube (*Zizyphus lotus* L.) : Benefits and its effects on functional and sensory properties of sponge cake. Plos one, 15(2), e 0227996.

- [156] Nazif N. (2002). *Phytoconstituents of Zizyphus spina-christi* L. fruits and their antimicrobial activity. *Food Chemistry*, 76 : 77–81.
- [157] Ochoa J. J., Quiles J. L., Ramírez-Tortosa M. C., Mataix J. & Huertas J. R. (2002). Dietary oils high in oleic acid but with different unsaponifiable fractions contents have different effects in *Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 56, 264-270.
- [158] Ouedraogol S-J., Bayala J., Dembe' C., Kaborel A., Kaya B., Niang A., Some A-N., 2006. Establishing jujube trees in sub-Saharan Africa : response of introduced and local cultivars to rock phosphate and water supply in Burkina Faso, West Africa. *Agroforestry Systems*, 68 : 69–80.
- [159] Oroian M. and Escriche I. (2015). Antioxidants Characterization, Natural Sources, Extraction and Analysis. *Food Research International*, 74, 10-36.
- [160] Pareek, O.P. (2002). *Ber-Zizyphus mauritania*. Available by International Centre for Underutilized crops, University of Southampton, Southampton.
- [161] Punt, W., Marks, A., and Hoen, P. (2003). Rhamnaceae, Review of palaeobotany and palynology, 123 :57-66.
- [162] Quezel P et Santa S. (1962). Nouvelle flore de l'Algérie et régions désertiques méridionales. Tome 2. Centre national de la recherche, Paris ,565p.
- [163] Quezel, P. S. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales ; 1963, 618-619.
- [164] Rais C., Slimani C., Benidir M., Elhanafi L., Zeouk Je., Errachidi F., El Ghadraoui L, Louahlia S. (2020). Graines de *Zizyphus lotus* : Propriétés curatives in vivo de l'huile végétale. Article ID 1724543, p8.
- [165] Rajaei A., Salarbashi D., Asrari N., Bazzaz B.S.F., Aboutorabzade S.M., Shaddel R. (2020). Antioxidant, antimicrobial, and cytotoxic activities of extracts from the seed and pulp of Jujube (*Zizyphus jujuba*) grown in Iran. 9(2) : 682–691.
- [166] Ramdane F., Hadj M. M. (2018). Contribution à l'étude des activités biologiques de quelques plantes médicinales du Sahara algérien : *Nauplius graveolens*, *Zizyphus lotus* et *Capparis spinosa*. Diss. 9 (30), 820-827
- [167] Reich L. (1991). Un common fruits worthy of attention. Reading. Mass. Addison-Wesley, pp. 139-146.

- [168] Rekha S., and Chandrashekhara S. (2014). Anti-fertility effect of *Ziziphus jujuba* Mill. World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. 3(3) : 1363-1370.
- [169] Richardson J-E., Chatrou L-W., Mols J-B., Erkens H-J., Pirie M-D. (2004). Historical biogeography of two cosmopolitan families of flowering plants : Annonaceae and Rhamnaceae. Philosophical Transactions of the Royal Society B, 359(1450) : 1495–1508
- [170] Riesterer L., Jaques R. (1970). The Influence of Anti-inflammatory Drugs on the Development of an Experimental Traumatic Paw Oedema in the Rat. Pharmacology. 15 :445–460
- [171] Robert P., Rey-Debove J. et Rey A. (2010). Le nouveau Petit Robert de la langue française, dictionnaire alphabétique et analogique de la langue française. Edition Le Robert : Paris, France.
- [172] Roughani A., Miri S.M., Hassandokht M.R., Moradi P., Abdossi V. (2018). Agromorphological study on several accessions of garden cress (*Lepidium sativum*-Brassicaceae) in Iran. Pakistan Journal of Botany. 50(2) : 655-660.
- [173] Rsaissi N., EL Kamili., Bencharki B., Hillali L., Bouhache M. (2013). Wild jujube *Ziziphus Lotus* (L.) Desf. International Journal of Scientific Antimicrobial activity of fruits extracts of the & Engineering Research. vol. 4, pp. 1521–1528,
- [174] Ruiz-Rodriquez B-M., Morales P., FernandezRuiz V. (2011). Valorization of wild straw berry-tree fruits (*Arbutusunedo* L.) through nutritional assessment and natural production data. Food Research International, 44 : 1244-1253.
- [175] Saiah H., Allem R., El Kebir F. (2016). Antioxidant and antibacterial activities of six Algerian medicinal plants. International journal of pharmacy and pharmaceutical sciences, 8 : 368-374.
- [176] Salhi S., Fadli M., Zidane L., Douira A. (2010). Etudes floristique et ethnobotanique des plantes médicinales de la ville de Kénitra (Maroc). Lazaroa, 31, 133.
- [177] Sampath Kumar Ch., Arutla R., Swaroopa D., and Sridhar Rao K. (2012). Wound healing potential of *Ziziphus jujuba* bark extract on albino rats. International Journal of Research in Ayurveda and Pharmacy. 3(6) : 830-832.
- [178] Sun B, NurhanYildirim A. (2010). Phenolic, alpha-tocopherol, beta-carotene and fattyacid composition of four promising jujube (*Ziziphus jujuba* Miller) selections ; Journal of Food Composition and Analysis, 23 : 706–710.

