

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département des Sciences Agronomiques

Mémoire de Fin de Cycle

En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Filière: Sciences Alimentaires

Option: Agro-Alimentaires et Contrôle de Qualité

Thème

Les propriétés nutritionnelles, antioxydantes et thérapeutiques du fruit de jujube (Zizyphus jujuba)

Présenté par

M^{elle} Lounnas Lilia

M^{elle} Nadji Kahina

Devant le jury

Président: M^r BENGANA M. (MCB)

Examinatrice: M^{me} REMANE Y. (MAA)

Promotrice: M^{me} ARKOUB L. (MCB)

Année universitaire: 2019/2020

Remerciements

Avant toute chose, nous remercions Dieu, le plus puissant pour nous avoir donné le courage et la patience pour mener à terme ce modeste travail.

Nous tenons à remercier chaleureusement et très particulièrement notre promotrice Mme ARKOUB L., Maître de Conférence B au département des Sciences Agronomiques à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou pour son aide, ses judicieux conseils, son orientation et sa disponibilité. Merci pour la confiance que vous nous avez accordé. C'était un honneur de travailler avec vous.

Nous tenons à remercier vivement Mme Remane, notre responsable de promotion et également le chef de département agronomique Mr Sadoudi R, pour leur aide précieuse.

Nos remerciements s'adressent également à Mr Bengana., d'avoir accepté de présider de jury et Mme Remane D'avoir accepté d'examiner ce travail.

Un grand merci également à toute la promotion AACQ (2019/2020).

MERCI

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail:

A Mes très chers parents pour leur amour, leur soutien, leurs sacrifices, leurs encouragements, pour tout ce qu'ils m'ont apporté et les valeurs qu'ils m'ont enseignées. Que dieu vous procure bonheur, santé et longue vie. Que ce travail soit pour vous un motif de fierté et de satisfaction. Je vous aime énormément.

*A Mes très chers frères **Abdenour** et **Abdellah (Babido)** et également mes très chères sœurs **Imane** et **Asma**.*

A tous mes adorables cousins, cousines, tantes et oncles.

A mes grands parents maternel, que dieu vous protège et vous procure une longue vie avec plaine de santé et joie.

*A la mémoire de mes grands parents paternel et ma chère cousine **Hassina**, j'aurai bien aimé que vous soyez parmi nous pour partager ensemble ce bonheur, que dieu garde vos âmes dans son vaste paradis.*

*A ma binôme et copine **Kahina** avec qui j'ai partagé tant de moments, ainsi que toute sa famille. Merci ma belle.*

*A Toutes mes amies plus particulièrement: **Chaima, Lynda et Wissam**.*

A tous les êtres chers à mes yeux que je n'ai pas évoqués.

A toute personne qui m'a aidé de près ou de loin pour la réalisation de ce mémoire.



Lilia

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail:

A Mes très chers parents pour leur amour, leur soutien, leurs sacrifices, leurs encouragements, pour tout ce qu'ils m'ont apporté et les valeurs qu'ils m'ont enseignées. Que dieu vous procure bonheur, santé et longue vie. Que ce travail soit pour vous un motif de fierté et de satisfaction. Je vous aime énormément.

*A Mes très chers frères **Samir** et **Slimane** et également **Ali** et son épouse **Sabrina** ainsi que mes très chères sœurs **Malika**, **Djamila**, **Naima** et **Razika** et mes chères nièces **Asma**, **Douaa** et ma petite **Zazi** sans oublié **Amine** et **Aris**.*

A tous mes adorables cousins, cousines, tantes et oncles.

A ma grande mère maternelle (Mama Tati), que Dieu te protège et te procure une longue vie avec plaine de santé et joie.

A la mémoire de mes grands parents, j'aurai bien aimé que vous soyez parmi nous pour partager ensemble ce bonheur, que dieu garde vos âmes dans son vaste paradis.

*A ma binôme et copine **Lilia** avec qui j'ai partagé tant de moments, ainsi que toute sa famille. Merci ma belle.*

*A toutes mes amies plus particulièrement: **Kamila**, **Liza**, **Nadia** et **Dalia**.*

A tous les êtres chers à mes yeux que je n'ai pas évoqués.

A toute personne qui m'a aidé de près ou de loin pour la réalisation de ce mémoire.



Kahina

SOMMAIRE

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction.....	1
--------------------------	----------

I. Généralités sur le jujube (Zizyphus jujuba)

I.1. Origine et historique.....	3
I.2. Caractéristiques de jujubier.....	3
I.3. Description botanique.....	4
I.3.1. Fleurs.....	5
I.3.2. Fruits.....	5
I.3.3. Feuilles.....	6
I.4. Répartition géographique.....	6
I.5. Production de jujube.....	7
I.6. Variétés du jujubier à travers le monde	8
I.6.1. Variétés rencontrées en Provence.....	8
I.6.2. Variétés chinoises	9
I.6.3. Variétés aux Etats-Unis.....	10
I.7. Valeur nutritionnelle du jujube.....	11
I.7.1. Métabolites primaires.....	11
I.7.2. Métabolites secondaires.....	12
I.8. Utilisations du jujube.....	14
I.8.1. Utilisations alimentaires.....	15
I.8.2. Utilisations thérapeutiques.....	15
I.8.2.1. Utilisations des graines.....	16
I.8.2.2. Utilisations des fruits.....	17
I.8.2.3. Utilisations des feuilles.....	17
I.8.2.4. Utilisations des fleurs.....	18
I.8.2.5. Utilisations des racines.....	18
I.8.2.6. Utilisations du bois.....	19
I.8.2.7 Utilisations en cosmétiques.....	19

II. Antioxydants du jujube

II.1. Composés phénoliques.....	20
II.2. Flavonoïdes.....	24
II.3. Tanins.....	26
II.4. Caroténoïdes	28
II.5. Vitamines.....	31
II.5.1.Tocophérols.....	31
II.5.2. Acide ascorbique.....	31
II.6. Activité antioxydante.....	33
II.7. Activités biologiques des composés phénoliques.....	35

III. Propriétés thérapeutiques du jujube

III.1. Effet hypnotique sédatif et anxiolytique.....	37
III.2. Activité antidiabétique.....	38
III.3. Activité anticancéreuse.....	38
III.4. L'activité antimicrobienne.....	39
III.5. Effet anti-inflammatoire et antispasmodique.....	39
III.6. Effets Antiallergiques	39
III.7. Activité anti-ulcérogénique.....	40
III.8. Inhibiteurs de la douceur.....	40
III.9. Activité cognitives.....	40
III.10. Effet antioxydant.....	40
III.11. Activité de cicatrisation des plaies.....	41
III.12. Activité anti-obésité.....	41
Conclusion	42

Références bibliographiques

Résumé

Liste des abréviations

DMLA: Dégénérescence Moléculaire Liée à l'Age

FRAP: Free Radical Antioxidant Power

GABA: Gamma Amino Butyric Acid.

VIH 1: Virus d'Immunodéficience Humaine

FAO: Food and Agriculture Organization

OMS: Organisation Mondiale de la Santé

EAA: Equivalent Acide Ascorbique

EAG: Equivalent Acide Gallique

EC: Equivalent Catéchine

DPPH: 1, 1-Diphényl 2-Pyridyl Hydrazil

HPLC: High Performance Liquide Chromatography

Liste des figures

<i>N° de Figure</i>	<i>Titre</i>	<i>Page</i>
1	Photographie du jujubier (<i>Ziziphus jujuba</i>)	5
2	Fleurs de <i>Ziziphus jujuba</i>	5
3	Fruit de <i>Ziziphus jujuba</i>	6
4	Feuilles de <i>Ziziphus jujuba</i>	6
5	Répartition géographique des espèces des Rhamnacées	7
6	Fruit de <i>Ziziphus jujuba</i>	8
7	Fruit de <i>Ziziphus jujuba</i> So'	9
8	Fruit de <i>Ziziphus jujuba</i> Lang'	9
9	Fruit de <i>Ziziphus jujuba</i> Li'	10
10	Structure chimique de la Ziziphine	14
11	Quelques structures des molécules actives des graines de jujubier	16
12	Structure du jujuboside A	17
13	Quelques utilisations artisanales du bois de <i>Z. jujuba</i>	19
14	Squelette de base des composées phénoliques	20
15	Quelques structures des composés phénoliques	21
16	Structure de base des flavonoïdes	25
17	Exemple de tanins hydrolysables: Castalagine	27
18	Structure des tanins condensés	27
19	Structure des principaux caroténoïdes synthétisés par les végétaux et retrouvés chez les animaux. (A): Carotènes; (B): Xanthophylles	29
20	Teneurs en caroténoïdes totaux dans les différents génotypes de jujube	30
21	Structures des tocophérols (Vitamine E)	31
22	Structure chimique de l'acide ascorbique	32

