

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE

DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE



Réf : ...../UAMOB/FSNVST/2023

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV

Filière : Biologie

Spécialité : biochimie appliquée

Présenté par :

*Khelif soumia & Saadi manel*

### *Thème*

**Activité antioxydante des feuilles de Jujubier (*Zizyphus lotus*  
(L.) Lam dans la région de Médéa**

Soutenu le : 13 / 09 /2023

Devant le jury composé de :

*Nom et Prénom*

*Grade*

*REKAB DJABRI Hamza*

*MCA*

*Univ. de Bouira*

*Président*

*KARBACHE Fatima*

*MCB*

*Univ. de Bouira*

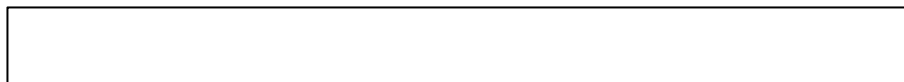
*Promotrice*

*BOUCHIBANE Mebarek*

*MCA*

*Univ. de Bouira*

*Examineur*



## *Remerciements*

*Avant tout on remercie ALLAH le tout puissant, de nous  
avoir  
guidé toutes ces années d'étude et pour d'avoir  
inculquer en nous la  
volonté, la patience et le courage pour terminer ce  
travail.*

*On tient à exprimer nos plus sincères remerciements et  
gratitude à notre Promotrice Mme Karbache Fatima  
pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses conseils  
judicieux, qui ont contribué à alimenter notre réflexion.*

Tout au long de ce travail

Qu'il nous soit permis de remercier Monsieur Rekab Djabri H. qui nous a fait  
l'honneur de présider le Jury de ce mémoire.

On tient à remercier Monsieur Bouchibane M. pour avoir accepté d'examiner ce  
travail et de bien vouloir honorer par sa présence la constitution du jury.

On exprime nos remerciements à Monsieur Mouhamed, à Monsieur Ben alia  
Mohamed, à Monsieur Redouane, à Monsieur Hamza et aux personnels de labo  
pour leur aide précieuse.

Pour terminer , un grand merci à toute personne ayant contribué de près ou de  
loin à l'aboutissement de ce modeste travail.

**Dédicace :**

Avant tout, je tiens à remercier Dieu le tout puissant qui m'a donné la santé, la volonté la patience et m'a guidé à réaliser ce modeste travail

Mes sincères remerciements à la promotrice Mme KARBACHE pour sa patience ses orientations et ses conseils (Je vous aime)

A mes parents que j'aime beaucoup qui m'ont soutenue et encouragée durant mes études par leur dévouement et les énormes sacrifices qu'ils ont faits leur témoigne mon grand respect, toute mon affection et ma profonde gratitude.

A mes très chers frères Moncef, Omar et Aboud ma chère sœur Hadil pour leur soutien et leur encouragements

A mon mari Abd eslam que j'adore, mes sincères remerciements pour toute son aide, soutien et surtout sa patience

A ma très chère fille Ania, tu es la bénédiction de ma vie je t'aime beaucoup

A ma belle Famille que je respecte profondément

A ma binôme «Soumia » que j'aime beaucoup, ainsi que pour sa disponibilité, sa patience tout au long de ce travail. J'ai eu la chance et le plaisir d'effectuer ce travail avec elle

A toutes les personnes que j'aime

**Manel**

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

A l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect : mon cher père Seid.

A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse: mon adorable mère Houria.

A ma chère sœur Bouchra et mon frère Mouhamed qui n'ont pas cessée de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études. Que Dieu les protège et leurs offre la chance et le bonheur. A mon adorable petite sœur Chaima qui sait toujours comment procurer la joie et le bonheur pour toute la famille. A mes grands-mères et mon grand-père ,mes oncles et mes tantes. Que Dieu leur donne une longue et joyeuse vie.

A tous les cousins, les voisins et les amis que j'ai connu jusqu'à maintenant.

Merci pour leurs amours et leurs encouragements.

Sans oublier mon binôme Manel et mon encadreur madame Karbache Fatima pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet

**soumia**

## Liste des abréviations

**CAT** : Catalase.

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

**ERO/ROS** :(espèces réactives de l'oxygène, en anglais : réactive oxygène species).

**GPx** : Glutathion peroxydases.

**GRx** : Glutathion réductases.

**GSH** : Glutathion réduit.

**GSSG** : Glutathion oxydé.

**H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>** : peroxyde d'hydrogène.

**IC<sub>50</sub>** : Concentration inhibitrice à 50%.

**Mg EAG/mg** : Milligramme d'équivalent d'acide gallique par Milligrammes

**Mg EQ/mg** : Milligrammes d'équivalent de quercétine par Milligrammes

**NADPH**: Nicotinamide adenine dinucleotide phosphate.

**NO°** : monoxyde d'azote.

**NOS** : Oxyde nitrique synthases.

**O<sub>2</sub>°**: Anion superoxyde.

**ONOO°**: peroxydinitrite.

**SOD** : superoxyde dismutase.

**µL** : microlitre

**mL** : millilitre

---

**Liste des tableaux**

<b>N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
1	les différents dénominations de <i>Ziziphus lotus</i>	<b>03</b>
2	métabolite primaire de <i>Z. lotus</i>	07
3	métabolite secondaire de <i>Z. lotus</i> .	<b>07</b>
4	le calendrier de plantation de <i>Z. lotus</i>	08
5	Matériels de laboratoire	18
6	teneur en polyphénols dans l'extrait méthanolique et l'extrait aqueux	30
7	Composition en acides gras de l'huile des feuilles de la plante <i>Ziziphus Lotus</i>	

**Liste des figures**

<b>N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
		<b>4</b>
<b>01</b>	La répartition de <i>z.lotus</i> dans le monde.	<b>4</b>
<b>02</b>	Lépartition de <i>z.lotus</i> dans l'Algérie.	<b>5</b>
<b>03</b>	Les feuilles, les fruits et les tiges de <i>z.lotus</i>	
<b>04</b>	.Action des antioxydants sur les radicaux libres	<b>12</b>
<b>05</b>	Les fleurs de <i>z.lotus</i> utilisée dans ce travail	<b>18</b>
<b>06</b>	Principes du dosage de la capacité de piégeage des radicaux DPPH	<b>22</b>
<b>07</b>	Variation des pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations de l'extrait aqueux	<b>28</b>
<b>08</b>	Variation des pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations de l'extrait methanolique.	<b>29</b>
<b>09</b>	Profile des acides gras dans les feuilles de <i>Ziziphus Lotus</i>	<b>30</b>
<b>10</b>	Teneur en cendre dans les feuilles de <i>Ziziphus Lotus</i> en mg/10	<b>31</b>

# Sommaire



**Remerciement****Dédicace****Liste des abréviations****Liste des tableaux****Liste des figures**

Introduction.....1

**Synthèse bibliographique****Chapitre I : Synthèse des données sur *Ziziphus lotus* ( L. )**I.1.Presentation de la  
plante.....3

I.2. Description géographique .....3

I.3. Description botanique .....5

I.4. Classification .....6

I.5. Composition biochimique .....7

I.6. Calendrier de plantation .....8

I.7. Periode de récolte .....8

I.8. Importance économique et alimentaire .....  
.....9I.9. Utilisation de *Ziziphus lotus*  
.....9**Chapitre II : Stress oxydatif et activité antioxydante**

II.1. les polyphénols .....10

II.1.1. classification .....10

II.1.2. la biosynthèse .....10

II.2. le stress oxydatif .....11

II.3.. les radicaux libre .....11

II.3.1.les différente formes des radicaux libres .....	11
II.4 Les antioxydant.....	
.....	12
II.4.1.classification .....	12
II4.1.1.Antioxydants enzymatiques.....	12
II. 4.1.2.Antioxydants non-enzymatiques d'origine endogène.....	12
.....	
II. 4.1.3.Antioxydants d'origine alimentaire .....	12
II.4.1.4.Antioxydants synthétiques.....	12
II.4.2.mécanisme d'action des antioxydants.....	12
II.5. Les huiles essentielles.....	
13	
II.5.1. Les propriétés des huiles essentiell.....	13

## **Partie expérimentale**

### **Chapitre III : Matériels et méthodes**

<b>III.1.Matériels.....</b>	
III.1.1.Matériel végétal .....	18
III.1.2. Matériel de laboratoire .....	
.....	18
<b>III.2.Méthodes.....</b>	
.....	
III.2.1. préparation des extraits.....	21

---

III.2.1.1.préparation de l'extrait aqueux .....	21
III.2.1.2.préparation de l'extrait hydro- alcoolique .....	21
III.2.2.Etude phytochimique.....	21
III.2.2.1.la teneur en humidité .....	21
III.2.2.2.Analyse .....	quantitative 21
III.2.2.2.1.Dosage des polyphénols totaux .....	22
III.2.2.2.2. ....	Protocole 22
III.2.3.Evaluation de l'activité antioxydante par la méthode de piégeage du radical libre DPPH 2,2-Diphényl-1-Picrylhydrazil.....	22
III.2.3.1. Principe .....	22
III.2.3.2. Protocole : .....	23
III.2.4.teneur en acides gras .....	23.
III.2.4.1.extraction par soxhlet.....	23
III.2.4.2.profil en acides gras par chromatographie phase gazeuse .....	24

III.2.4.2.1. Transestérification à froid au moyen d'une solution méthanolique d'hydroxyde de potassium .....  
.....24

III.2.4.2.2. Analyse des acides gras .....  
.....25

III.2.5. Teneur en cendre.....  
.....25

#### **Chapitre IV: Résultat et discussion**

IV.1. Teneur en humidité .....  
.....27

IV.2. Teneur en polyphénols .....  
.....27

IV.3. Évaluation de l'activité antioxydante par la méthode de piégeage du radical libre DPPH.....  
.....28.

IV.4. Profil en acides gras par chromatographie phase gazeuse CPG.....  
29

IV.5. Teneur en cendre.....  
.....30

Conclusion.....32

Références bibliographiques

Résumé

Annexes

# **Introduction**

## Introduction

Le règne végétal est un réservoir largement inexploré ; Les composés biologiquement actifs peuvent être utilisés non seulement comme produits pharmaceutiques, mais aussi en tant que modèle unique qui sert de point de départ pour analogue synthétique et des outils intéressants qui peuvent être mieux utilisés pour comprendre les processus biologiques **(Pushparaj et al., 2004)**.

L'Algérie est un véritable trésor de richesse et de diversité floristique avec environ 4000 espèces et sous-espèces de plantes vasculaires **(Dobignard et Chatelain, 2013 ( Houma, 2023))**.

Zizyphus Lotus est connu sous le nom de Jujube qui appartient à la Famille des Rhamnaceae avec plus de 900 espèces dans 58 genres. **(Punt et al., 2003 (Kaleem et al.,2014))**, est une plante médicinale Largement distribué dans la mer Méditerranée, y compris en Algérie. Les fruits de cette plante sont consommés pour le traitement de maladies. Cette herbe présente des propriétés anti-inflammatoires, anti hypertensives, et antidiabétique, en médecine populaire.

Selon **(Guedira.2013)** et **(Abdoul Aziz et ces collaborateurs.2013)**, de nombreuses études phytochimiques ont montré la présence d'un arsenal de molécules bioactives entre autre les métabolites primaires et secondaires au niveau des différentes parties de la plante du Jujubier Zizyphus lotus (L.).