- [179] Sanchez-Moreno C. (2002). Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. *International Journal of Foods Science and Technology*, 8 : 121-137.
- [180] Scimeca D. (2007). *Les plantes du bonheur*, Ed. Alpen, p.12-17.
- [181] Shad A.A., Ahmad Sh., Ullah R., AbdEl-Salam N.M., Fouad H., Ur Rehman N., Hussain H., Saeed W. (2014). Phytochemical and biological activities of four wild medicinal plants. *The Scientific World Journal*. 2014 : 857363.
- [182] Shams Olshoara Y., Javadi H., Miri S.M. (2017). Evaluation of cytogenetic diversity of eight populations of three *Astragalus* species. 6th Congress of Agriculture and Sustainable Natural Resources, Tehran, Iran.
- [183] Sharma V. K., Chauhan N. S., Lodhi S., Singhai A. (2009). Anti-depressant activity of *Zizyphus xylopyrus*. *International Journal of Phytomedicine*. 1. 12-17.
- [184] Smith V.V., Halpern B.P. (1983). Selective suppression of judged sweetness by *Ziziphins*. *Physiol Behav* 30 : 867-874.
- [185] Solayman, M., Asiful, I.M., Paul, S., Ali, Y., Khalil, M., Alam, N., Gan, S.H. (2016). Physicochemical properties, minerals, trace elements, and heavy metals in honey of Different origins : A comprehensive review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15, 219–233
- [186] Sudharsan C. and Hussain J. (2003). In vitro clonal propagation of a multipurpose tree, *Ziziphus spina-christi* (L.) Desf. *Turkish Journal of Botany*, 27 : 167-171.
- [187] Suksamrarn S., Suwannapoch N., Aunchai N., Kuno M., Ratananukul P., Haritakum R., Jansakul C., Ruchirawat S. (2005). Ziziphine N, O, P. New antiplasmodial cyclopeptide alkaloids from *Zizyphus oenoplia* var. *Brunoniana*. *Tetrahedron*, 61 : 1175-1180.
- [188] Su P., Liu Scientia X. (2005). Photosynthetic characteristics of linze jujube in conditions of high temperature and irradiation. *Horticulturae*, 104 : 339–350.
- [189] Suttisri R., Lee I.S., Kinghorn A.D. (1995). Plant-derived triterpenoid sweetness inhibitors. *Journal of Ethnopharmacology* 47 : 9-26
- [190] Taanaka Y., Sanada S. (1991). Studies on the constituents of *Zizyphus jujuba*
- [191] Tahergorabi Z., Abedini M.R., Mitra M., Fard M.H., Beydokhti H. (2015). “*Zizyphus jujuba*” : A red fruit with promising anticancer activities. *Pharmacognosy Reviews*.