Liste des tableaux

N° de Tableau	Titre	Page
I	Teneurs du fruit de <i>Zizyphus jujuba</i> frais en métabolites primaires	11
II	Composition nutritionnelle du jujube (<i>Zizyphus jujuba</i>)	12
III	Composition en métabolites secondaires des différents organes du <i>Zizyphus jujuba</i>	13
IV	Teneurs en polyphénols totaux (mg GAE/100 g) de quelques variétés de <i>Zizyphus jujuba</i>	21
V	Composition phénolique des extraits de jujubier chinois	23
VI	Composition en principaux polyphénols des fruits et feuilles de <i>Z. jujuba</i>	24
VII	Principales classes des flavonoïdes de <i>Zizyphus jujuba</i>	25
VIII	Teneurs en flavonoïdes totaux (mg EC/100 g) de quelques variétés de <i>Zizyphus</i>	26
IX	Teneurs en tanins condensés (mg/100g PF) des fruits de jujube	28
X	Teneurs en vitamine C de cinq variétés de jujube Indien selon les saisons de croissance 2005/2006	33
XI	Teneurs en Vitamine C (mg EAA/100 g) de quelques variétés de <i>Zizyphus</i>	33
XII	Capacité antioxydante totale des extraits de cinq variétés du jujube chinois	34
XIII	Activité antioxydante des extraits de cinq variétés du jujube chinois	35
XIV	Principales activités biologiques des composés phénoliques du jujube	36

Introduction



Les plantes médicinales constituent une source inépuisable de substances à activités biologiques (antivirale, antimicrobienne, antioxydante...etc) et propriétés pharmacologiques (Achat, 2013). Les plantes renferment donc une large variété de molécules chimiques (peptides, terpènes, composés phénoliques, alcaloïdes...etc), à propriétés physico-chimiques très différentes et qui présentent une large variété (Michel, 2011).

L'espèce végétale *Ziziphus jujuba* est l'une des espèces les plus répandues sur le périmètre méditerranéen en particulier en Syrie, Liban, Palestine, Egypte, Tunisie, Algérie (Tlemcen, Annaba et Tipaza), Maroc, Espagne, France, Grèce et Turquie (Benahmed-Djilali *et al.*, 2015). La récolte a généralement lieu au mois de Septembre et Octobre. Les fruits, à l'état frais, supportent les manipulations de récolte, de transport et de stockage. Cependant, leur conservation dans des entrepôts peut s'étendre sur plusieurs années dès que les fruits sont bien séchés (Walali *et al.*, 2003). Ce fruit possède une importance socio-économique indéniable, à l'état sec, c'est un véritable concentré de sucres et de nutriments essentiels comme les fibres, le fer, le potassium et le phosphore (Azam-Ali *et al.*, 2006).

Le jujube a des noms différents selon la région de culture et/ou la consommation. En Chine, il est connu sous le nom de « Dattes chinoises », « Tsao » ou « Dattes rouges » après le processus de séchage. En Iran et en Inde, il est connu sous le nom de « Ber » et il est également abondant dans les pays arabes et connu sous le nom de « Sedra » et le fruit comestible est appelé « Nbeg » ou « Ennab » (Najjaa *et al.*, 2020).

Les preuves scientifiques ont montré que les fruits de jujubier « *Ziziphus jujuba* » contiennent une grande quantité de divers composés bioactifs, y compris l'acide ascorbique, les acides triterpéniques, les acides phénoliques, les flavonoïdes, les tanins et les saponines. Ces phytoconstituants jouent des rôles importants pour supprimer différentes maladies, exerçant les effets antioxydants, anti-inflammatoires, anti-obésité, anti-cardiovasculaires, hépato-protecteurs, antidiabétiques, antimicrobiens, anticancéreux et gastro-intestinaux (Rashwan *et al.*, 2020; Gowd *et al.*, 2020; Xu *et al.*, 2019; Feng *et al.*, 2019; Shishir *et al.*, 2019; Miri, 2018 et Ji *et al.*, 2017).

Ce fruit est non seulement savoureux, mais également utilisé dans la médecine chinoise traditionnelle pour la désinfection, empêchant l'anémie et l'analeptique (Wang *et al.*, 2013). Les feuilles utilisées pour les effets hypoglycémiques, comme diurétique, émoullientes, fluidifiantes pour favoriser la croissance des cheveux, anticancéreux, sédatives

(Preeti et Shalini, 2014). Les graines broyées de cette espèce sont traditionnellement utilisées pour le traitement de nombreuses maladies tels que: le scorbut (Boullard *et al.*, 2011) et l'anorexie (Kone *et al.*, 2009). Ils sont antipyrétiques, toniques, antiviraux et antimicrobiens (El Hachimi *et al.*, 2015). Les fruits de jujube sont souvent consommés frais ou bien transformés en conserve ou en confiture (Danthu *et al.*, 2000), cependant la pulpe séchée de ce fruit peut être réduite en pâtes ou en poudre pour différentes utilisations alimentaires tels que: la fabrication de pains, de biscuits et des boissons rafraichissantes ou hydromel (Koné *et al.*, 2009). Le jujube est également utilisé comme additif alimentaire ou comme arôme (Fooladi *et al.*, 2002). Malgré sa grande importance, cette espèce est menacée. Elle est quelque fois considérée comme espèce en voie de disparition, principalement en raison de l'image sociale souvent négative puisqu'elle est associée (en Algérie) à la pauvreté (Benahmed-Djilali *et al.*, 2015). Cependant, l'image sociale très positive au Mechreq, les grandes possibilités de développement de sa culture dans les projets de la grande ceinture verte subsaharienne Africaine ...etc. semblent indiquer que le jujubier est une plante de grand potentiel.

Ainsi, les objectifs de la présente étude est de faire une synthèse bibliographique sur les propriétés nutritionnelles, antioxydantes et thérapeutiques du fruit de jujubier (*Ziziphus jujuba*).

Afin d'atteindre ces objectifs, nous avons suivi une démarche en trois parties:

- La première partie de l'étude bibliographique rapporte quelques généralités sur fruit de jujube (*Ziziphus jujuba*): l'origine et historique, la classification et description botanique, la répartition géographique, les variétés ainsi que ses utilisations.
- La deuxième partie synthétisant quelques connaissances sur les antioxydants prédominants dans le jujube.
- La troisième partie rapporte les principales propriétés thérapeutiques du fruit de jujubier.

Enfin, une conclusion générale mettra l'accent sur les principales propriétés nutritionnelles et fonctionnelles du jujube.

I. Généralités sur le jujube (Ziziphus jujuba)



I. Généralités sur le jujube (*Ziziphus jujuba*)

I.1. Origine et historique

Jujube peut sembler étrange comme un nom de fruit, mais c'est un accumulateur de nutriments. C'est un aliment très puissant qui donne un coup de pouce sain aux millions de personnes qui connaissent sa véritable valeur. Bien que les noms communs soient la datte rouge et la datte coréenne, la classification scientifique du jujube est *Ziziphus jujuba* (Gyre, 2018).

Un jujube est généralement un petit arbuste ou un petit arbre avec de petits pétales vert-jaunâtre et des fruits de drupe qui sont de la taille d'une datte et vont du brun au noir violacé. Ces fruits sont originaires de l'Asie du Sud, y compris le sud et le centre de la Chine. Cependant, il a maintenant été introduit dans le reste du monde, principalement en Europe et il est disponible dans de nombreux magasins d'importation de fruits exotiques. La chose la plus étonnante à propos du fruit de jujube est qu'il a plus de 10 000 ans d'histoire, et dans cette histoire, plus de 400 variétés différentes sont trouvées. En termes d'utilisation culinaire, le jujube poing est consommé comme un fruit, un bonbon sec ou sous forme de jus. Dans certains pays, les fosses sont enlevées et la chair est pilée avec du sucre et d'autres fruits dans un gâteau qui peut se sécher au soleil (Gyre, 2018).

Le jujubier est une espèce à usages multiples. Les feuilles sont broutées par les animaux, les fruits sont consommés par l'Homme, les fleurs sont butinées par les abeilles qui en produisent un excellent miel. Par ailleurs, les graines broyées de cette espèce sont traditionnellement utilisées pour le traitement de nombreuses maladies (El Hachimi, 2015).

I.2. Caractéristiques de jujubier

Type de plante: Arbre fruitier

Famille: Rhamnacées

Origine: Chine, Japon et Europe

Feuillage: Caduc

Couleurs des fleurs: Jaunes et blanches

Exposition: Soleil, mi-ombre

Sol: Sol calcaire, sableux, caillouteux

Résistance: Rustique, résiste à des températures jusqu'à -15°C

Plantation: Pleine terre

Floraison: De mai à septembre

Mode de multiplication: Semis, division, bouturage ou greffe

Hauteur: 5 à 10 mètres

Espèces: 80 espèces, la plus connue étant « *Ziziphus jujuba* », jujubier commun ou dattier chinois. Son environnement de prédilection est une colline sèche et pierreuse au sol calcaire (Quezel et Santa, 1962).

La classification de *Z. jujuba* est complexe, ce qui a laissé les auteurs attribuer les mêmes nominations à cette espèce. Mais actuellement, la classification adoptée est celle de Quezel et Santa, 1962 et Laamouri, 2009:

Sous embranchement: Angiosperme.