En effet, il est utilisé pour traiter les diarrhées, les douleurs rhumatismales et contre l'inflammation de la gorge grâce. Par ailleurs, cette plante est reconnue par sa richesse en nombreux composés actifs tels que les flavonoïdes Et les tanins, les alcaloïdes cyclopeptidiques tels que le lotusin A et D et des vitamines. **(Abderrahim et al, 2017)**

L'arbre zizyphus occupe une place élevée dans l'islam. En effet ce dernier a été mentionnée quatre fois Dans Le Noble Coran et Dieu Tout-Puissant l'a honorée en plaçant Sedra al-Muntaha dans la position suprême de paradis sur le miséricordieux. Cette plante a de nombreux bienfaits mentionnés dans la médecine prophétique. Les fruits se caractérisent par leur gros calibre, parfois supérieur aux olives de part Son arôme et son goût agréables. **(Malki.S, Boudjouref.M.2022)**.

Dans ce présent travail, nous avons fixé les objectifs suivants :

- Etude de la teneur en eau des feuilles de *zizyphus lotus*.
- Analyse quantitative du contenu en polyphénols, et en flavonoïdes et tanins de l'extrait aqueux des feuilles du *Zizyphus lotus*.
- Etude de l'activité antioxydante de l'extrait aqueux, en utilisant la méthode de teste au DPPH
- Analyse de la composition des esters méthyliques par chromatographie en phase gaz CPG.

# Synthèse bibliographique



# Chapitre I

## **Synthese des données sur le Jujubier**

***Ziziphus lotus* ( L. ) Lam**

## Chapitre I : *Zizyphus lotus*

### I.1. Présentation de la plante

Zizyphus est l'une des plantes médicinales à fruits épineuses de la famille des Rhamnaceae fréquemment utilisée en médecine traditionnelle (Huang, Q. et al. 2016). Découvert en 1767, le nom de Zizyphus trouve son origine dans le terme berbère «Zizoufou, Zuzaifo».

Cette appellation est reliée à l'ancien nom Persique « Zizfu **nou Zizafun**», alors que les grecs utilisent le mot Ziziphon. (Bukar et al. 2015)

Cette noble plante est connue sous différentes appellations dans le monde entier dont quelques-unes dans certains pays sont représentées dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 01:** Les différentes dénominations de l'espèce *Zizyphus lotus*.

Français	Jujubier sauvage , jujubier de berberie
Anglais	African jujube, lote fruit, lotus tree, wild jujube, lotus jujube
Allemand	Wild jujube
Espagnol	Azofaifo_africano, arto, arto blanco, espina de cristo
Arabe	Zizouf(زيزوف), sedra(سدرة), sidr(يقدر بري)•
Berbère (Algérie)	Tazuggwart
Portugais	Acufeifa_menor

## I.2. Répartition géographique :

### Dans le monde :

#### ➤ Région méditerranéenne

Le jujubier sauvage est largement répandu dans les pays de la région méditerranéenne, y compris l'Espagne, l'Italie, la Grèce, la Turquie et le Maroc. Il est souvent trouvé dans les zones côtières et les régions arides. (ElAouni, Met al.2008).

#### ➤ Afrique du Nord

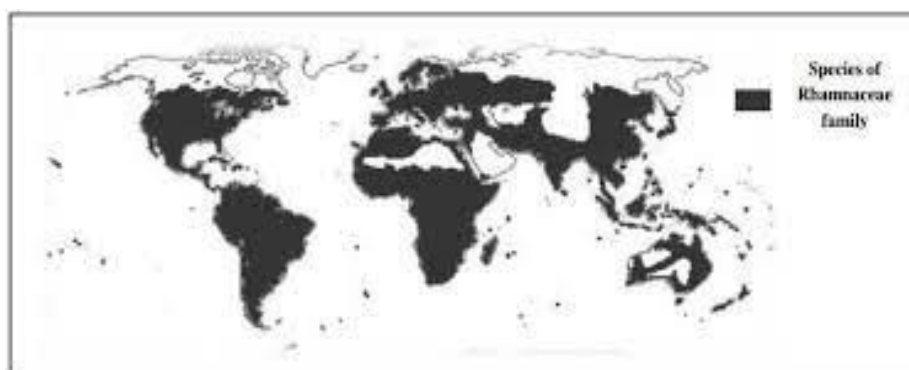
Le jujubier sauvage est indigène dans de nombreux pays d'Afrique du Nord, notamment l'Algérie, la Tunisie, la Libye et l'Égypte. Il pousse dans les zones semi-arides et les régions désertiques (Hamrouni-sellami, .2015)

#### ➤ Asie de l'Ouest

On trouve également des populations de *Zizyphus lotus* dans certaines régions d'Asie de l'Ouest, notamment en Iran, en Irak et en Palestine. (Behdarvandi-Fard, A,2018)

#### ➤ Afrique subsaharienne

Bien que moins répandu, le jujubier sauvage peut également être trouvé dans certaines régions d'Afrique subsaharienne, notamment au Sénégal, en Mauritanie et au Soudan (Kharazian,.2020)



**Figure 1 ;** La répartition de *z.lotus* dans le monde (Dupont et Guignard, 2015).

## Dans l'Algérie :

### ➤ Région Nord

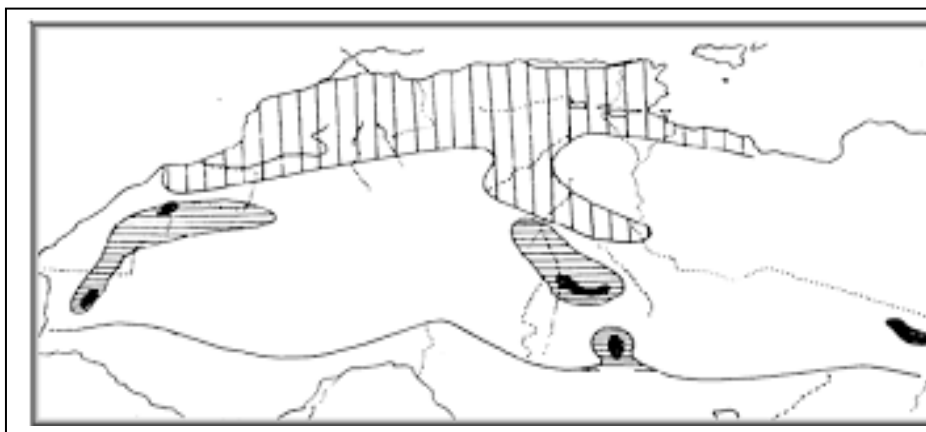
*Zizyphus lotus* est présent dans la région côtière nord de l'Algérie, notamment dans les wilayas (provinces) suivantes : Tlemcen, Oran, Mostaganem, Chlef, Tipaza, Alger, Boumerdès, Tizi Ouzou, Béjaïa, Jijel, Skikda, Annaba, et El Tarf. **(Benabid, A. 2000)**

### ➤ Région Centre

On trouve également *Zizyphus lotus* dans plusieurs wilayas de la région centrale de l'Algérie, notamment dans les zones montagneuses des monts de l'Atlas et les régions adjacentes. Les wilayas concernées comprennent Blida, Médéa, Bouira, Tizi Ouzou, Béjaïa, Bordj Bou Arréridj, M'Sila, Boumerdès, et Tipaza. **(Cossalter, C.2006)**

### ➤ Région Sud

*Zizyphus lotus* est également présent dans certaines parties du Sahara algérien, principalement dans les régions du Grand Sud, telles que Tamanrasset, Illizi, Ouargla, Adrar, et Béchar. Cependant, sa distribution dans ces régions peut être plus clairsemée en raison des conditions climatiques aride. **(Beldjoudi, H.2008)**



**Figure2 :** Répartition de *Z lotus* en Algérie (Quézel et Santa, 1962)

### I.3. Description botanique :

*Zizyphus lotus* est un arbuste fruitier épineux sauvage xérophyte (Houma,2023) appartenant à la famille des Rhamnacées (Rsaissi et Bouchache, 2002). De 2 à 4 mètres, mais peut parfois atteindre 8 mètres. Avec une écorce rugueuse, de couleur grise à brune, et présente souvent des fissures. (Quezel, .1978). Les feuilles de *Zizyphus lotus* sont persistantes, ce qui signifie qu'elles restent vertes tout au long de l'année. Elles sont des Pétiole court, glabre, alterne, ovale (Abdellah et Bekkouche, 2020), de 7 à 9 mm de large et de 9 à 13 mm de long (Ghedira.2013).Les fleurs sont très visibles de couleurs jaunes avec des sépales ouvertes en étoiles, des petits pétales et un ovaire supère bisexuel et fleurissent en juin (Baba Aissa, 1999 ; Claudine, 2007). Les fruits sont des drupes charnues et comestibles, avec cher un peu gélatineux, sucré, jaunes puis rouges à maturité, d'environ 5à 30 mm de long et 1 à 2 cm de diamètre, et qui renferment un noyau allongé (Abdelmalek,R ,Touati L.2022)



**Figure 03:** Les feuilles, les fruits et les tiges de *Z.lotus* ( L.)(Original; 2023)

#### I.4. classification:

*Zizyphus lotus* (L.) dont le nom commun est : Sedra, Nabeg, jujubier répond à la classification phylogénétique APG IV (2016)

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

Règne :	Végétal
Embranchement :	<i>Magnoliophyta</i> (Phanérogames)
Sous-embranchement :	<i>Magnoliophytina</i> (Angiospermes)
Classe :	<i>Magnoliopsida</i> (Dicotylédones)
Sous-classe :	<i>Rosidae</i>
Ordre :	<i>Rhamnales</i>
Famille :	<i>Rhamnaceae</i>
Tribu :	<i>Ziziphae</i>
Genre :	<i>Zizyphus</i>
Espèce :	<i>Zizyphus lotus</i> (L.) Lam., 1789.

La famille des *Rhamnaceae* est représentée en Algérie par deux genres spontanés ; *Rhamnus* et *Zizyphus* (Lapie et Maige, 1914). *Rhamnus*, renferme plusieurs espèces dont la plus commune est *Rhamnus alternus* L. qui est un arbrisseau dioïque à feuilles luisantes et faiblement dentée.

Par ailleurs, les fleurs sont disposées en grappes à l'aisselle des feuilles, dépourvues de pétales. Le fruit est rouge.

#### I.5. Composition biochimique :

Selon (Guedira.2013) et (Abdoul Aziz et ces collaborateurs.2013), de nombreuses études phytochimiques ont montré la présence d'un arsenal de molécules bioactives dans les différentes parties de la plante. Parmi ces dernières on note la présence de métabolites primaires et secondaires (Lateif et al., 2021) qui sont représentés dans les deux tableaux successifs à savoir 2 et 3.