- [192] Tamaguelt, O., & Amzal, H. (2016). Optimisation d'extraction assistée aux ultrasons de composés phénoliques et l'activité antioxydante des différentes parties de *Ziziphus jujuba* (feuilles, pulpe et graines).
- [193] Teixeira B., Marques A., Ramos C. (2013). Chemical composition and antibacterial and antioxidant properties of commercial essential oils. *Industrial Crops and Products*, 43 : 587– 595.
- [194] Toguyeni A. (1996). La croissance différentielle liée au sexe chez le tilapia (poissons : Cichlidae), *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) : Contribution des facteurs génétiques, nutritionnels, comportementaux, et recherche d'un relais d'un relais endocrinien. Thèse de doctorat. Mention : Biologie et Agronomie. Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes. Université de Rennes 1. 158p.
- [195] Tripathi M.K., Santra A., Chaturvedi O.N., Karim S.A. (2004). Effect of sodium (Eds). Paris, 283p. (L.). *Trees-Burlin-*, 21 : 55-63.
- [196] Valavi M., Mezginejad F., Haghghi F., Hemmati M., Zarban A., Rabiei Gask E. (2016). Effectiveness of aqueous and alcoholic extracts of barberry, jujube, and saffron against oxidative stress in Streptozotocin-induced diabetic rats. *Modern Care Journal*. 13(3) : e11162.
- [197] Veeresh S.K. (2010). Anthelmintic activity of *Zizyphus jujuba* Mill & Lamk. *Pharmacognosy Journal*. 2, 63-65.
- [198] Wahida B., Abderrahman B., Nabil C. (2007). Antiulcerogenic activity of *Zizyphus lotus* (L.) extracts. *Journal of Ethnopharmacology*, 112(2), 228-231.
- [199] Winter CA, Risley EA, Nuss GW. (1962). Carrageenin induced edema in hind paw of the rat as an assay for anti-inflammatory drugs. *Proceedings of the society for experimental biology and medicine*, 111(3) : 544-547.
- [200] Yazdanpanah Z., Ghadiri-Anari A., Vahidi Mehrjardi A., Dehghani A., Zare Zardini H., Nadjarzadeh A. (2017). Effect of *Zizyphus jujube* fruit infusion on lipid profiles, glycaemic index and antioxidant status in type 2 diabetic patients : A randomized controlled clinical trial. *Phytotherapy Research*. 31(5) : 755-762.
- [201] Younos C. (2008). Plantes mentionnées dans le saint Coran et dans la Tradition prophétique. Editions Bamiyan, 168.
- [202] Zazouli S., Chigr M., Ramos P., Rose D., Castro M., Jouaiti A., Duarte M., Santos S., Silvestre A. (2022). Chemical Profile of Lipophilic Fractions of Different Parts of *Zizyphus lotus*

L. by GC-MS and Evaluation of Their Antiproliferative and Antibacterial Activities. 13 ;27(2) :483

[203] Zhang L., Liu X., Wang Y., Liu G., Zhang Z., Zhao Z., Cheng H. (2017). In vitro antioxidative and immunological activities of polysaccharides from *Zizyphus Jujuba* cv. Muzao. International journal of biological macromolecules. 95, 1119-1125.

[204] Zhao Z., Liu M., Tu P. (2008). Characterization of water-soluble polysaccharides from organs of Chinese Jujube (*Zizyphus jujuba* Mill. cv. Dongzao). European Food Research and Technology. 226 (5) : 985-989.

[205] Nikdehghan, S. Naghavi, M.R. Miri, S.M. (2013a). Morphological evaluation of different subspecies of marjoram (*Origanum vulgare*) from Iran. 8th National Horticultural Science Congress of Iran, Hamedan, Iran (in Farsi).

[206] Nikdehghan, S. Naghavi, M.R. and Miri, S.M. (2013b). Variety of essential oil compounds between 6 ecotypes of Marjoram (*Origanum vulgare* ssp. *Viride*) native of Iran. First National Conference on Medicinal Plants and Sustainable Agriculture, Hamedan, Iran.

[207] Memon A., Memon N., Bhangar M.I., Luthria D.L., 2013. Assay of phenolic compounds from four species of ber (*Zizyphus mauritiana* L.) fruits : Comparison of three base hydrolysis procedure for quantification of total phenolic acids. Food Chemistry, 139 : 496–502.

[208] APG IV, 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants : APG IV. Botanical Journal of the Linnean Society, 181 : 1–20

[209] Asatryan A., Tel-Zur N., 2014. Intraspecific and interspecific crossability in three *Zizyphus* species (Rhamnaceae). Genetic Resources and Crop Evolution, 61 :215–233.

[210] Kaleem W.A., Muhammad N., Khan H., Rauf A., 2014. Pharmacological and Pytochemical Studies of Genus *Zizyphus*. Middle-East Journal of Scientific Research, 21 (8) : 1243- 1263.

[211] Ghost A., Lysias D.C., 2007. Jujube Fruit : a magic fruit berry for emotion controlling and more. Pure Herb and extract processing and formation.

[212] Si Bennasseur Alaoui. (2005). *Zizyphus lotus* : Biology, Morphology, anatomy, physiology, distribution and ethnobotany.

[213] Chopda, M.Z. Nemade, N.V. and Mahajan, R.T. (2014). Wound healing activity of root of *Zizyphus jujuba* Mill in rat model. World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. 3(9) : 830-836.

- [214] Chevallier A. (1947). Les Jujubiers ou Ziziphus de l'Ancien monde et l'utilisation de leurs fruits. *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*, Année 1947, 301-302. p. 470-483
- [215] Boudraa S., Ham baba L., Zidane S. et Boudraa H. (2010). Mineral and vitamin composition of fruits of five underexploited species in Algeria : *Celtis australis* L., *Crataegus azarolus* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Elaeagnus angustifolia* L. and *Zizyphus lotus* L. *Fruits*. 65(02) : 75-84
- [216] Belford, R. (1994). Chinese herbal medicine treatment of chronic hepatitis. *Australian Journal of Medical Herbalism*, 6 (4), 94-98.