Sous classe: Dicotylédone.

Ordre: Rhamnale.

Famille: Rhamnacées.

Genre: *Ziziphus*.

Espèce: *Ziziphus jujuba* Mill.

I.3. Description botanique

Le jujubier (*Ziziphus jujuba*) est un arbre ou arbuste fruitier appartenant à la famille des Rhamnacées appelé en Afrique du Nord "**Anneb**" ou "**Sedra**" en Berbère "**Azouggar**" (Quezel et Santa, 1963; Preeti et Shalini, 2014). Il est reparti en 45 genres et 550 espèces (Mukhtar *et al.*, 2004). Le jujubier est décrit comme un arbuste épineux ou un buisson dont la hauteur peut aller de 3 à 4 m jusqu'à 10-16 m ou plus, son tronc mesure environ 30 cm, il atteint rarement 2 m de hauteur (Figure 1) (Koné *et al.*, 2009).

Zizyphus jujuba, une plante médicinale nommée jujube, est un fruit abondant dans les régions tropicale et subtropicale. Ladite espèce présente plusieurs qualités pharmacologiques recherchées pour la santé humaine. En outre, ce fruit est prescrit afin de traiter plusieurs maladies telles que: l'hépatite chronique, le stress, l'anémie, la diarrhée ...etc. (Benahmed-Djilali *et al.*, 2016). La taille de ce fruit est variable selon les variétés, mais peut atteindre environ 5 cm de longueur. Sa peau est fine et comestible, et la chaire est ocre très sucrées, farineuse, douce et parfumée enveloppant un petit noyau dur de 4 à 5 mm de diamètre (Bärtels, 1997). Le fruit se dessèche et constitue une réserve alimentaire semblable à celle d'une datte d'où son nom « **datte chinoise** » (Espiard, 2002).

La récolte se fait en Septembre-Octobre, à l'état frais le fruit supporte le transport et se conserve bien, à l'état sec il peut être entreposé pendant plusieurs années (Walali, 2003).



Figure 1: Photographie du jujubier (*Ziziphus jujuba*) (François, 2009).

I.3.1. Fleurs

Le jujubier se reproduit très fréquemment par fécondation. Les fleurs de *Z. jujuba* sont nombreuses, petites (3 à 4 mm de diamètre), jaunâtres, apparaissent à l'aisselle des feuilles (Figure 2). Elles sont caractérisées par un calice à cinq loges triangulaires valvaires, une corolle à cinq petite pétales, et cinq étamines opposées aux pétales. Elles sont groupées en inflorescence sous forme de cyme axillaire sessile. Ces fleurs fleurissent en juin et juillet (Diallo, 2004).



Figure 2: Fleurs de *Ziziphus jujuba* (Wang *et al.*, 2013).

I.3.2. Fruits

Les fruits du jujubier sont des drupes glabres, globuleuses ou ellipsoïdales dont le diamètre est généralement compris entre (1 à 2 cm) avec un noyau biloculaire (Figure 3). D'abord verdâtres, puis jaunâtres et enfin rouge sombre à maturité, le fruit offre une pulpe blanchâtre, charnu, sucrée et acidulée le plus souvent farineuse. Le fruit se flétrit pour atteindre la consistance et le goût d'une datte, d'où son surnom de datte chinoise (Akhter *et al.*, 2013) appelé aussi « **Nbeg** » (Rsaissi et Bouchache, 2002).

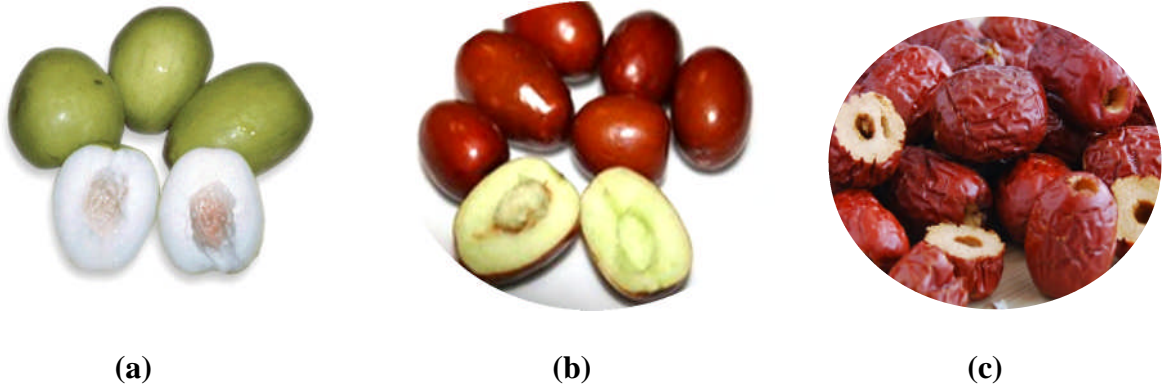


Figure 3: Fruit de *Ziziphus jujuba* (Wang *et al.*, 2013).
(a): Vert, (b): Mur, (c): Mur séché.

I.3.3. Feuilles

Les feuilles du jujubier sont simples caduques, alternés, courtement pétiolées, ovales et à bord finement denté (Figure 4). La face supérieure est verte foncée et la face inférieure est verte pale (Preeti et Shalini, 2014). Chaque feuille porte à sa base deux stipules transformées en épine inégale et vulnérable (Rsaissi et Bouchache, 2002).



Figure 4: Feuilles de *Ziziphus jujuba* (Wang *et al.*, 2013).

I.4. Répartition géographique

Le jujube est originaire de Chine, de Japon et d'Asie du Sud-Est. Il est cultivé dans les régions tropicales d'Asie et de la Méditerranée (Iserin, 2001). Mais maintenant sur tous les continents (Bärtel, 1997). Le genre *Zizyphus* occupe une vaste aire de répartition allant du continent asiatique en passant par le bassin méditerranéen jusqu'à atteindre le continent Américain (Figure 5) (Laamouri *et al.*, 2008).

En Algérie, l'espèce *Zizyphus jujuba* est l'une des espèces la plus répandue sur le nord d'Algérie surtout dans les régions de Tlemcen, Annaba, et Tipaza (Benahmed-Djilali *et al.*, 2016).

En Afrique tropicale, *Ziziphus jujuba* existe dans tout l'ouest africain. Bassin du Tchad, Afrique orientale depuis la Nubie et l'Erythrée jusqu'au Mozambique (Munier, 1973).

En Asie, le jujube est un fruit de consommation courante en Inde et au Pakistan et surtout en Chine du Nord, où sa production effectuée à l'échelle industrielle, elle existe aussi en Arabie, Indochine, philippine (Munier, 1973).



- Espèces de la famille des Rhamnacées

Figure 5: Répartition géographique des espèces des Rhamnacées
(Dupont *et al.*, 2012).

I.5. Production de jujube

Le jujubier peut débiter sa production à partir de la quatrième année après plantation, en culture soignée. Elle augmente et atteint son plafond vers la dixième ou douzième année, se maintient pendant 25 ou 30 ans et décroît ensuite assez rapidement; il est conseillé de renouveler les plantations avant que le dépérissement des plantes se manifeste, après la trentième année. Le rendement unitaire varie beaucoup avec les variétés cultivées, en général le jujubier est un arbuste productif. En Inde, en plantation bien soignée, la variété «*Umran*» produit 375 kg de fruits par arbre et une production maximale de 570 kg a été observée.

La récolte doit être pratiquée lorsque les fruits sont complètement mûrs. Leur maturité se reconnaît à leur couleur et à la facilité avec laquelle les jujubes se détachent de

leur pédoncule. La maturation des jujubes se situe en Octobre-Novembre en Europe méridionale, en Septembre-Octobre en Afrique du Nord. En Afrique tropicale de l'ouest, les jujubes mûrissent en Mai-Juin avant la saison des pluies (Munier, 1973).

I.6. Variétés du jujubier à travers le monde

En Chine, le jujubier se décline sous plus de 400 espèces, qui se sont ensuite répandues à travers le monde, souvent sous des noms différents. Ainsi, en Provence par exemple, on ne retrouve que 2 à 3 variétés de jujubier seulement, tandis que Frank Nicolas Meyer a introduit environ 80 espèces aux Etats-Unis, au cours du XXème siècle (Munier, 1973).

I.6.1. Variétés rencontrées en Provence

Dans la région provençale, on dénombre trois espèces distinctes de jujubiers : *Ziziphus jujuba* 'Gros fruits jaunes de Provence, *Z. jujuba* 'Gros fruits rouges de Provence, *Z. jujuba* à fruits ronds (Munier, 1973; François, 2009).