**Tableau 02 : Les métabolites primaires de *Z.lotus* (L.)**

<u>Composé biochimique</u>	<u>Le rôle</u>	<u>Référence</u>
<b>Glucides : glucose, fructose, saccharose : ces sucre simple sont les principaux glucides présents dans <i>ziziphus lotus</i></b>	Ils jouant un rôle essentiel dans le métabolisme énergétique de la plante	Sbai H.,et al., 2010 Alibrando, 2020
<b>Acides aminés : proline, glutamine, alanine sont impliqués dans la biosynthèse des protéines</b>	Agissent comme réservoirs d'azote dans la plante	Hanen H.,et al. 2017
<b>Lipides : acides gras <i>Ziziphus lotus</i> contient différents acides gras, tels que l'acide linoléique, l'acide palmitique et l'acide oléique,</b>	Sont essentiels pour la structure et la fonction des membranes cellulaires	Mansouri A., et al. 2005
<b>Nucléotides : adénosine, guanosine ces nucléotides sont des constituants essentiels de l'ADN et de l'ARN</b>	Jouant un rôle clé dans le stockage et la transmission de l'information génétique	Belhadj F., et al. 2012

**Tableaux 03:** métabolite secondaire de *Z.lotus*

<u>Composé chimique</u>	<u>Rôle</u>	<u>Référence</u>
<b>Flavonoïdes :</b> sont des composés phénoliques, dans <i>ziziphus lotus</i> présente plusieurs flavonoïdes tels que l'apigénine, la lutéoline et la quercétine	Montré des propriétés anti oxydantes; anti-inflammatoires et anticancéreuses potentielles	El Bouzidi, L., et al. 2019 Ben amar et al.,2010 Borgi,2008
<b>Alcaloïdes :</b> sont des composés organiques contenant un noyau azoté, dans <i>ziziphus lotus</i> présente des alcaloïdes comme la lotusine et la lotusamine	Montre des activités antimicrobiennes et anti oxydantes	El Amri, J., et al. 2013. Abu zarg et al.1995
<b>Triterpènes :</b> présente dans <i>ziziphyse lotus</i> ; l'acide ursolique et l'acide oléanolique	Montre des effets inhibiteurs sue la prolifération des cellules cancéreuses	Mohammed Bouziane et al.2014
<b>Saponines :</b> sont des glycosides présents dans de nombreuses plantes.	Montre les effets neuroprotecteurs potentiels	Amani Al-Oqail et al. 2016.



## I.6. Calendrier de plantation :

**Tableaux 04** : le calendrier de plantation de *Z. lotus*.(Mazouzi,L et Bessekri N .2022)

Janvier	Février	Mars	Mars
Avril	Mai	Juin	
Juillet	Aout	Sept	
Octobre	Novembre	Décembre	

- La couleur verte représente la période de plantation de la plante
- La couleur jaune représente la période de fluorisation de la plante
- La couleur rouge représente la période de récolter la plante
- La couleur blanche représente la période préférée pour tailler la plante

## I.7. Période de récolte

La récolte des fruits a lieu lorsque ces derniers sont complètement mûrs, ce qui se produit généralement entre les mois de septembre et octobre. Les fruits sont capables de supporter les manipulations liées à la récolte, au transport et au stockage lorsqu'ils sont frais. Toutefois, une fois correctement séchés, ils peuvent être conservés dans des entrepôts pendant plusieurs années, comme mentionné dans l'étude de **Benahmed Djilali et al. en 2015 et (kheloufi et al., 2020)**

## I.8. Importance économique et environnementale :

### Importance économique :

Production alimentaire : Les fruits de *Zizyphus lotus* sont comestibles et ont une valeur économique significative. Ils sont utilisés pour la consommation directe, la préparation de confitures, de jus et d'autres produits alimentaires. La culture de *Zizyphus lotus* peut offrir des opportunités de revenus supplémentaires pour les agriculteurs et les communautés rurales. Selon (**Haderbache et son équipe .2013**) et (**Mekious et ces collaborateurs .2020**) , le miel de jujubier est le plus cher en Algérie, réputé pour son goût, ses propriétés physico-chimiques et thérapeutiques très spécifiques

- Commerce international : Les fruits de *Zizyphus lotus* sont exportés vers différents pays, ce qui contribue à l'économie locale et favorise les échanges commerciaux. Les pays producteurs peuvent bénéficier d'un avantage comparatif en exportant des produits à base de *Zizyphus lotus* sur les marchés internationaux.



- Utilisations industrielles : Différentes parties de l'arbre, y compris l'écorce et les feuilles, peuvent être utilisées dans l'industrie pharmaceutique, cosmétique et textile. Par exemple, l'écorce de *Zizyphus lotus* contient des composés chimiques potentiellement utiles pour la fabrication de médicaments. **(Hanachi. B., et al. 2015)**

### **Importance environnementale :**

- Conservation de la biodiversité : *Zizyphus lotus* est souvent trouvé dans des zones arides et semi-arides où peu d'autres cultures peuvent survivre. Il peut jouer un rôle important dans la conservation de la biodiversité en offrant un habitat et une source de nourriture pour diverses espèces d'animaux et d'insectes **(Laamouri et al., 2008)**.
- Résistance à la sécheresse : *Zizyphus lotus* est bien adapté aux conditions arides et peut survivre dans des régions où l'eau est limitée. En raison de sa tolérance à la sécheresse, il peut être utilisé dans des programmes de conservation de l'eau et contribuer à la résilience des écosystèmes face aux changements climatiques.
- Fixation de l'azote : *Zizyphus lotus* est une plante fixatrice d'azote, ce qui signifie qu'elle a la capacité de convertir l'azote atmosphérique en une forme utilisable par les plantes. Cela peut améliorer la fertilité des sols et réduire le besoin d'engrais chimiques, ce qui a un impact positif sur l'environnement **(Rania S., et al. 2020)**

### **I.9. Utilisation de *Zizyphus lotus* :**

**Utilisation médical** : Dans la médecine traditionnelle, *Zizyphus lotus* a été utilisé pour traiter diverses affections. Voici quelques utilisations médicales potentielles de cette plante **(M'Rabet, S. et al. 2018 ; Rached et al., 2020)**

- Propriétés antioxydantes : Les extraits de *Zizyphus lotus* ont montré des propriétés antioxydantes, ce qui signifie qu'ils peuvent aider à neutraliser les radicaux libres dans le corps et réduire les dommages oxydatifs. Ces propriétés pourraient jouer un rôle dans la prévention des maladies liées au stress oxydatif, telles que les maladies cardiovasculaires et certains types de cancer
- Effet anti-inflammatoire : Certaines études ont suggéré que les extraits de *Zizyphus lotus* peuvent avoir un effet anti-inflammatoire. Cela signifie qu'ils pourraient aider à

réduire l'inflammation dans le corps, ce qui est souvent associé à des affections chroniques telles que l'arthrite (**Boulekbache-Makhlouf, L., et al.2013**) ( **Rais et al.2020**)

En effet, Les flavonoïdes et les saponines de l'écorce des racines du *Z. lotus* ont montré une activité anti-inflammatoire significative.

Selon **Borgi et son équipe (2008)**, l'extrait éthanolique de *Z. lotus* inhibe la production du monoxyde d'azote.

D'autre part, les racines peuvent avoir une source importante en antioxydants naturels. (**Ghalem et al.2014**).

- Effet antidiabétique : Des recherches préliminaires ont également suggéré que *Zizyphus lotus* pourrait avoir des effets antidiabétiques. Il a été observé que les extraits de cette plante peuvent aider à réguler la glycémie et améliorer la sensibilité à l'insuline, ce qui en fait un sujet d'intérêt potentiel pour la gestion du diabète. (**Benammar et al., 2010**)( **Djellouli, F., et al.2015**).
- Activités antimicrobiennes : Les extraits de *Zizyphus lotus* ont montré une activité antimicrobienne contre certaines bactéries pathogènes, ce qui suggère leur potentiel dans le traitement des infections (**Rsaissi et al., 2017** )
- **Utilisation alimentaire :**
  - Le fruit du jujubier est comestible et peut être consommé frais ou séché. Il est utilisé dans de nombreuses préparations alimentaires, telles que des additifs, des arômes, des confitures, du miel, des pains, des farines et des gâteaux. Le fruit du jujubier est également transformé en boissons rafraîchissantes (**San et Yildirim, 2010**)
  - Les feuilles du jujubier peuvent être utilisées pour préparer une tisane. Elles sont souvent séchées et infusées dans de l'eau chaude pour créer une boisson aromatique et apaisante
  - L'extrait des fleurs de jujubier est réputé pour avoir un nectar de haute qualité. Cependant, il convient de noter que l'utilisation spécifique de l'extrait de fleurs de jujubier peut varier en fonction des traditions et des pratiques culinaires locales. (**Zhao et al. 2008**)
  - La racine lorsqu'elle est écrasée et exprimée, produit un jus qui est réputé efficace dans les cas de leucomes oculaires, selon (**Ghedira en 2013**).

**Autre utilisation :**

- Au Sahara central, les feuilles et les fruits sont réduits en poudre et mélangés avec de l'eau ou du lait pour être utilisés comme emplâtres sur les furoncles. De plus, les feuilles sèches sont pulvérisées au mortier et utilisées par les malékites pour laver les morts en raison de leurs propriétés saponifiantes, comme décrit par **(K. Ghedira en 2013)**.
- La pulpe est fréquemment utilisée dans l'industrie pharmaceutique et fait partie de la composition de nombreuses préparations pectorales, comme mentionné par **(El Raout en 2002)**
- Le noyau de jujube, peut être broyé pour produire une huile de haute qualité utilisée dans l'industrie cosmétique. Cette huile est appréciée pour ses propriétés bénéfiques pour la peau et est utilisée dans la fabrication de produits cosmétiques **(Laamouri, 2009)**.

# Chapitre II

## Les polyphénols et activité antioxydante



## Chapitre II : les polyphénols et activité antioxydante

### II.1. Les polyphénols

Les polyphénols sont des composés chimiques présents dans de nombreux aliments d'origine végétale, caractérisés par la présence de multiples groupes phénoliques. Ils sont connus pour leurs propriétés antioxydantes et leurs effets bénéfiques sur la santé. (Scalbert, A., et al 2005)

#### II.1.1. Classification

Les polyphénols sont une classe de composés chimiques qui peuvent être classés en plusieurs sous-groupes en fonction de leur structure chimique.

Voici une classification générale des polyphénols :

- Flavonoïdes : Les flavonoïdes sont le plus grand sous-groupe de polyphénols et se trouvent dans de nombreux aliments végétaux tels que les fruits, les légumes, les herbes et les boissons comme le thé et le vin. Ils comprennent des composés tels que la quercétine, la catéchine, l'épicatéchine et la kaempférol. (Pérez-Jiménez et al. 2010)
- Acides phénoliques : Ce groupe comprend des composés tels que l'acide gallique, l'acide caféique et l'acide ellagique. Ils se trouvent dans divers aliments végétaux, y compris les fruits, les légumes, les céréales et les noix. (Manach, et al.2004)
- Stilbènes : Les stilbènes sont des polyphénols présents dans des aliments tels que les raisins, les arachides et les baies. Le resvératrol est l'un des stilbènes les plus connus. (Scalbert et al. 2005)
- **Les tanins** : Les tanins sont des composés phénoliques présents dans de nombreux végétaux, tels que les plantes, les fruits, les écorces, les feuilles et les graines. Ils jouent un rôle important dans la défense des plantes contre les herbivores et les pathogènes. Ils sont connus pour leurs propriétés astringentes et leur capacité à former des complexes avec les protéines (Scalbert et Williamson 2020).

### **II.1.2. La biosynthèse :**

La biosynthèse des polyphénols est un processus complexe impliquant plusieurs voies métaboliques.

- La voie de l'acide shikimique est une voie métabolique essentielle dans les plantes, les bactéries et certains champignons, qui conduisent à la production de nombreux composés bioactifs, notamment les acides aminés aromatiques et les métabolites phénoliques (**Maeda et Dudareva, 2012**).
- La voie de biosynthèse des polyphénols issue de l'acétate : est également importante dans la production de divers composés phénoliques. Elle implique la conversion de l'acétate en précurseurs tels que l'acide malonique et l'acide cinnamique, qui sont ensuite utilisés pour la synthèse de polyphénols spécifiques (**Vogt, 2010**).