Le *Ziziphus jujuba*, aussi appelé gros fruits jaunes de Provence. Les fruits de ce jujubier sont longs dont les angles sont arrondis de couleur rouges vifs, Savoureux, sucrés et de haute qualité, avec une taille variant entre 1,5 et 2,5 cm. Ces jujubes sous deux saveurs en Octobre et Septembre: marron et ferme, marron et flétri et son tronc est composé par des rameaux grêles, avec peu d'épines. Sa production de fruits est régulière et abondante. Cette variété est très recherchée dans le domaine de la confiserie et se distingue de tous les autres jujubiers par ses fruits: gros et légèrement acides (Figure 6) (François, 2009).



Figure 6: Fruit de *Ziziphus jujuba* (Isabelle, 2018).

I.6.2. Variétés chinoises

Les espèces chinoises de jujubier sont au nombre de 400 et les plus populaires et les plus appréciées sont:

➤ ***Ziziphus jujuba* So'**: ce jujubier produit des fruits ronds, dont le goût reste similaire à ceux que l'on rencontre en Provence, à la seule différence, que leur récolte est plus tardive (Figure 7) (Anonyme, 2019).



Figure 7: Fruit de *Ziziphus jujuba* So' (François, 2009).

➤ ***Ziziphus jujuba* Lang'**: les jujubes de cette espèce sont en forme de poire, et sont très précoces. Contrairement aux autres jujubiers, le *Ziziphus jujuba* Lang' produit rapidement de fruits au bout de 1 à 2 ans. A maturité, 'Lang' présente une particularité: on note deux saveurs différentes, selon qu'il est marron (mûr) et ferme, ou marron et flétri. Les deux saveurs sont agréables, mais certaines personnes trouvent que la saveur du fruit flétri est meilleure que celle du fruit mûr et encore ferme. Le fruit de cette variété a une bonne aptitude au séchage (Figure 8) (Anonyme, 2019).



Figure 8: Fruit de *Ziziphus jujuba* Lang' (François, 2009).

➤ ***Ziziphus jujuba* Li'**: les fruits de cette variété de jujubier se distinguent par sa grande taille, sa forme ronde ou ovoïde (Figure 9). Ils mûrissent après les jujubes 'Lang', mais avant ceux trouvés en Provence (François, 2009).

Malgré la taille un peu grande des fruits de ‘Li’, leur noyau est minuscule, assez tendre. Il arrive même de trouver des fruits sans noyau (François, 2009). Vous pouvez aussi les consommer à l’état vert (blanc jaunâtre) sans doute grâce à sa meilleure qualité et son bon goût. Contrairement à ‘Lang’ dont il faut attendre que le fruit soit totalement mûr (entièrement de couleur marron) pour qu’il perd son acidité (figure 9) (François, 2009).



Figure 9: Fruit de *Ziziphus jujuba* Li’ (François, 2009).
(a): Vert, (b): Mûr

I.6.3. Variétés aux Etats-Unis

Sur le continent américain, on dénombre trois types de jujubiers, qui sont:

➤ *Ziziphus jujuba Qiyue Xian*: qui signifie en anglais Autumn Beauty ou Beauté d’automne: ses fruits sont de grosse taille, avec des formes ovales ou rondes. Ils sont d’apparition précoce.

➤ *Ziziphus jujuba Sherwood*: tardifs, les fruits de ce jujubier ont la chair dense avec une bonne saveur.

➤ *Ziziphus jujuba Honey Jar*: produisant des jujubes de petite taille, peau fine, avec une chaire ferme, juteuse et sucrée.

D’autres variétés de jujubiers produisent des fruits à formes bicornues et renflées, ce qui rendent leur aspect original. Ces variétés sont: Dragon Jujube, Cucurbit Jujube et Millstone Jujube (Anonyme, 2019).

I.7. Valeur nutritionnelle du jujube

Le jujube fait partie des principales sources de micronutriments nécessaires à l'équilibre alimentaire, ils jouent un rôle nutritif comme complément alimentaire en fournissant des vitamines et des sels minéraux indispensables au bon fonctionnement de l'organisme (Boudraa *et al.*, 2010). Les études phytochimiques menées sur le *Zizyphus jujuba* montrent la présence de métabolites primaires et secondaires (Villanueva et Villanueva, 2017).

I.7.1. Métabolites primaires

Le fruit de *Zizyphus jujuba* est très riche en métabolites primaires telle que l'eau, la matière minérale, les sucres, les protéines et les lipides (Tableau I).

Tableau I: Teneurs du fruit de *Zizyphus jujuba* frais en métabolites primaires (Villanueva et Villanueva, 2017).

Métabolites primaires	Quantités (%)
Humidité	64,0 à 85
Protéines	2,9 à 6,6
Lipides	0,4 à 1,0
Sucres et amidon	25 à 30
Matières minérales	0,4 à 0,7

Les propriétés nutritionnelles de la pulpe de jujube sont largement reconnues. Sa richesse en vitamine C et en molécules antioxydantes et en minéraux tels que le phosphore, le potassium et le calcium en fait un fruit de grande valeur nutritionnelle (Tableau II) (Lucien, 2012).

La richesse en sucres du jujube est semblable à celle des figes (Catoire *et al.* 1999). Sa forte teneur en sucre lui confère une grande valeur énergétique avec une teneur en sucres réducteurs importante qui sont facilement assimilables par l'organisme.

Selon Azam-Ali (2006), le fruit de jujube contient des acides aminés essentiels mais en faible quantité. Il peut répondre également aux exigences alimentaires de la vitamine C et B chez un adulte tel qu'il est recommandé par la FAO et l'OMS.

Tableau II: Composition nutritionnelle du fruit de jujube (*Ziziphus jujuba*) (Pareek, 2013).

Constituants	Quantités (pour 100g du fruit)
Humidité (%)	81,6 – 83
Protéines (g)	0,8
Graisse (g)	0,07
Fibres (g)	0,60
Hydrate de carbone (g)	17,0
Sucres totaux (g)	5,4 – 10,5
Sucres réducteurs (g)	1,4 – 6,2
Sucres non réducteurs (g)	3,2 – 8
Cendres (g)	0,3 – 0,59
Calcium (mg)	25,6
Phosphore (mg)	26,8
Fer (mg)	0,76 -1,8
Caroténoïdes (mg)	0,021
Thiamine (mg)	0,02-0,024
Riboflavine (mg)	0,02-0,038
Niacine (mg)	0,7-0,873
Acide citrique (mg)	0,2-1,1
Acide ascorbique (mg)	65,8-76,0
Floride (ppm)	0,1-0,2
Pectine (%)	2,2-3,4

Le fruit du jujubier également est une source de lipides en particulier d'acides gras qui sont une source d'énergie importante pour l'organisme vivant, ils sont des composants de la membrane cellulaire et des précurseurs de nombreuses substances dans le corps, ils protègent contre les maladies cardiaques et certains types de cancers et d'autres maladies chroniques. Les plus prédominants sont: l'acide linoléique (ω_6) et l'acide alpha-linolénique (ω_3) et le corps humain ne peut pas les synthétiser, ils doivent être consommés par l'alimentation tel que le jujube (San et Yildirim, 2010).

I.7.2. Métabolites secondaires

Le *Ziziphus jujuba* est connu par son contenu en molécules biologiquement actives tels que les polyphénols (flavonoïdes, tanins) qui lui procurent un important effet

antimicrobien (Benahmed-Djilali, 2016), les triterpènes, les alcaloïdes, les saponosides, les caroténoïdes et les vitamines (Tableau III). Plusieurs études ont affirmés la richesse de jujubier en alcaloïdes, en flavonoïdes, en stérols, en tanins, en saponines et en triterpénoïdes (Ganachari *et al.*, 2004). En particulier, les feuilles contiennent des alcaloïdes différents, y compris la ziziphine (Figure 10), coclaurine, isoboldine, norisoboldine, iusiphine, iusirine (Preeti et Shalini, 2014).

Tableau III : Composition en métabolites secondaires des différents organes du *Zizyphus jujuba*.