### **II.2. le stress oxydatif**

C'est un déséquilibre entre les systèmes oxydants et les capacités antioxydantes d'un organisme, d'une cellule ou d'un compartiment cellulaire. Ce stress peut être due à une augmentation de production des radicaux libres ou à une diminution des défenses antioxydants. (Orban, 2010).

### **II.3. Les radicaux libres :**

Les radicaux libres sont des molécules hautement réactives et instables qui contiennent un électron célibataire dans leur couche externe (Finkel et Holbrook, 2000). Ils peuvent être produits lors du métabolisme normal du corps ,mais également être induits par des facteurs externes tels que la pollution ,l'exposition aux rayons UV ,le tabagisme, les tresse une mauvaise alimentation .Les radicaux libres peuvent endommager les cellules et les structures cellulaires, contribuant ainsi au vieillissement prématuré et au développement de diverses maladies(Pham-Huy et al. 2008)

#### **II.3.1. Différentes formes des radicaux libres :**

Les éléments radicalaires sont divisés en deux groupes, les dérivés d'oxygène (ROS) et les dérivés d'azote(RNS).ils peuvent être classés en deux groupes de composés : les radicaux et les non-radicaux. Les radicaux sont les espèces qui contiennent au moins un électron non

apparié dans les couches autour du noyau atomique et qui sont capables d'une existence indépendante. Comme La molécule d'oxygène, est un biradical, en raison de la présence de deux électrons non appariés. Parmi les exemples de radicaux, citons le superoxyde ( $O_2^{\cdot-}$ ), le radical oxygène ( $O_2^{\cdot\cdot}$ ), le radical hydroxyle ( $OH^{\cdot}$ ). Les espèces non radicalaires comme le peroxyde d'hydrogène ( $H_2O_2$ ), l'acide hypochloreux ( $HOCl$ ), l'acide hypobromeux ( $HOBr$ ), l'ozone ( $O_3$ ), Ces espèces non radicalaires ne sont pas des radicaux libres mais peuvent facilement conduire à des réactions radicalaires dans les organismes vivants. (Phaniendra et al., 2015)

#### **II.4. Les antioxydants**

Les antioxydants sont des substances qui peuvent protéger les cellules contre les dommages causés par les radicaux libres (Halliwell et Gutteridge, 2015).

#### **II.4. Classification :**

Les antioxydants peuvent être classés en plusieurs catégories en fonction de leur structure chimique et de leur origine.

##### **II.4.1.1. Antioxydants enzymatiques**

Ce sont des enzymes endogènes qui agissent comme des antioxydants en neutralisant les radicaux libres. Ils comprennent des enzymes telles que la superoxyde dismutase (SOD), la catalase et la glutathion peroxydase (Valko et al.2006)

##### **II.4.1.2. Antioxydants non-enzymatiques d'origine endogène**

Ce sont des molécules produites dans le corps humain qui agissent comme des antioxydants. Ils comprennent des composés tels que le glutathion, l'acide urique et la coenzyme qQ10 (Pisoschi et Pop, .2015).

##### **II.4.1.3. Antioxydants d'origine alimentaire**

Les antioxydants d'origine alimentaire sont des composés présents naturellement dans divers aliments et sont connus pour leurs propriétés antioxydants bénéfiques pour la santé (Shahidi et Ambigaipalan, 2021).

##### **II.4.1.4. Antioxydants synthétiques :**

Ces derniers sont des composés chimiques produits artificiellement qui possèdent des propriétés antioxydantes similaires à celles des antioxydants naturels, Ils comprennent des composés tels que le BHA (butylhydroxyanisole) et le BHT (butylhydroxytoluène) (Januszewska et Kolodziejczyk-Czepas, 2021).

## II.5. Mécanisme d'action des antioxydants

Il existe divers mécanismes d'action des antioxydants comme le piégeage de l'oxygène singulier, la désactivation des radicaux par réaction d'addition covalente, la réduction de radicaux ou de peroxydes, la chélation des métaux de transition (Favier, 2006). Les polyphénols sont l'un des métabolites possédant d'importantes propriétés antioxydantes. Cette activité est due à ses propriétés rédox, qui peuvent adsorber et neutraliser les radicaux libres et éliminer les espèces réactives de l'oxygène (Rejeb, 2007)



Figure 4: action des antioxydants sur les radicaux libres

## II.3. Les huiles essentielles :

Les huiles essentielles sont des extraits naturels hautement concentrés obtenus à partir de plantes aromatiques. Elles sont utilisées depuis des siècles dans diverses cultures pour leurs propriétés thérapeutiques, cosmétiques, culinaires et parfumant. (Tisserand et Young, 2014).

### II.3.1. Les propriétés des huiles essentielles :

Les huiles essentielles possèdent diverses propriétés bénéfiques, pour la santé et le bien-être, qui varient en fonction de chaque huile essentielle spécifique, telles que leurs effets antimicrobiens, anti-inflammatoires, antioxydants, relaxants, stimulants, analgésiques (Bakkali et al 2008)



### **Propriétés antiseptiques et antibactériennes**

De nombreuses huiles essentielles présentent des propriétés antiseptiques et antibactériennes, ce qui les rend utiles pour désinfecter les surfaces, purifier l'air et aider à prévenir les infections. (Lawless, 2013).

**Propriétés anti-inflammatoires :** Certaines huiles essentielles ont des propriétés anti-inflammatoires, pouvant aider à soulager les douleurs musculaires, les inflammations cutanées et d'autres affections inflammatoires. (Baser et Buchbauer, 2010).

**Propriétés relaxantes et apaisantes :** De nombreuses huiles essentielles sont connues pour leurs propriétés relaxantes et apaisantes, favorisant la détente, le soulagement du stress et l'amélioration du sommeil. (Tisserand et Young, 2014).

# **Partie Expérimentale**

## **Chapitre III**

### **Matériels et méthodes**

## Chapitre III : Matériels et méthodes

### III.1. Matériels

#### III.1.1. Matériel végétal.

Le matériel végétal utilisé dans cette étude expérimentale est constitué de feuilles prélevées à partir de *Zizyphus lotus* récolté le 7 juin 2023 de la région de Médéa située au nord de l'Algérie, les feuilles de cette plante ont été broyées pour obtenir une poudre fine, qui a servi pour la préparation des extraits aqueux.



**Figure 5 :** Les fleurs de *Z. lotus* utilisées dans cette présente étude (Original)


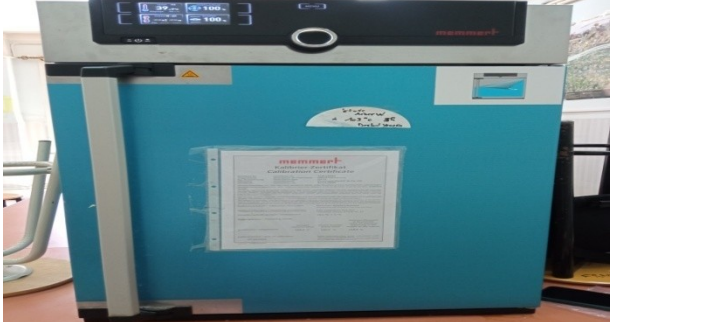


#### III.1.2. Matériel de laboratoire

L'ensemble du matériel utilisé pour réaliser les différents paramètres était disponible aux différents laboratoires de l'université Akli Mohand Oulhadj de Bouira par contre pour

réaliser la chromatographie en phase gazeuse (CPG), cette dernière a été effectuée à l'Ecole Supérieur d'Agronomie ENSA sise à El Harrach sur Alger.

**Tableau05** : le matériel de laboratoire utilisé

Chromatographie en phase gazeuse	
Hotte d'aspiration chimique	
Spectromètre à flamme	
Extracteur soxhlet	
Réfrigérateur	

Four	
Etuve	
Agitateur magnétique	
Évaporateur rotatif	

### Verreries et petits matériels

Tubes à essai, béchers, erlenmeyers, Spatule, Support de tube à essai, micropipette réglable ; (100 à 1000  $\mu\text{L}$ ), éprouvette gradué 100 ml, entonnoir, tubes coniques, papier whatman 125mm  $\varnothing$ -Grade n°1, papier aluminium, étiquettes, flacons stériles, cuvettes plastique de spectrophotomètre, fioles jaugées,

## III.2. Méthodes

### III.2.1. Préparation des extraits

#### III.2.1.1. Préparation de l'extrait aqueux :

Une masse de 10 g de des feuilles broyées est mélangé avec un volume de 100 ml de l'eau distillée. Le mélange est ensuite agité pendant quelques minutes sur un agitateur magnétique et laisser macérer pendant 24h, ensuite une filtration sur un papier filtre a été effectuée pour obtenir un filtrat. Par la suite Ce dernier est concentré en utilisant un rotavapeur rotatif à la température de 50°C pendant quelque min. L'extrait est séché à l'étuve a 40c° pendant 24h. (Bougendoura et Benmirad, 2012)

#### III.2.1.2. Préparation de l'extrait hydro- alcoolique (hydrométhanolique)

Selon (Bougendoura et Benmirad, 2012) Une masse de 10 g de des feuilles broyées est mélangé avec un volume de 100 ml de méthanol. Le mélange est ensuite agité pendant quelques minutes sur un agitateur magnétique et laisser macérer pendant 48h, ensuite une filtration sur un papier filtre a été effectuée pour obtenir un filtrat. Par la suite Ce dernier est concentré en utilisant un rotavapeur rotatif à la température de 50°C pendant quelque min. L'extrait est séché à l'étuve a 40c° pendant 24h

### III.2.2. Etude phytochimique

Dans le but de caractériser les extraits de Zizyphus lotus, des analyses quantitatives ont été effectuées

#### III.2.2.1. la teneur en humidité :

L'évaluation de la teneur en eau dans les feuilles de Zizyphus Lotus a été réalisé selon la

Technique de (Djermane M, Nehal, 2017) avec modification par le séchage des feuilles à l'étuve pendant 24 h a 40 C°. Le taux de l'humidité est évalué comme suit :

$$H\% = x = \frac{m_1 - m_2}{m_1} * 100$$

m<sub>1</sub> : masse d'échantillon avant séchage

m<sub>2</sub> : masse de l'échantillon après séchage

H% : teneur en humidité

### III.2.2.2. Analyse quantitative :

Des déterminations quantitatives des principaux groupes des métabolites secondaires ont été effectuées.

#### III.2.2.2.1. Dosage des polyphénols totaux :

La teneur en polyphénols totaux a été déterminée par la méthode de Singleton en utilisant le réactif folin ciocalteu avec modification

#### Principe:

La détermination des polyphénols totaux est effectuée selon la méthode folin-ciocalteu (Wang, et al.2006). Le réactif consiste en un mélange d'acide phospho tungstique (H3 PW12O40) et l'acide phospho molybdique (H3 PMO12 O40), qui est réduit pendant l'oxydation de phénols dans un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène (Biozot et charpentier,2006)

#### III.2.2.2.2. Protocole

Une quantité de 1ml de Réactif de Folin - Ciocalteu est dilué 10 fois dans l'eau distillée est ajoutée à un volume de 200  $\mu$ L de chaque extrait végétal (1mg/1mL). Après 4 min, 800  $\mu$ L de carbonates de sodium ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) à 7,5 % sont ajoutées au milieu réactionnel. On agite l'ensemble en laissant incuber à température ambiante et à l'obscurité pendant 2 h, l'absorbance est mesurée à 765nm par un spectrophotomètre. Un blanc est préparé de la même façon en remplaçant l'extrait par l'eau distillée.

La concentration des polyphénols totaux est calculée à partir de l'équation de régression de La gamme d'étalonnage de l'acide gallique. et exprimées en mg équivalent d'acide gallique par g d'extrait sec (mg EAG/mg d'extrait).

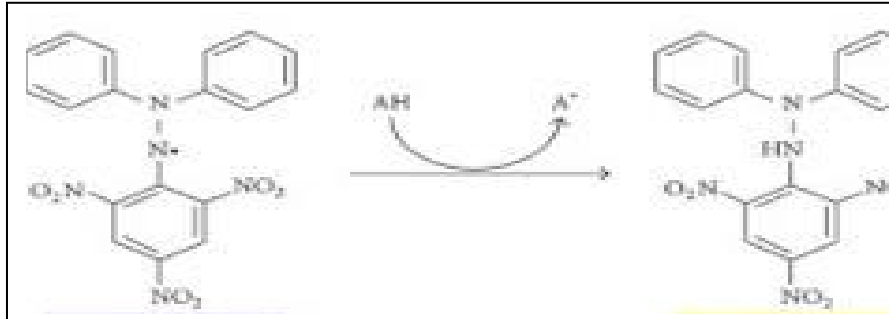
### III.2.3. Evaluation de l'activité antioxydante par la méthode de piégeage du radical libre DPPH(2,2-Diphényl-1-Picrylhydrazil)

#### III.2.3.1. Principe

La détermination de l'activité antioxydant par la méthode DPPH (2,2-diphényle-1-picrylhydrazyl) est une méthode couramment utilisée pour évaluer la capacité d'un composé ou d'un extrait à neutraliser les radicaux libres.

Le principe de cette méthode est que le radical DPPH a une couleur pourpre intense, mais lorsqu'il est exposé à un antioxydant efficace, il est réduit en formant un composé

incolore. La diminution de l'intensité des couleurs est donc directement proportionnelle à la capacité antioxydant de l'échantillon testé. Voici une procédure générale pour la détermination de l'activité antioxydant par la méthode DPPH (Mohammedi,2013) .



**Figure6** : principe du dosage de la capacité de piégeage des radicaux DPPH (Teixeira ,2013)

### III.2.3.2. Protocole :

Dans un éprouvette, pré-dissoudre 2,36 mg de DPPH dans 100 ml de solvant, incubé dans l'obscurité. Un volume de 100 $\mu$ L de chaque extrait ou étalon (acide ascorbique) (à différentes concentrations) a été ajouté à 2mL de la solution de DPPH après 30 minutes d'incubation dans l'obscurité, l'absorbance est mesurées a 517 nm Chaque mesure expérimentale a été réalisée en triple. L'activité antioxydant s'exprime par L'effet de l'inhibition des radicaux libres du DPPH et été calculé à l'aide de la formule suivante :

$$\% \text{ d'inhibition} = [(A_0 - A_c) / A_0] 100$$

où :

A<sub>0</sub> : est l'absorbance de control

A<sub>c</sub> : est l'absorbance de l'extrait végétal.

La Valeur IC<sub>50</sub>, a été déterminé graphiquement par régression linéaire

### III.2.4. Teneur en acides gras :

### III.2.4. L'extraction par soxhlet :



Le protocole d'extraction utilisé est la méthode Soxhlet standardisée décrite dans Méthodes. Norme AFNOR NF et ISO 659 (1998)

Peser 500 g de poudre des feuilles de Zizyphus Lotus et les verser dans un erlenmeyer de 250 ml. Placer l'échantillon dans l'extracteur "Soxhlet" et Ajouter la quantité requise de solvant (n-hexane).Le chauffage est effectué à condition (le débit de reflux soit de 3 gouttes par seconde).Le solvants 'évapore et se condense, et le liquide tombe sur la matière à extraire. Lorsque la partie médiane est suffisamment remplie de solvant, le siphon est remplie tel solvant contenant la substance à extraire est renvoyé dans le ballon rempli de liquide et le mélange (solvant et extrait) est récupéré après 5cycles d'extraction. Après avoir obtenu le mélange, procéder à la filtration, La solution résultante est recueillie par évaporation RotaVap afin de séparer le solide .Seule l'huile est récupérée lorsque le solvant est chauffé à 75°C.

### **III.2.4.2 Pprofil en acides gras par chromatographie phase gazeuse**

#### **III.2.4.2.1. Transestérification à froid au moyen d'une solution méthanolique d'hydroxyde de potassium**

##### **Application**

Cette méthode rapide est applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive Ayant une teneur en acides gras libres inférieure à 3,3%. Les acides gras libres ne sont Pas Estérifiés par l'hydroxyde de potassium. Les esters éthyliques d'acides gras se transestérifient plus lentement que les esters glycéridiques et il est possible qu'ils ne se méthylent que partiellement.

##### **Principe**

Les esters méthyliques se forment par transestérification dans une solution méthanolique D'hydroxyde de potassium comme phase intermédiaire avant la saponification (**point 5 de La méthode ISO 5509: 2000, point 5 de la méthode IUPAC 2.301**).

##### **Mode opératoire**

Dans un Tube à bouchon vissant de 5 ml, peser environ 0,1 g de l'échantillon D'huile .Ajouter 2 ml d'hyptane et agiter. Ajouter 0,2 ml de la solution méthanolique 2 N

D'hydroxyde de potassium, boucher à l'aide du bouchon muni d'un joint en PTFE, bien fermer et agiter énergiquement pendant 30 secondes. Laisser reposer jusqu'à ce que la partie supérieure de la solution devienne claire. Décanter la couche supérieure, qui est celle qui contient les esters méthyliques. La solution d'heptane est prête pour l'injection dans le chromatographe. Il est conseillé de maintenir la solution au réfrigérateur jusqu'au moment de l'analyse chromatographique. Il n'est pas recommandé de stocker la solution pendant plus de 12 heures.

#### **III.2.4.2.2. Analyse des acides gras :**

L'analyse des acides gras a été effectuée par chromatographie gazeuse en utilisant un détecteur à ionisation de flamme (FID) équipé par un chromatographe du type Chromatopac CP 9002. Une colonne capillaire du type RTX 2330 (90% biscyanopropyl + 10% polysiloxane) de 30 m de longueur et un diamètre intérieur de 0,32 mm \* 0,25 µm a été utilisée. Le gaz vecteur est l'azote, le volume d'injection est de 0,8 µl. Les acides gras ont été identifiés selon leurs temps de rétention en se référant à des standards purs qui ont été injectés dans les mêmes conditions.

#### **III.2.5. Teneur en cendre**

##### **Protocol**

Les minéraux sont déterminés par la méthode de calcination. La matière végétale est calcinée dans un four à 550 °C pendant 4 heures. Humidifiez la cendre déjà refroidie avec quelques gouttes d'eau distillée (3 ml). 10 mL d'acide chlorhydrique ont été ajoutés puis filtrés dans un flacon de 50 mL. Les éléments minéraux ont été mesurés avec un spectrophotomètre à flamme (El Aloui \_keffi, 2013)

# **Chapitre IV**

## **Résultats et discussion**



## IV : Résultats et discussion

### IV.1. Teneur en humidité :

Les résultats montre que les feuilles de Ziziphus Lotus comportent 59,07% d'eau , cette valeur et inférieure à celle des feuille de Lavande Stoechas qui est de 65% et celle de Origanum Glandulosum qui est de 85% trouvé par **(Djermane et Nehal ,2017)**feuilles des trois plantes .

Le taux d'eau dans les feuilles de Ziziphus lotus peut varier en fonction de divers facteurs, notamment les conditions environnementales, la saison, l'âge des feuilles, etc.Il est important de surveiller le taux d'humidité des plantes pour s'assurer qu'elles reçoivent une quantité adéquate d'eau, car un taux d'humidité trop bas peut entraîner le flétrissement des feuilles et un taux d'humidité trop élevé peut favoriser le développement de maladies fongiques **(Jones, H.G. (2007)**

### IV.2. Teneur en polyphénols :

La quantification des polyphénols a été effectuées en fonction d'une courbe d'étalonnage linéaire réalisée par un standard (acide gallique) à différentes concentrations et les résultats sont exprimés en milligrammes d'équivalents d'acide gallique par milligramme d'extrait (mg EAG /mg d'extrait)

Les résultats montre que l'extrait de méthanol contient une quantité égale a 11,44 mg EAG/ml d'extrait, tandis que l'extrait aqueux contient une quantité de 4,74 mg EAG/ml d'extrait. Les résultats montre que l'extrait méthanolique des feuilles est le plus riche en polyphénols par rapport à l'extrait aqueux. Les résultats trouvées par **(Benssaleem .2022)** Confirme nos résultats.

**Tableau06** : teneur en polyphénols dans l'extrait méthanolique et l'extrait aqueux

Extrait	Concentration mg/ml
Méthanolique	11,14
Aqueux	4,74

L'extraction d'une molécule s'effectuera par un solvant de même polarité, le choix de solvant est liée a plusieurs paramètres tels que : la polarité et la solubilité des composés cibles ,la miscibilité, le point d'ébullition et la toxicité. Les solvants polaires tels que l'eau, l'acétate d'éthyle et le méthanol permettent d'extraire les composés polaires comme les polyphénols. le méthanol est parfois préféré pour extraire des polyphénols spécifiques en raison de sa capacité à dissoudre certains composés de manière plus efficace mais il est toxique. (Hamel et Madi, 2021)

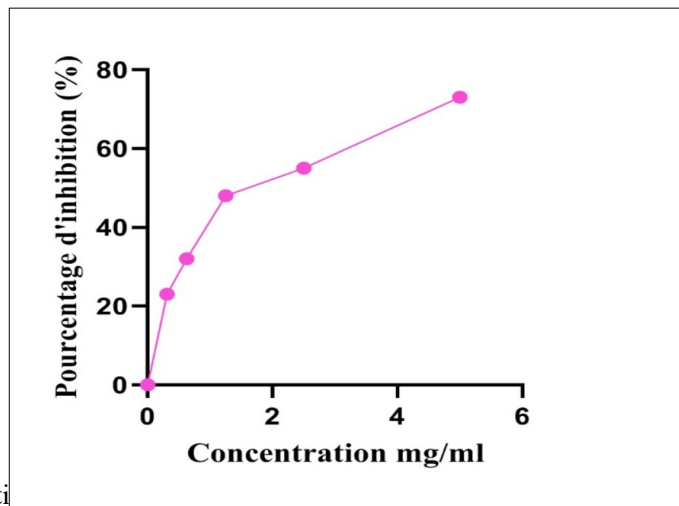
Des études ont montré que des facteurs environnementaux comme la température, la composition du sol, les saisons de croissance et de récolte, l'emplacement géographique, la maturité des plantes et la durée de stockage peuvent modifier les niveaux de composés phénoliques. La technique d'extraction peut aussi modifier les résultats (Borges et *al.* 2013).

### IV.3. Évaluation de l'activité antioxydant par la méthode de piégeage du radical libre DPPH

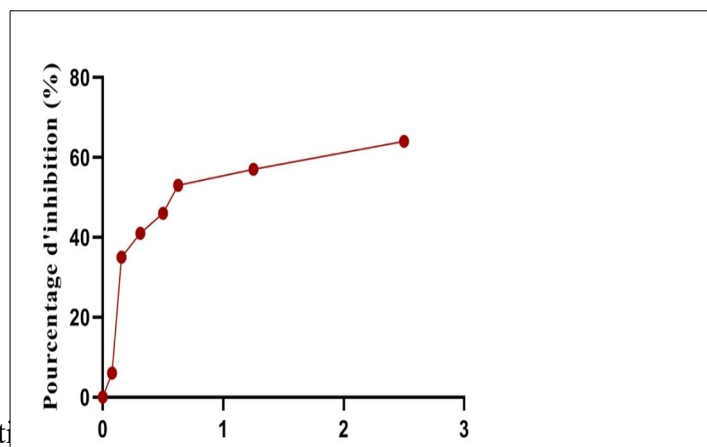
Les résultats montrent que l'extrait aqueux présente une activité anti radicalaire avec une IC50 d'environ 1,484 mg/ml, par contre l'extrait méthanolique apparaît plus active avec une IC50 d'environ 0,509 mg/ml .la valeur IC50 de l'acide ascorbique est de (0,064) mg/mL ; cette valeur est inférieure a les valeurs de nos extraits. Plus la valeur est basse plus l'activité est bonne.