Organe végétale	Compositions chimiques	Références
Feuille	<ul style="list-style-type: none"> - Alcaloïdes (coclaurine, isoboldine, norisoboldine, iusiphine, iusirine, et en particulier la ziziphine) - Flavonoïdes (quercetine, kaempferol, rhamnoside) - Tanins - Saponines (jujubasponines 1, 2, 3, 4, 5, jujubosides B) - Triterpénoïdes (acide alphaltolique, acide caffeoyle alphaltolique) - Caroténoïdes - Vitamines (A, C, B, et E) 	(Preeti et Shalini, 2014)
Fruit	<ul style="list-style-type: none"> - Alcaloïdes (sanjoinenine, franguloïne, amphibineD) - Flavonoïdes (Puerarin, 6-feruloylspinosin, Apigenin-6-C-β-D-glucopyranoside, 6-feruloylisopinosin, Isopinosin et Isovitexin-2-O-β-D-glucopyranoside) - Tanins - Saponines (1, 2,3, jujubosides B, D, E.) - Triterpénoïdes - Caroténoïdes - Vitamines (A, C, B, et E) 	(Preeti et Shalini, 2014; Hasan <i>et al.</i> , 2014)
Graine	<ul style="list-style-type: none"> - Alcaloïdes (franguloïne, amphibine D, sanjoinines B-D-F-G₂) - Flavonoïdes (Puerarin, 6-feruloylspinosin, Apigenin-6-C-β-D-glucopyranoside, 6-feruloylisopinosin, Isopinosin et Isovitexin-2-O-β-D-glucopyranoside) - Saponines (jujubosides A-B-C, acetyljujubosides B, protojujubosides A-B) - Tanins - Triterpénoïdes - Caroténoïdes - Vitamine (A, C et B) 	(Preeti et Shalini, 2014)

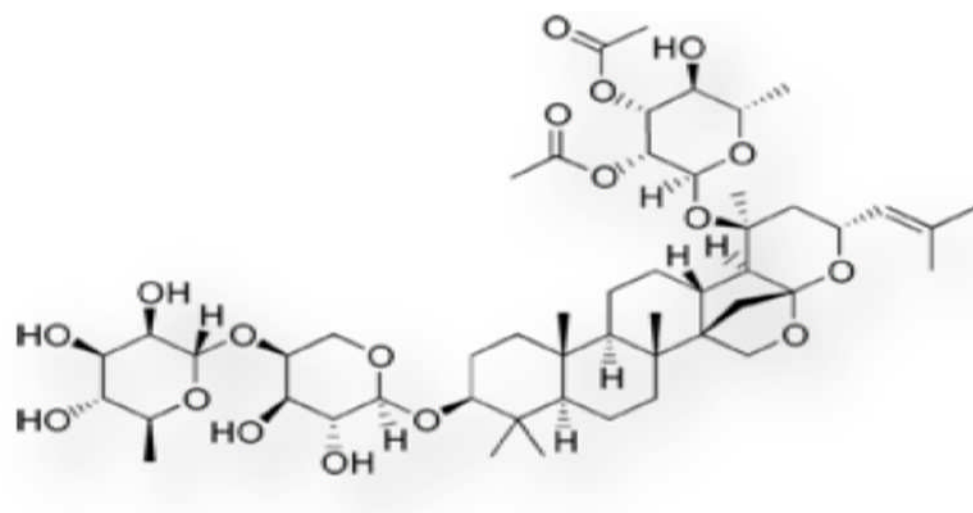


Figure 10: Structure chimique de la Ziziphine (Sigoillot *et al.*, 2015).

I.8. Utilisations du jujube

Le jujube a joué autrefois un rôle important dans l'alimentation de certaines populations, notamment de celles qui habitaient la Libye de l'Antiquité, en bordure du golfe de la Petite Syrte (Golfe de Gabès), dont la nourriture de base, d'après les auteurs Grecs de l'Antiquité, était constituée par la « *Lotos* », le fruit du jujubier de Berbère *Ziziphus lotus* L. Ces populations, les « Lotophages », en faisaient toutes sortes de plats, du pain, du vin et une liqueur.

Aujourd'hui, le jujube est largement consommé par les populations d'Afrique du nord, du Moyen Orient et de Chine. En Afrique du nord et au sud du Sahara, les peuplements de jujubiers fournissent un appoint alimentaire parfois important aux populations, particulièrement en période de disette.

Les jujubes de bonnes variétés provenant de plantations sont consommés comme des fruits frais, supportant bien le transport; elles seraient susceptibles d'être plus largement consommées. Pour leur assurer une conservation de longue durée, elles sont utilisées en confiserie, en pâtisserie, après avoir été transformées en pâte ou en farine après séchage, en confiture. Ils étaient autrefois utilisées en pharmacie pour confectionner des pâles pectorales.

En Inde et au Pakistan, les jujubes sont utilisées dans la confection de différents produits condimentaires tels que: Chutney, pickles (Munier, 1973).

I.8.1. Utilisations alimentaires

La plupart des fruits des espèces de jujubier sont comestibles, mais tous ne sont pas aussi savoureux. La pulpe du jujube bien mûr favorise le transit intestinal, mais il faut utiliser des fruits arrivés à maturité et si possible sans la peau. Les jujubiers de Chine et les variétés sélectionnées de *Z. mauritiana* en Inde possèdent des fruits commercialisables qui sont consommés frais, cuits, séchés ou fermentés. Les fruits bien mûrs permettent de préparer une boisson fermentée analogue au cidre ou à la bière avec un faible taux d'alcool, et qui contient des vitamines du groupe B. Ce sont des fruits "naturels" diététiquement intéressants, et qui se conservent facilement. On outre, il est possible de préparer du jus de fruit, de la marmelade, de la farine de pulpe sèche et des galettes de pulpe sèche à base de jujube. En Chine, le fruit fournit du vinaigre de jujube ou encore un vin appelé *jiuzaohong*.

Certaines ethnies peules ou Touaregs, fabriquent avec les fruits secs une sorte de pain non levé appelé " Oufers " qui prend la forme de galette épaisse, percée d'un trou au centre (Orwa *et al.*, 2009). Le jujube se consomme frais, en conserves, confit, en confiture, en liqueur, ou à l'état de pâte. Pour leur conservation, les jujubes sont ordinairement séchés sur des claies au soleil (Danthu *et al.*, 2000; Koné *et al.*, 2009).

I.8.2. Utilisations thérapeutiques

D'après la littérature, la médecine chinoise fut la première à utiliser le jujube pour ses vertus médicinales qui sont peu exploitées encore aujourd'hui. En effet, les chinois lui prêtent de nombreuses vertus calmantes, le jujube aurait le pouvoir d'apaiser l'esprit, mais aussi d'accroître l'énergie vitale. Par ailleurs, en Occident, il est employé pour ses vertus expectorantes au même titre que la figue sèche, la datte ou le raisin sec. Les parties intéressantes du végétal sur le plan diététique et/ou médicinal sont le fruit et la graine, et dans une moindre mesure, les feuilles et les racines. *Z. jujuba* est une espèce polyvalente, ses fruits, ses feuilles et ses racines présentent plusieurs intérêts sur le plan nutritif. Ainsi sa demande en médecine et en industrie pharmaceutique ne cesse d'augmenter ce qui explique que la production de jujube a diminué en Chine dans les 10 dernières années (Li *et al.*, 2006). Les fruits, les feuilles, les graines, les racines et les épines sont utilisés en médecine traditionnelle (Belford, 1994; Croueour *et al.*, 2002; Abdel-Zaher *et al.*, 2005 et Li *et al.*, 2006).

I.8.2.1. Utilisations des graines

Les graines de *Z. jujuba*, sous forme de poudres, assurent la purification du sang et facilitent la digestion (Tripathi *et al.*, 2001; Su *et al.*, 2002). Plusieurs études leur accordent d'autres activités (hypnotique, sédative, hypotensive et hypothermique). Elles peuvent aussi agir comme tranquillisantes des muscles (Goncharova *et al.*, 1990; Peng *et al.*, 2000 et Zhao *et al.*, 2006). De ces graines, on extrait des huiles à plusieurs activités industrielles et pharmaceutiques (Li *et al.*, 2006). En 2006, Zhao *et al.* (2006) ajoutent d'autres applications immunitaires et cosmétiques à ces organes qui peuvent être utilisés aussi dans le traitement des maladies des yeux (Oudhia, 2001). De plus, les graines contiennent plusieurs groupes de substances actives sur le fonctionnement du système nerveux central (Bastianetto, 2007) :

- Action sur l'apparition et la durée du sommeil;
- Action sur l'humeur;
- Action sur l'excitabilité cérébrale.

Les composés les plus actifs des graines de jujube sont les jujubosides et les alcaloïdes: sanjoinine ou frangufoline, nuciférine, zizyphusine, cochlaurine (Figure 11).

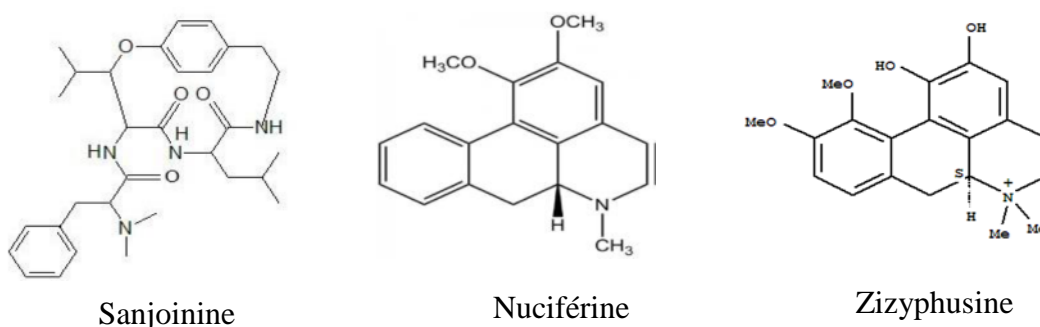


Figure 11: Quelques structures des molécules actives des graines de jujubier (Bastianetto, 2007).

Les graines de jujube torréfiées légèrement possèdent un bon pouvoir hypnotique. Ces composés ont été surtout étudiés en Chine et en Corée pour leur pouvoir hypnotique, anticonvulsivant, antiépileptique, anxiolytique et sédatif pour justifier les utilisations traditionnelles du fruit du jujubier dans ces pays. Ainsi, le jujuboside A (Figure 12) réduirait l'hyperactivité des neurones. Parmi les substances actives, la sanjoinine A semble la plus intéressante pour son pouvoir sédatif et calmant. Cependant, les effets sédatifs de la plante seraient attribuables à sa teneur en triterpènes, un des composants du noyau de son fruit (Bastianetto, 2007).

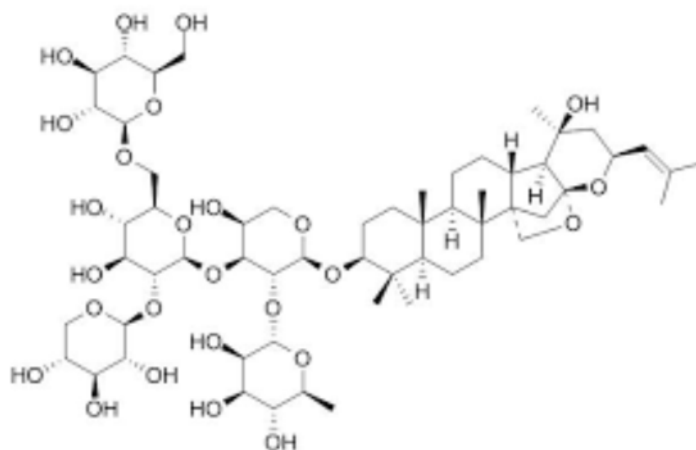


Figure 12: Structure du jujuboside A (Oh *et al.*, 2009).

1.8.2.2. Utilisations des fruits

Les fruits secs du jujubier sont fréquemment utilisés contre les maladies immunitaires et infectieuses. Ils présentent plusieurs activités biologiques antimicrobiennes et anti-HIV (Guo *et al.*, 2010). La pulpe est souvent utilisée dans l'industrie pharmaceutique et entre dans la composition de nombreuses pâles pectorales (El Raout, 2002). Elle contient des ingrédients actifs et diminue le taux du cholestérol dans le sang (Mood *et al.*, 2008).

En Chine comme en Corée, cet arbre fruitier produit une grande quantité de fruits délicieux qui sont recommandés pour le traitement des infections inflammatoires de la gorge, des voies respiratoires, des inflammations intestinales, urinaires ainsi que pour traiter la constipation (Zhao *et al.*, 2006). En 2001, Pareek a signalé que la pulpe est riche en certaines substances nutritives tel que les protéines, le phosphore, le calcium, le carotène... etc.

1.8.2.3. Utilisations des feuilles

Les feuilles de *Z. jujuba* peuvent être utilisées dans la préparation du thé sous forme d'infusion (Zhao *et al.*, 2008). Elles contiennent plusieurs alcaloïdes comme la coclaurine, l'isoboldine, la norisoboldine, l'asimilobine, l'iusiphine et l'iusirine. Ces substances ont été le point d'intérêt de plusieurs études (Erenmemisoglu *et al.*, 1995) qui ont montré l'utilisation des ces feuilles comme agent hypoglycémiant pour les diabétiques dans certaines régions de la Turquie. D'autres études ont prouvé les effets hypnotiques et sédatifs des feuilles, connues comme régulatrices de l'activité du système nerveux central en réduisant l'anxiété en favorisant le sommeil et en réduisant l'obésité (Azam-Ali, 2006).

Les feuilles fournissent par distillation une huile essentielle ayant des propriétés antibactériennes. Il y a aussi une substance dans les feuilles telle que la zizyphine qui supprime partiellement ou totalement le goût sucré chez l'Homme. Elle est assez puissante pour contrarier l'effet du rebaudioside de *Stevia rebaudiana*, et supprime la sensation sucrée de la majorité des édulcorants naturels (sucre, glucose, ...). En outre, elles sont communément utilisées en emplâtres sur les plaies infectées ou non infectées dans les régions déshéritées ou quand il n'y a pas d'antiseptiques ou de pansements grâce à son contenu en flavonoïdes et tanins (Ansari *et al.*, 2006; Preeti et Tripathi, 2014).

1.8.2.4. Utilisations des fleurs

Outre le fait qu'elles présentent un nectar de bonne qualité (Zhao *et al.*, 2008), les fleurs de *Z. jujuba* peuvent traiter quelques maladies (Azam-Ali, 2006). La fleur du jujubier est de petite taille, mais attire les butineurs, le miel tiré est réputé pour son goût et ses propriétés aphrodisiaques. Le miel de jujubier est très recherché pour ses qualités thérapeutiques, notamment pour soigner le diabète, les maladies du foie et de l'estomac. Il est de loin considéré comme le miel le plus cher au monde, il est également appelé "Or du Yémen". Pour plusieurs espèces de *Zizyphus*, notamment *Z. mauritiana*, les fleurs émettent une substance volatile odoriférante, le scatol (ou scatole) qui possède la particularité d'avoir un parfum agréable à faible concentration et d'avoir une odeur à forte concentration (Zhao *et al.*, 2008).

1.8.2.5. Utilisations des racines

Z. jujuba est connu par ses racines trop développées lui conférant ainsi une résistance à la sécheresse. En effet, outre leurs effets tonifiants, ces racines apaisent les maux de l'estomac et du foie. Elles sont utilisées comme décoction puis bues comme un thé. Elles sont aussi utilisées en médecine traditionnelle sous forme de poudres pour cicatriser les blessures (Laamouri, 2009).

Les racines du jujubier contiennent plusieurs agents antipaludéens contre le *Plasmodium falciparum*, et également des antibactériens et antiparasitaires vis-à-vis des vers intestinaux et de microorganismes provoquant la tuberculose, la syphilis, les diarrhées, les douleurs abdominales, l'indigestion, la fièvre, l'empoisonnement. Elles sont généralement prises sous forme d'infusion soignent aussi les inflammations de l'intestin et les hépatites (Bastianetto, 2007).

1.8.2.6. Utilisation du bois

Le jujubier produit un bois de bonne qualité très recherché pour l'ébénisterie. Il est commercialisé sous le nom d'acajou d'Afrique. Il est utilisé localement comme combustible et produit 4900 kcal Kg⁻¹ et un charbon de bonne qualité (Bouet, 1998 et Laamouri, 2009). Abdel-Galil et El Jissary (1991) ont signalé que les cendres du bois de jujubier soignent les piqûres de serpents. En médecine populaire, un mélange de cendres de bois du jujubier et du vinaigre est appliqué sur les plaies causées par des morsures de vipères (Bastianetto, 2007).

Le bois brun ou rouge foncé de *Ziziphus spina christi* est résistant aux termites car il est dur et lourd: on s'en sert pour fabriquer des piquets, des pieds de lit, des manches d'outils, des ustensiles de cuisine, ou encore pour les arbres de lance, des poteaux, des poutres de toiture. Il est très recherché, car il est d'excellente qualité pour la menuiserie-charpenterie; il est utilisé en ébénisterie de luxe sous le nom d'acajou d'Afrique. Le bois fournit aussi un bon combustible et du charbon de première qualité (El aloui-kefi, 2013).

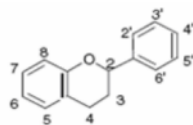
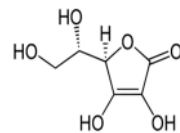
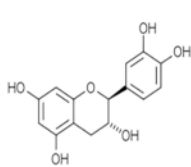


Figure 13: Quelques utilisations artisanales du bois de *Z. jujuba* (Schirarend, 1991).

1.8.2.7. Utilisations en cosmétiques

Le noyau de jujube broyé fournit une huile de qualité utilisée en cosmétique. C'est une huile prodigieuse car elle convient à tous les types de peaux. En effet, elle régénère les peaux sèches tandis qu'elle régule les peaux grasses. Cette huile est aussi efficace en prévention des rides et rend la peau du visage plus lumineuse et éclatante. L'huile de jujube est aussi prescrite pour traiter différentes maladies de la peau, telles que le psoriasis, l'eczéma, les furoncles, l'acné et les boutons (Laamouri, 2009).

II. Antioxydants du jujube



II. Antioxydants du jujube

L'oxydation est essentielle pour de nombreux organismes vivants afin d'assurer les métabolismes biologiques et la production d'énergie. Cependant, l'oxygène métabolisé par notre organisme se transforme en radicaux libres qui jouent un rôle important dans la pathogénèse de certaines maladies tels que le cancer, les maladies cardiovasculaires, l'athérosclérose et l'inflammation (Ren *et al.*, 2010).

Les fruits sont de bonnes sources d'antioxydants naturels et jouent un rôle important dans la nutrition humaine. En particulier, le jujube est considéré comme un fruit fonctionnel alimentaire, en raison de la preuve épidémiologique qu'une consommation élevée de jujube, et de tous ses produits industriels, est corrélée avec la réduction du risque de certains types de cancers. Le jujube est recommandé pour le traitement de certaines maladies comme les maladies cardiovasculaires liées à la production d'espèces radicalaires résultant du stress oxydatif (Wang *et al.*, 2014).