Benderrji et Sebbane (2018) ont testé l'activité antioxydante de deux extraits (méthanolique et aqueux), en utilisant la méthode de DPPH. Dans leurs résultats, ils ont trouvé une valeur de la CI50 égale à 0.51 mg/ml pour l'extrait méthanolique et 0.96 mg /ml pour l'extrait aqueux. Ces valeurs sont proches à celle que nous avons trouvés dans notre étude.

L'activité antioxydant des extraits des feuilles de *Ziziphus Lotus* est liée à leurs richesses en polyphénols. Ceci est en accord avec les résultats obtenus par **Djermane et Nehal ,2017)** qui montre la corrélation entre l'activité anti radicalaire des et les teneurs en composés phénoliques.



**Figure 06:** Variati... en fonction des différentes concentrations de l'extrait aqueux



**Figure 07:** Variati... en fonction des différentes concentrations de l'extrait méthanolique

#### IV.4. Profil en acides gras par chromatographie phase gazeuse

L'analyse de cette huile par CPG, montre sa Caractérisation par un taux élevé en acide palmitique (C16:0) et acide arachidonique (C 20 :0). Dans 12 ,05% et 9,78% respectivement Dans les feuilles, on trouve aussi d'autres acides gras comme les acides caprique et margarique. Le premier composant est de 7,27% Le second 4,90 %). Le chromatogramme montre aussi quelques traces de l'acide laurique et l'acide stéarique Le chromatogramme montre aussi un taux important de l'acide oléique 7,68%Et un taux élevé en acide alpha linoléique 9,16 Cette richesse en oméga-3(acide gras essentiel) comme acide majoritaire accorde aux feuilles Un atout médicinal important. Ceci conduit à des utilisations aussi bien dans l'immunité et la guérison des blessures que dans les réactions allergiques et inflammatoires (Bell et al., 2009). Par ailleurs, le taux de l'oméga-6 est de 5,96 %. D'où un rapport oméga-6/oméga-3 allant de% 0,65%. D'autre part, des taux élevés en acides gras saturés (48 % ont été notés dans les feuilles de Ziziphus Lotus) Quant aux acides gras polyinsaturés, leurs taux restent aussi élevés de15,12%Les feuilles de Z.Lotus sont riches en acide linoléique et palmatique . Cette richesse a été notée par **(El Aloui-Kefi.2013)** avec des proportions plus faibles (42,04% et 21%) Ils ont signalé aussi la présence de l'acides oléique avec un taux de 13,08 %et un rapport oméga-6/oméga-3 de 0,26%

Ils ont montrés aussi La composition en acides gras exprimée en pourcentage de l'huile extraite de la pulpe . Cette composition note la richesse de la pulpe en 12 acides gras libres. Ces acides sont: l'acide laurique (C12 : 0), l'acide myristique (C14 : 0), l'acide myristoléique (C14 : 1), l'acide palmitoléique (C16 : 1), l'acide stéarique (C18 : 0), l'acide elaidique (C18 : 1t9), l'acide oléique (C18 : 1cis9), l'acide linoléique (C18 : 2), l'acide arachidique (C20 : 0), l'acide linoléique (C18 : 3), l'acide gadoléique (C20: 1) et l'acide béhénique (C22 : 0)., l'acide oléique a été le principal composant. Son taux baisse légèrement (15,58 %) pour EH. On note aussi la dominance de l'acide Linoléique avec un taux majoritaire .La pulpe de Z. jujuba est également riche en acides gras mono-insaturés.





**Tableau07** : Composition en acide gras de l'huile des feuilles de la plante *Ziziphus lotus*

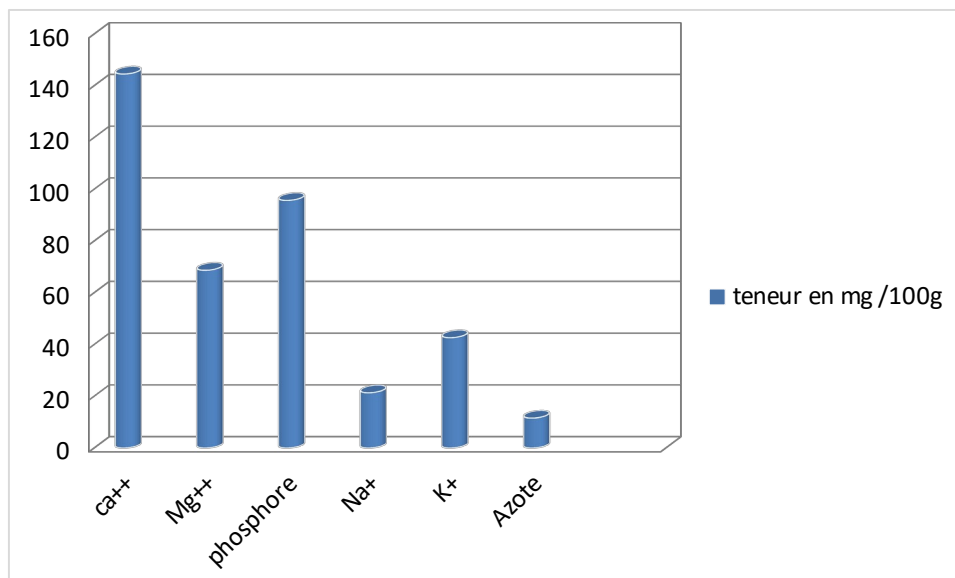
<b>Composition en Acide Gras de l'huile de la plante (Sedra)</b>		
<b>Acidesgras</b>	<b>Dénomination</b>	<b>EchantN1</b>
C8 :0	Acide Caprylique	4.11%
C10 :0	Acide Caprique	7.27%
C12 :0	Acide Laurique	4.41%
C16 :0	Acide palmitique	12.05%
C17 :0	Acide Margarique	4.90%
C18 :0	Acide stéarique	3.77%
C20 :0	Acide Arachidonique	9.78%
C22 :0	Acide Behenique	1.61%
<b>Somme Acides Gras,Saturés</b>		<b>48%</b>
<b>C18 :1ω9</b>	<b>Acide oléique</b>	<b>7.68%</b>
C20 :1ω9	Acide gondoleïque	1.50%
<b>Somme Acides Gras Mono insaturés</b>		<b>9.50%</b>
C18 :2ω6	Acide linoléique	5.96%
C18 :3n-3	Acidealpha linolénique	9.16%
<b>Somme des Acides Gras Polyinsaturé</b>		<b>15.12%</b>

#### IV.5. Teneur en cendre

L'analyse des minéraux est important pour la détection de carence en matière minérale pour éviter une production réduite.

L'analyse des minéraux montre que phosphore et le calcium sont les éléments majeurs des feuilles de *Z.lotus*. Ils sont les éléments les plus importants avec des taux de 95,68 mg/g100g et 144,54mg/100g respectivement. Le taux de magnésium est de 68,69 mg/100g Le taux de sodium et de potassium est de 21,35 mg/ 100g et 42,63 mg/ 100g et l'azote représente la valeur La plus faible 11,56mg/100g.

( El Aloui et Keff, 2013) ont détecté dans les feuilles de *Z. jujuba* les teneurs suivantes : azote (2,48%), calcium (1,81 %), potassium (1,46%) et calcium (0,57 %). Ces valeurs sont élevées par rapport à nos résultats. Cette variabilité est justifiée par plusieurs facteurs tels que : le climat ; le sol ; et le temps de récolte.



**Figure 09 :** Teneur en cendre dans les feuilles de *Ziziphus lotus* en mg/100g

# **Conclusion**

A la lumière des résultats obtenus, on pourrait conclure que cette présente étude rentre dans le cadre de la valorisation des plantes aromatiques et médicinales. On s'est intéressé et concentré à l'étude de l'activités antioxydante des feuilles de la plante de Jujubier sauvage *Ziziphus Lotus* (L.) par la préparation des extraits méthanoliques, et aqueux.

La teneur en polyphénols totaux des deux extraits constitue une source prometteuse en polyphénols et en flavonoïdes. Les résultats obtenus ont révélé que l'extrait le plus riche en polyphénols et flavonoïdes est l'extrait hydroéthanolique.

En effet, les polyphénols suscitent depuis une dizaine d'année un intérêt croissant aussi bien pour les nutritionnistes, les industriels de l'agro-alimentaire qu'aux consommateurs. Une des raisons principales, est la reconnaissance de leurs propriétés antioxydant, ainsi leur implication probable dans la prévention des diverses pathologies associées au stress oxydant.

Les résultats de l'activité antioxydant réalisée par la méthode de piégeage du radical libre DPPH, ont montré que les extraits testés ont une activité antioxydant variable. De ce fait, on note qu'avec l'extrait hydroéthanolique noté comme le plus actif ( $IC_{50} = 0,510$  mg/mL) suivit par l'extrait méthanolique et aqueux.

A la lumière de tous les résultats obtenus, il ressort que la plante du Jujubier *Zizyphus lotus* (L.) est dotée de nombreuses propriétés importantes grâce à la présence de molécules actives au niveau des feuilles de cette noble plante.

Au future, il serait important d'approfondir les études sur cette plante et de travailler sur les molécules bioactives présente au niveau des différentes parties et d'identifier les gènes codant pour ces métabolites primaires et secondaires se trouvant dans les graines de variétés sauvages afin de les utiliser comme un outil dans le développement des plantes transgéniques. Cela contribuera à la mise en place d'une meilleure connaissance de la phylogénie des plantes appartenant au genre des *Rhamnaceae*.



# Références bibliographiques

## Références bibliographiques

- Abderrahim B., Harrar A., Gul F., Demirtas I., 2017. Phenolic Compounds, Antioxidant and Antibacterial Activities of *Ziziphus lotus* (L.) Lam., Leaves Extracts. *Natural Products Journal*, 7 :316–322.
- Abdoul-Azize Souleymane, Malika Bendahmane, Aziz Hichami, Gado Dramane, Anne-Marie Simonin, Chahid Benammar, Hassimi Sadou, Simon Akpona, Es-Saddik El Boustani, Naim A Khan *International Immunopharmacology* 15 (2), 364-371, 2013
- Adeli M., Samavati V., 2015. Studies on the steady shear flow behavior and chemical properties of water-soluble polysaccharide from *Ziziphus lotus* fruit. *International Journal of Biological Macromolecules*, 72 : 580–587.
- Alibrando F., Dugo P., Mondello L., 2020. Physico-Chemical and Phytochemical
- Characterization of Moroccan Wild Jujube “*Ziziphus lotus* (L.)” Fruit Crude Extract and Fractions. *Molecules*, 25 : 5237.
- Amani Al-Oqail et al., "Chemical Composition, Antioxidant and Cytotoxic Activities of Essential Oil from the Leaves of Saudi Arabian *Ziziphus spina-christi* (L.) Willd.," *Journal of Essential Oil Research*, vol. 28, no. 1, pp. 38-46, 2016. [DOI: 10.1080/10412905.2015.1104496
- Abu-Zarga M., Sabri S., Al-Boudi A., Ajaz S., Sultana N., Rahman A.U., 1995. New cyclopeptide alkaloids from *Ziziphus lotus*. *Journal of Natural Products*, 58: 504-511.
- A.P.G. 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.
- Baba Aissa F. (1999). *Encyclopédie des plantes utilisées. Flore d’Algérie et du Maghreb – Substance végétale*, Edition Librairie Moderne, Rouïba, 145p.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils - A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2), 446-475
- Baser, K. H. C., & Buchbauer, G. (Eds.). (2010). *Handbook of Essential Oils: Science, Technology, and Applications*.
- Behdarvandi-Fard, A., Rafiei-Karahroudi, Z., Bakhshandeh, A., & Arzani, K. (2018). Phylogenetic relationships among Iranian *Ziziphus* species (Rhamnaceae) inferred from the nuclear ribosomal internal transcribed spacer (ITS) and chloroplast trnL-trnF sequences. *Biochemical Systematics and Ecology*, 81, 40-46.



- Beldjoudi, H. (2008). Étude ethnobotanique des plantes médicinales dans la région de Biskra (Algérie nord-orientale). *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, 77, 291-313.
- Belhadj F., et al. (2012). "Quantitative determination of the content of phenolic compounds in *Ziziphus lotus* L." *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(1), 88-95.
- Benabid, A. (2000). *Flore et écosystèmes de l'Algérie : Identification, biogéographie et écologie*. Editions INRA Algérie.

Benammar, C.; Hichami, A.; Yessoufou, A.; Simonin, A.M.; Belarbi, M.; Allali, H., Khan, N.A., **2010**. *Ziziphus lotus* (L.) Lam. (Desf.) modulates antioxidant activity and human T-cell proliferation. *BMC Complement. Altern. Med*, 10 : 1–9.

- Boizot N. et Charpentier J. P. (2006) Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. *Le cahier des Techniques de l'Inra*. P 79-82.
- Borgi W., Recio M-C., Rios J-L., Chouchane N., **2008**. Anti-inflammatory and analgesic activities of flavonoid and saponin fractions from *Ziziphus lotus* (L.) Lam. *South African Journal of Botany*, 14:320-324.
- Bougandoura, N., & Bendimerad, N. (2013). Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamintha* ssp. *Nepeta* (L.) Briq. *Nature & Technology*, (9), 14.
- Boulekbache-Makhlouf, L., Medjroubi, K., & Medjroubi, B. (2013). Phenolic compounds, antioxidant and anti-inflammatory effects of *Zizyphus lotus* L. *Food and Chemical Toxicology*, 55, 607-614.
- Bowles, E. J. (2003). *The A to Z of Essential Oils: What They Are, Where They Come From, How They Work*.
- Bukar AM, Kyari MZ. Gwaski M, Gudusu FS, Kuburi PA and Y. I. Abadam (2015). Evaluation of phytochemical and potential antibacterial activity of *Ziziphus spina-christi* L. against some medically important pathogenic bacteria. University of Maiduguri Teaching Hospital, Maiduguri, Borno State-Nigeria. *J Pharmacogn Phytochem*
- Chalghoumi, R., Boudiaf, K., Besseghaier, S., Boulekbache-Makhlouf, L., & Madani, K. (2018). Antimicrobial activity of the essential oil of *Ziziphus lotus* fruits from Algeria. *Industrial Crops and Products*, 121, 221-226.
- Cossalter, C., & Cabanettes, A. (2006). Le jujubier (*Ziziphus lotus* L.) dans la wilaya de Biskra : caractéristiques des exploitations et potentialités de développement. *Bois et Forêts des Tropiques*, 290(2), 29-39.

- Djellouli, F., Cherbonnel, A., Bouayed, J., & Djerrou, Z. (2015). Antidiabetic and Antioxidant Effects of *Zizyphus lotus* L. Aqueous Extract in Streptozotocin-induced Diabetic Rats. *Journal of Complementary and Integrative Medicine*, 12(2), 139-147.
- Dobignard, A., Chatelain, C., Fischer, M., Orso, J., & Jeanmonod, D. (2013). Index synonymique de la flore d'Afrique du Nord: Dicotyledoneae: Oleaceae-Zygophyllaceae. Conservatoire et Jardin botaniques
- El Aouni, M. H., Abdelly, C., & Smiti, S. (2008). Variabilité phénotypique des populations de *Zizyphus lotus* L. (Rhamnaceae) en Tunisie. *Revue d'Écologie*, 63(2), 139-148.
- El Amri, J., et al. (2013). Flavonoids from *Zizyphus lotus* L. (Desf.) inhibit cell growth and induce apoptosis in human breast cancer cells through mitochondrial pathway. *Biomedicine & Preventive Nutrition*, 3(1), 64-73.
- El Bouzidi, L., et al. (2019). Flavonoids from *Zizyphus lotus* L. inhibit cell proliferation, induce apoptosis, and reduce migration of human breast cancer cells. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 109, 1805-1816.
- Favier, A. (2006). Le stress oxydant Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'actualité Chimique*, 108-115.
- Finkel, T., & Holbrook, N. J. (2000). Oxidants, oxidative stress and the biology of ageing. *nature*, 408(6809), 239-247.
- Ghedira, k. *Zizyphus lotus* (L.) Desf. (Rhamnaceae) : jujubier sauvage. *Phytothérapie* (2013) 11:149-153 Springer-Verlag France 2013 [DOI 10.1007/s10298-013-0776-8]
- Halliwell, B., & Gutteridge, J. M. (2015). *Free radicals in biology and medicine* (5th ed.). Oxford University Press
- Haderbache L., Bousdira M., Mohammedi A., **2013**. *Zizyphus lotus* and *Euphorbia bupleuroides* Algerian honeys. *Journal World Applied sciences*. 24: 1536-1543.
- Hamel, CH, Madi A **2021**, activité antimicrobienne de la plante médicinale *Zizyphus Lotus*, 2021, université de constantine.
- Hammi K.M., Jdey A., Abdelly C., Majdoub, H.; Ksouri, R. **2015**. Optimization of ultrasound-assisted extraction of antioxidant compound from Tunisian *Zizyphus lotus* fruits using response surface methodology. *Food Chem*, 18 : 80–89.
- Hamrouni-Sellami, I., Omezzine, F., Ayadi, N., & Zemni, H. (2015). Chemical composition, allelopathic potential and antifungal activity of essential oil from *Zizyphus lotus* L. *Industrial Crops and Products*, 69, 63-69.

- Hanchi B., El Mousadik A., Ibn Tattou M., Boulli A. (2015). Genetic Diversity and Population Structure of Wild Jujube (*Ziziphus lotus* L.) in Tunisia. *Biochemical Systematics and Ecology*, 58, 15-22.
- Hanen H., et al. (2017). "Comparative analysis of free amino acids, fatty acids, minerals, and vitamin contents in jujube (*Ziziphus lotus* L.) fruit of Tunisia." *Journal of Food Composition and Analysis*, 56, 35-42
- Hewlings, S. J., & Kalman, D. S. (2017). Curcumin: a review of its' effects on human health. *Foods*, 6(10), 92
- Houma Imen, 2023. Etude ecobotanique du Jujubier *Zizyphus lotus* (L.) Lam dans les zones arides et semi arides en Algerie thesis for PHD ADVISOR. Derridj Arezki université de djelfa. 235p.
- Januszewska, L., & Kolodziejczyk-Czepas, J. (2021). Synthetic antioxidants: Types, sources, and potential health benefits. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61(2), 161-178
- Jones, H.G. (2007). Monitoring plant and soil water status: Established and novel methods revisited and their relevance to studies of drought tolerance. *Journal of Experimental Botany*, 58(2), 119-130.
- Kharazian, N., & Esmaeili, A. (2020). Effects of drought stress on seed germination and seedling growth of two native *Ziziphus* species from Iran. *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 154(4), 616-624.
- Kheloufi A., Mansouri L-M., Laib K., 2020. Effect of cold stratification on seed germination of the multipurpose fruit shrub, *Ziziphus lotus* (L.) Lam. (Rhamnaceae). *Cercetăr iAgronomice în Moldova (Agronomic Research in Moldavia)*, 53: 152-159.
- Letaief T., Garzoli S., Ovidi E., Tiezzi A., Jeribi C., Abderrabba M., Mejri J., 2021. Organ dependency variation of the chemical composition of *Ziziphus lotus* volatile fractions. *European 93 Journal of Biological Research*, 11: 501-508.
- Maeda, H. A., & Dudareva, N. (2012). The shikimate pathway and aromatic amino acid biosynthesis in plants. *Annual Review of Plant Biology*, 63, 73-105
- Malki Samira, Boudjouref Moured. 2022. evaluation de l'activité d'antioxydante des extraits de la plante *Ziziphud lotus*. université d'Oum El Bouaghi.
- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C., & Jiménez, L. (2004). Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American journal of clinical nutrition*, 79(5), 727-747.
- Mansouri A., et al. (2005). "Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils of *Zizyphus lotus* L." *Journal of Food Engineering*, 69(4), 401-407.

- Mazouzi Lina ,Bessekri Nor El houda .2022.etude de l'activité biologique des extraits de zizyphus lotus.mimoire de master,université de Khemis Meliana .
- Meriem Elaloui, Amel Ennajah, Hanene Ghazghazi, Imen Ben Youssef, Nada Ben Othman, Mohamed Rabeh Hajlaoui, Ali Khouja, Abdelwahed Laamouri,Quantification of total phenols, flavonoides and tannins from Ziziphus jujuba (mill.) and Ziziphus lotus (l.) (Desf). Leaf extracts and their effects on antioxidant and antibacterial activities, Int. J. Sec. Metabolite,Vol. 4, Issue 1(2017)pp. 18-26
- Mekious S., Houman Z., Bruneau E., Masseaux C., Guillet A., Hance T., **2015**. Caractérisation des miels produits dans la région steppique de Djelfa en Algérie. Biotechnol. Agron. Soc. Environ, 19 : 219-229.
- Mohamed Bouaziz et al., "Chemical Composition and Biological Activities of Tunisian Zizyphus lotus L. (Desf.) Fruit Extracts," Industrial Crops and Products, vol. 66, pp. 220-228, 2015. [DOI: 10.1016/j.indcrop.2014.12.022]
- Mohammed Bouziane et al., "Antifungal and Antioxidant Activities of Zizyphus lotus L. Extracts and Identification of Main Phenolic Compounds," Industrial Crops and Products, vol. 52, pp. 8-14, 2014. [DOI: 10.1016/j.indcrop.2013.10.014]
- Mohammedi .Z (2011). Etude du pouvoir Antimicrobien et Antioxydant des Huile Essentielles et flavonoïdes de quelques plantes de la région de Tlemcen. Mémoire de Magister Université de Tlemcen.
- M'Rabet, S., Ennajar, M., & Flamini, G. (2018). Chemical composition, antioxidant and anti-inflammatory activities of extracts from wild-growing Ziziphus lotus (L.) Desf. (Rhamnaceae) fruits. Food Science and Biotechnology, 27(5), 1355-1363
- Orban, J. C., 2010. Oxygène, stress oxydant. Chapitre : Désordres métaboliques et réanimation, p, 427-437.
- Pacher, P., Beckman, J. S., & Liaudet, L. (2007). Nitric oxide and peroxynitrite in health and disease. Physiological Reviews, 87(1), 315-424.
- Pérez-Jiménez, J., Neveu, V., Vos, F., & Scalbert, A. (2010). Identification of the 100 richest dietary sources of polyphenols: an application of the Phenol-Explorer database. European journal of clinical nutrition, 64(S3), S112-S120.
- Pham-Huy, L. A., He, H., & Pham-Huy, C. (2008). Free radicals, antioxidants in disease and health. International Journal of Biomedical Science, 4(2), 89-96