II.1. Composés phénoliques

Les polyphénols constituent une famille de molécules très largement répandues dans le règne végétal rencontrées dans les plantes, depuis les racines jusqu'aux fruits. Les polyphénols sont des métabolites secondaires (Figure 14), ce qui signifie qu'ils n'exercent pas de fonctions directes au niveau des activités fondamentales de l'organisme végétal, comme la croissance ou la production (Fleuriet, 1982; Yilmaz, 2006; Bloor, 2001).

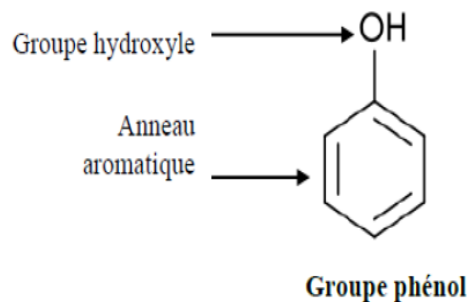


Figure 14: Squelette de base des composés phénoliques (Girotti-Chanu, 2006).

Les composés phénoliques se répartissent en 7 classes: Acides phénoliques, Flavonoïdes, Tanins, Stilbénes, Lignanes, Saponines et Phytostérols (figure 15). Ils sont des molécules biologiquement actives (King et Young, 1999) largement utilisés grâce à leurs propriétés thérapeutiques comme vasoconstricteurs, anti-inflammatoires, inhibiteurs enzymatiques, antioxydants, antiradicalaires et antimicrobiens (Bahorun, 1997; Cetkovic *et al.*, 2008).

En outre, l'étude menée par Zhao *et al.*, (2014) sur sept variétés de jujube chinois a montré qu'il y a des différences entre les teneurs des principaux composés phénoliques dans les sept variétés étudiées (Tableau V). Les teneurs en quercétine, phlorizine, catéchol, acide gallique, catéchine, chlorogénique, acide férulique et acide caféique sont significativement plus élevées chez *Xiaothan* que dans les six autres extraits. Les teneurs en rutine, quercitrine, épicatechine et acide coumarique ont été trouvées dans le *Goutou* ($98,34 \pm 8,24$, $63,20 \pm 5,05$, $37,02 \pm 3,63$ mg/100 g, respectivement) avec des taux plus élevés par rapport aux autres variétés. Cependant, dans la variété *Ban* ont enregistré les teneurs les plus faibles de l'ordre de $4,08 \pm 0,29$ à $26,58 \pm 2,42$ mg/100 g de tous les constituants phénoliques à l'exception de la rutine, de la quercétine et du catéchol. De plus, ces résultats ont montré également que la rutine est le principal composé phénolique dans sept variétés de jujubier chinois, car sa teneur varie de $38,08 \pm 3,86$ à $66,81 \pm 6,38$ mg/100g comparativement aux autres composés phénoliques (Bekir *et al.*, 2010).

De même, Hudina *et al.* (2010) ont également signalé que les fruits de jujubier contenaient de l'acide chlorogénique, de l'acide caféique, de la catéchine, de l'épicatechine et de la rutine.

De plus, huit acides phénoliques, y compris les acides hydroxybenzoïque (gallique, protocatéchuïque et hydroxybenzoïque), les acides hydroxycinnamique (caféique, coumarique, férulique et cinnamique) et l'acide chlorogénique, ont été bien séparés et quantifiés par Wang *et al.* (2010), ces résultats montrent que les fruits de jujubier contenaient plus de quercitrine, de phlorizine, de catéchol, de catéchine, d'acide chlorogénique, d'épicatechine, d'acide coumarique et d'acide férulique, mais peu d'acide protocatéchuïque et d'acide coumarique. Cela peut être dû aux différences de méthodes de détection et de conditions de culture de la plante (techniques environnementales et de culture). Par conséquent, les variétés *Xiao* et *Goutou* peuvent être utilisés comme une bonne source de phénols diététique en raison de leur richesse en composés phénoliques et de leurs constituants abondants.

Selon Choi *et al.* (2011), les différences enregistrées dans les teneurs en polyphénols du jujube peuvent être dues aux différences régionales et aux divers tissus étudiés. Tous ces résultats indiquent que la teneur en polyphénols totaux est affectée par les variétés, les conditions géographiques, les facteurs environnementaux... etc.

Tableau V: Composition phénolique des extraits du fruit de jujubier chinois (mg/100 g Matière Sèche) (Zhao *et al.*, 2014).

<i>Composés phénoliques</i>	<i>Xiao</i>	<i>Goutou</i>	<i>Jinsi</i>	<i>Yu</i>	<i>Jun</i>	<i>Po</i>	<i>Ban</i>
<i>Rutine</i>	66,81 ± 6,38 ^b	98,34 ± 8,24 ^a	38,08 ± 3,86 ^e	54,21 ± 4,75 ^c	39,36 ± 3,11 ^e	45,52 ± 3,93 ^d	41,26 ± 3,69 ^d
<i>Quercétine</i>	23,82 ± 2,13 ^a	17,43 ± 1,24 ^b	14,26 ± 1,12 ^c	13,33 ± 1,23 ^c	9,43 ± 0,87 ^d	8,51 ± 0,69 ^d	9,34 ± 0,75 ^d
<i>Quercitrin</i>	48,52 ± 3,26 ^b	63,20 ± 5,05 ^a	37,51 ± 2,84 ^d	43,68 ± 4,17 ^c	31,98 ± 3,15 ^e	28,86 ± 2,3 ^f	26,58 ± 2,42 ^f
<i>Phlorizine</i>	53,24 ± 4,07 ^a	45,32 ± 2,14 ^b	31,91 ± 2,83 ^c	29,68 ± 2,52 ^c	21,73 ± 2,28 ^d	19,61 ± 2,11 ^d	13,62 ± 1,02 ^e
<i>Catéchol</i>	45,41 ± 3,87 ^a	40,36 ± 4,04 ^b	36,01 ± 3,42 ^c	32,48 ± 2,68 ^d	24,61 ± 2,18 ^e	12,70 ± 1,05 ^f	16,43 ± 1,48 ^g
<i>Acide métallique</i>	21,20 ± 2,02 ^a	16,01 ± 1,41 ^b	14,84 ± 1,21 ^c	12,06 ± 1,57 ^d	9,65 ± 0,78 ^e	8,53 ± 0,72 ^f	6,37 ± 0,4 ^g
<i>Catéchine</i>	16,25 ± 1,32 ^a	13,64 ± 1,01 ^b	11,25 ± 0,89 ^c	10,22 ± 0,97 ^d	7,66 ± 0,81 ^e	7,53 ± 0,61 ^e	5,34 ± 0,43 ^f
<i>Chlorogénique</i>	18,18 ± 1,81 ^a	16,82 ± 1,26 ^b	10,26 ± 0,84 ^c	9,36 ± 0,96 ^d	6,29 ± 0,49 ^e	5,58 ± 0,55 ^e	4,65 ± 0,42 ^f
<i>Acide caféique</i>	15,38 ± 1,27 ^a	12,14 ± 1,09 ^b	10,62 ± 1,05 ^c	8,87 ± 0,68 ^d	8,01 ± 0,61 ^e	5,68 ± 0,34 ^f	4,08 ± 0,29 ^g
<i>Épicatéchine</i>	31,32 ± 2,25 ^a	26,86 ± 2,17 ^b	23,30 ± 2,20 ^c	21,25 ± 1,76 ^d	16,26 ± 1,38 ^e	13,54 ± 1,12 ^f	11,62 ± 0,93 ^g
<i>Acide coumarique</i>	36,95 ± 2,72 ^a	37,02 ± 3,63 ^a	23,85 ± 2,17 ^b	23,02 ± 2,01 ^b	18,31 ± 1,62 ^c	14,38 ± 1,26 ^d	14,03 ± 1,16 ^d
<i>Acide férulique</i>	37,65 ± 3,04 ^a	33,81 ± 2,56 ^b	26,36 ± 2,32 ^c	23,84 ± 2,11 ^d	16,57 ± 1,63 ^e	15,3 ± 1,26 ^e	12,48 ± 1,1 ^f

Les valeurs, mg /100 g Matière Sèche, sont exprimées en moyenne ± Ecart Type (n = 3). Les moyennes sur la même ligne suivies de lettres différentes (a – f) sont significativement différentes (P <0,05).

Plusieurs d'autres études ont été faites sur les différents organes de *Z. jujuba*. Ces études mettent en relief une large gamme de polyphénols comme la quercétine, la rutine, l'apégénine...etc. San *et al.* (2010) dans leur étude ont comparé les teneurs en principales polyphénols des pulpes et des feuilles de *Ziziphus jujuba* (Tableau VI). Les résultats obtenus indiquent que les fruits sont plus riches en ces substances bioactives que les feuilles. Cependant, une exception a été enregistrée dans la teneur en catéchine qui a été significativement élevée dans les feuilles avec une teneur de 2,46 à 3,74 mg EAG/100 g MS.