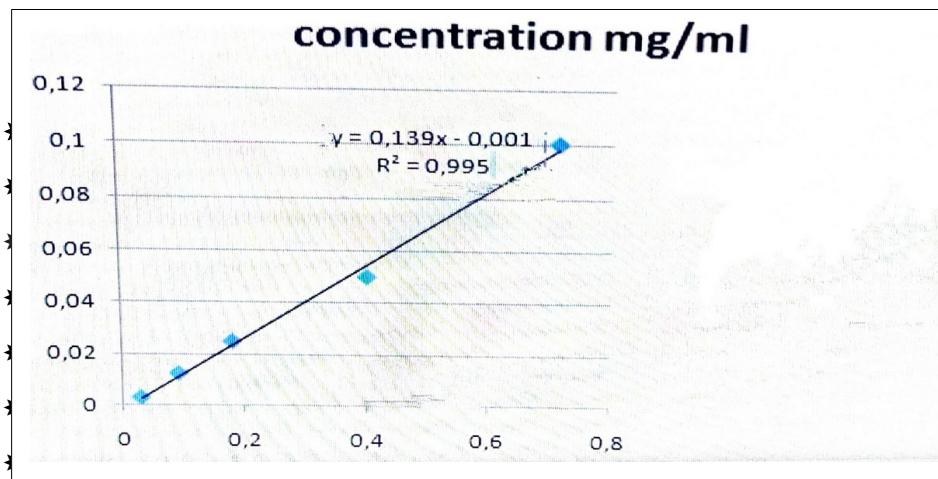
- Phaniendra, Alugoju; Jestadi, Dinesh Babu; Periyasamy, Latha., 2015. Free Radicals: Properties, Sources, Targets, and Their Implication in Various Diseases. *Indian Journal of Clinical Biochemistry*, 30(1), 11–26. doi:10.1007/s12291-014-0446-0
- Pisoschi, A. M., & Pop, A. (2015). The role of antioxidants in the chemistry of oxidative stress: A review. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 97, 55-74.
- Pushparaj, P. N., Tan, B. K. H., & Tan, C. H. (2004). Averrhoa bilimbi. In *Herbal and Traditional Medicine* (pp. 297-304). CRC Press
- Qaddoumi A., et al. (2013). Effect of Nitrogen Fix
- Rached W., Barros L., Ziani B.E.C., Bennaceur M., Calhelha R.C., Heleno S.A., Alves M.J., Marouf A., Ferreira., **2019**. I.C.F.R.HPLC-DAD-ESI-MS/MS screening of phytochemical compound and the bioactive properties of different plant parts of *Ziziphus lotus* (L.) Desf. *Food Funct.*, 10 :5898–5909.
- Rania S., et al. (2020). Chemical Constituents and Pharmacological Activities of *Ziziphus lotus* L. (Desf.): A Review. *Phytotherapy Research*, 34(10), 2455-2470.
- Rais C., Slimani C., Benidir M., Elhanafi L., Zeouk I., Errachidi F., El Ghadraoui L., Louahlia S., **2020**. Seeds of *Ziziphus lotus*: In Vivo Healing Properties of the Vegetable Oil. *The Scientific World Journal*, 8 p.
- Rejeb Imen.2007.Etude de l'effet de F irradiation sur les polyphénols du curcumin.these de doctorat.Institut National des Sciences Appliquées et de Technologie
- Saad El Hattab et al., "Chemical Composition, Antioxidant and Antimicrobial Activities of the Essential Oil from *Ziziphus lotus* L. Leaves," *Industrial Crops and Products*, vol. 69, pp. 123-129, 2015. [DOI: 10.1016/j.indcrop.2015.02.040]
- Sbai H., et al. (2010). "Chemical composition and biological activities of *Zizyphus lotus* L. essential oil." *Food Chemistry*, 120(4), 1087-1092.
- Scalbert, A., & Williamson, G. (2020). Dietary intake and bioavailability of polyphenols. *Journal of Nutrition*, 150(3), 393S-402S.
- Scalbert, A., Johnson, I. T., & Saltmarsh, M. (2005). Polyphenols: antioxidants and beyond. *The American journal of clinical nutrition*, 81(1), 215S-217S
- Shahidi, F., & Ambigaipalan, P. (2021). Antioxidant phytochemicals in fruits, vegetables, and grains. In *Antioxidants in Foods and Its Applications* (pp. 1-30). Elsevier.
- Tisserand, R., & Young, R. (2014). *Essential Oil Safety: A Guide for Health Care Professionals*.

- Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, M. T., Mazur, M., & Telser, J. (2007). Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, 39(1), 44-84.
- Valko, M., Rhodes, C. J., Moncol, J., Izakovic, M. M., & Mazur, M. (2006). Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. *Chemico-biological interactions*, 160(1), 1-40.]
- Vogt, T. (2010). Phenylpropanoid biosynthesis. *Molecular Plant*, 3(1), 2-20
- Wang L. et Waller C. L. (2006) Recent advances in extraction of nutraceuticals from plants. *Trends in Food Science & Technology*, 17, P 300-312.
- Wang, B., Huang, Q., Venkitasamy, C., Chai, H., Gao, H., Cheng, N., Pan, Z. (2016). Changes in phenolic compounds and their antioxidant capacities in jujube (*Ziziphus jujuba* Miller) during three edible maturity stages. *LWT-Food Science and Technology*, 66, 56-62.
  
- Wissal Dhifi et al., "Chemical Composition, Cytotoxicity Effect and Antimicrobial Activity of Essential Oil from the Leaves of Tunisian *Zizyphus lotus* L.," *Journal of Essential Oil Research*, vol. 29, no. 4, pp. 311-320, 2017. [DOI: 10.1080/10412905.2017.1299364]
- San, B. et Yildirim, A. N. (2010). Phenolics, alph-tocopherol, beta-carotene, and fatty acid composition of four promising jujube (*Ziziphus jujuba* Miller) selections. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23:706–710
- Zhao, Z.H., Liu, M.J. et Tu, P.F. (2008). Characterization of water soluble Polysaccharides from organs of Chinese jujube (*Ziziphus jujuba* Mill. cv. Dongzao). *European Food Research and Technology*, 226 (5): 985-989.

# Annexes

## Annexe 01

- Les réactifs :
  - ★ Réactif de Folin–Ciocalteu



- **préparation des réactifs :**
  - **DPPH (2, 2-diphényl-1-picrylhydrazyl) :** 2.4 mg de poudre de dpph + 100 ml de méthanol.
  - **Folin–Ciocalteu 10% :** 1ml deFolin–Ciocalteu + 9 ml de l’eau distillée.
  - **carbonate de sodium  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  7, 5% :** 7,5g de poudre de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  + 100 ml de l’eau distillée.
  - **Acide gallique :** 10mg de poudre d’Acide gallique + 10 ml de l’eau distillée.
  - **Hydroxyde de potassium:** 11,2 g d’hydroxyde de potassium + 100 ml de méthanol

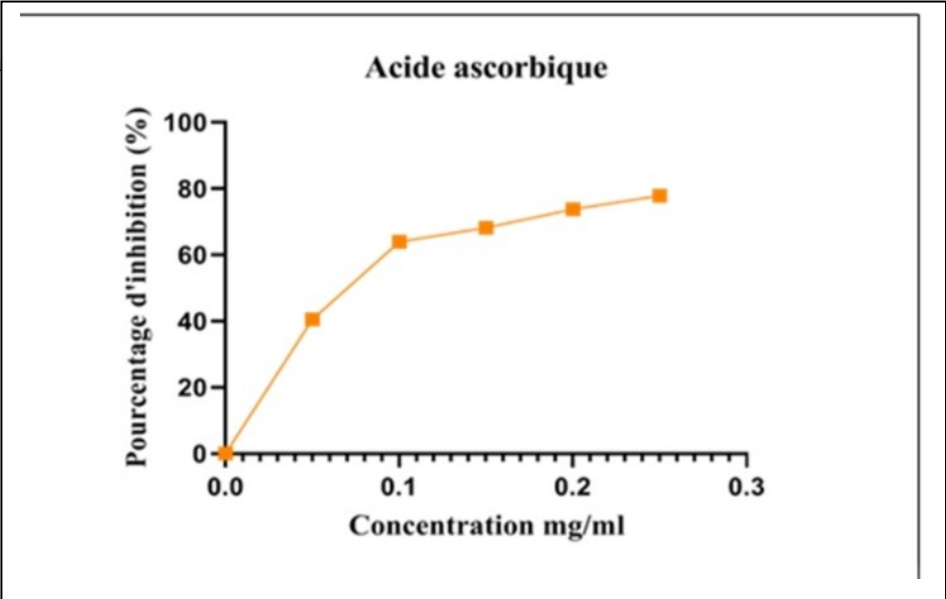
## Annexe 02 :

### les courbes d’étalonnage

**Figure:** courbe d’étalonnage de l’acide gallique



Figure:  
différen



n des



## Abstract

Ziziphus Lotus or Sidder

It's a spiky plant. Produces a small apple-like fruit. This plant is used for many medical, pharmaceutical and even cosmetic purposes, so we wanted to know its ability to fight oxidation and how much fatty acids and minerals its leaves contain. Most experiments have shown that leaf extract has a different effect on antioxidants. This depends on the amount of tannins and flavonoids, as well as the extraction method and solvent used. It also contains a good amount of fatty acids and minerals..

Keywords: Polyphenols, DPPH, antioxidant activity, ascorbic acid, fatty acids, ziziphus lotus

## Résumé

Ziziphus Lotus ou Sidder

C'est une plante épineuse qui produit un petit fruit ressemblant à une pomme. Cette plante est utilisée à de nombreuses fins médicales, pharmaceutiques et même cosmétiques, nous voulions donc connaître sa capacité à lutter contre l'oxydation et la quantité d'acides gras et de minéraux que ses feuilles contiennent. La plupart des expériences ont montré que l'extrait de feuilles a un effet différent sur les antioxydants. Cela dépend de la quantité de tanins et de flavonoïdes, ainsi que de la méthode d'extraction et du solvant utilisés. Il contient également une bonne quantité d'acides gras et de minéraux.

Mots clés : Polyphénols, DPPH, activité antioxydante, acide ascorbique, acides gras, ziziphus lotus

## الملخص

Ziziphus lotus أو سدر

هو نبات شائك ينتج فاكهة صغيرة تشبه التفاح. يستخدم هذا النبات للعديد من الأغراض الطبية والصيدلانية وحتى التجميلية، لذلك أردنا معرفة قدرته على محاربة الأكسدة وكمية الأحماض الدهنية والمعادن التي تحتوي عليها أوراقه.

أظهرت معظم التجارب أن مستخلص الأوراق له تأثير مختلف على مضادات الأكسدة. يعتمد هذا على كمية العفص والفلافونويد، بالإضافة إلى طريقة الاستخراج والمذيب المستخدم. كما يحتوي على كمية جيدة من الأحماض الدهنية والمعادن.

.  
الكلمات المفتاحية:

ziziphus lotus، النشاط المضاد للأكسدة، حمض الأسكوربيك، الأحماض الدهنية، DPPH، البوليفينول