Tableau VI: Composition en principaux polyphénols des fruits et feuilles de *Z. jujuba* (San *et al.*, 2010).

Polyphénols	Fruits (mg/100g MS)	Feuilles (mg/100g MS)
<i>Catéchine</i>	1,41 à 3,04	2,46 à 3,74
<i>Acide caféique</i>	3,42 à 5,3	0,23 à 0,57
<i>Quercétine</i>	0,86 à 1, 05	Nd
<i>Rutine</i>	269 à 367	0,88 à 3,60
<i>Apigénin-7-glucoside</i>	27 à 49,4	Nd

Nd: Non déterminée

II.2. Flavonoïdes

Les flavonoïdes désignent une très large gamme de composés naturels appartenant à la famille des polyphénols (Marfak, 2003). Ils sont caractérisés par leur structure aromatique C₆-C₃-C₆ (Figure 16) et qui contiennent les flavones, les flavonols, les isoflavones, les flavanones et les chalcones (Ghedira, 2006). Ces molécules sont considérées comme des pigments quasiment universels des végétaux; ils sont responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles (Brunetton, 1999; Ghedira, 2006). Ils existent le plus souvent à l'état naturel sous forme d'hétérosides (Ghestem *et al.*, 2001). Les flavonoïdes possèdent le même élément structural de base qui est un squelette de 15 atomes de carbones constitués de deux cycles benzénique reliés par un cycle de trois carbones (Francen *et al.*, 2002; Gayon, 1968; Brunetton, 1999).

Selon Meddelton (2000), les flavonoïdes sont divisés en 6 grandes classes: **Flavanols** (catéchine); **Anthocyanidines** (cyanidine, pelargonidine); **Flavones** (apigénine, diosmine, butéoline); **Flavanones** (naringénine, naringine, hespéritine, hespéridine); **Chalcones** (phlorétine, phloridzine); **Flavonols** (quercétine, Keemphérol, myricétine, fisétine). Les principaux flavonoïdes identifiés dans le *Ziziphus jujuba* sont regroupées dans le Tableau VII.

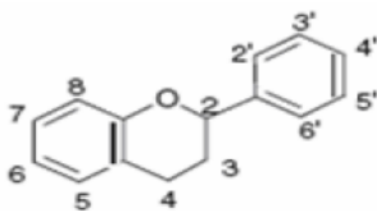


Figure 16: Structure de base des flavonoïdes (Pokorny *et al.*, 2001).

Tableau VII: Principales classes des flavonoïdes de *Ziziphus jujuba* (Narayana *et al.*, 2001; Erdman *et al.*, 2007).

Classes	Structures chimiques	R _{3'}	R _{4'}	R _{5'}	Exemples
Flavones		H	OH	H	Apigénine
		OH	OH	H	Lutéoline
		OH	OCH ₃	H	Diosmétine
Flavonols		H	OH	H	Kaempférol
		OH	OH	H	Quercétine
		OH	OH	OH	Myrecétine
Flavanols		OH	OH	H	Catéchine
Flavanones		H	OH	H	Naringénine
		OH	OH	H	Eriodictyol
Anthocyanidines		H	OH	H	Pelargonidine
		OH	OH	H	Cyanidine
		OH	OH	OH	Delphéridine
Isoflavones		R ₅	R ₇	R _{4'}	Genistéine
		OH	OH	OH	
		OH	OH	OH	Genistéine

Une étude réalisée par Koley *et al.* (2011) sur quelques variétés de *Zizyphus* a montré que le jujube est une source de flavonoïdes. Le taux le plus faible est noté dans la variété *Chuhara* ($8,36 \pm 1,47$ mg EC/100 g). Cependant, la teneur la plus élevée est enregistrée dans la variété *Gola* avec une valeur de $21,97 \pm 2,09$ mg EC/100 g (Tableau VIII). La variation enregistrée dans la teneur en flavonoïdes diffère selon l'origine géographique de l'échantillon, la saison de sa récolte et la variété (Li *et al.*, 2009).

Tableau VIII: Teneurs en flavonoïdes totaux (mg EC/100 g) de quelques variétés de *Zizyphus* (Koley *et al.*, 2011).

Cultivar	Flavonoïdes totaux
<i>Chuhara</i>	$8,36 \pm 1,47^e$
<i>Mundia</i>	$12,7 \pm 1,11^{edc}$
<i>Sans épines</i>	$12,38 \pm 0,45^a$
<i>Jogia</i>	$18,47 \pm 3,03^b$
<i>Gola</i>	$21,97 \pm 2,09^b$
<i>Kaithali</i>	$13,09 \pm 3,93^{edc}$
<i>Umran</i>	$10,76 \pm 0,85^{ed}$
<i>Seb</i>	$15,62 \pm 1,92^{dc}$
<i>ZG-3</i>	$14,58 \pm 0,59^{dc}$
<i>Sonaaur-5</i>	$11,47 \pm 1,83^{ed}$
<i>Rashmi</i>	$14,71 \pm 1,85^{dc}$
<i>Elaichi</i>	$16,07 \pm 2,58^{dc}$

II.3. Tanins

Le terme « tannin » ou « tanin » vient de la source de tanins utilisées pour le tannage des peaux d'animaux en cuir. Dans ce processus, les molécules de tanins se lient aux protéines par des liaisons résistantes aux attaques fongiques et bactériennes (Dangles *et al.*, 1992). Les tanins sont définis comme des composants polyphénoliques dont le poids moléculaire est compris entre 500 et 3000 Dalton (Selvakumar *et al.*, 2007). Ils peuvent être divisés selon Scalbert (1991) en deux groupes:

➤ **Tanins hydrolysables:** sont appelés aussi tanins pyrogalliques, ce sont des polyesters de glucides et d'acides-phénol. On distingue les tanins galliques et les tanins ellagiques (Ghestem *et al.*, 2001) (Figure 17).

✓ **Tanins galliques (Gallo tanins):** Ils donnent par l'hydrolyse des oses et de l'acide gallique.

✓ **Tanins ellagiques (Ellagitanins):** Ils sont scindés par les enzymes en oses et en acide ellagique (Paris et Hurabielle, 1981).

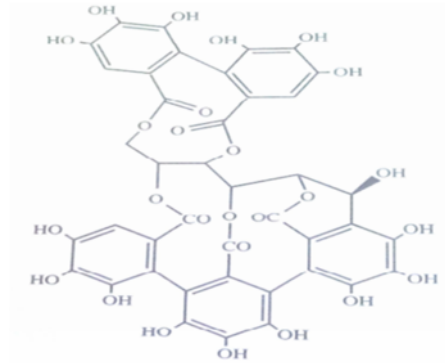


Figure 17: Exemple de tanins hydrolysables: Castalagine (Macheix *et al.*, 2005).

➤ **Les tanins condensés:** sont des polymères flavanoliques constitués d'unités de flavan-3-ols, le plus souvent épicatechine et catéchine (Khanbabaea et Ree, 2001). Leur structure est voisine de celle des flavonoïdes, ils ne possèdent pas de sucre dans la molécule. Ils sont formés de deux ou plusieurs molécules de flavan-3-ols, dont l'union se fait par des liaisons carbone-carbone (Harborne, 1989; Guingard, 1996) (Figure 18).

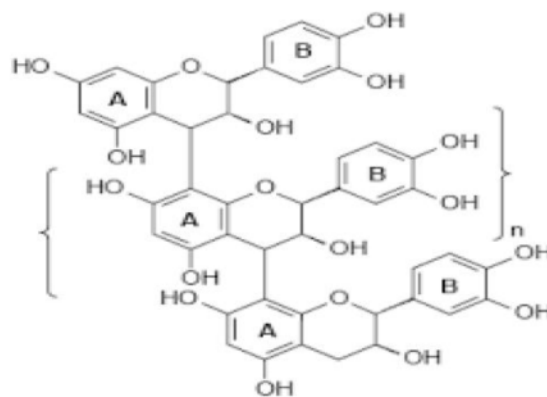


Figure18: Structure des tanins condensés (Bruneton, 1999).

Une étude menée par Rashwan *et al.* (2020) sur trois espèces de jujube (*Ziziphus jujuba* Mill., *Ziziphus mauritiana* Lam., *Zizyphus lotus* Lam) a montré qu'il y'a une différence significative dans les teneurs en tanins condensés (proanthocyanidines) dans les différentes espèces étudiées. En outre, les résultats obtenus indiquent que l'espèce végétale *Ziziphus jujuba* Mill. est plus riche en tanins condensés avec un taux oscillant entre 50 à 100 mg/100g Poids Frais comparativement aux *Ziziphus mauritiana* et *Zizyphus lotus* qui présentent des faibles teneurs (Tableau IX). Selon El Mahi *et al.* (2016), la teneur en tanins condensés varie selon l'espèce végétale considérée et l'état de maturité du fruit.

Tableau IX: Teneurs en tanins condensés (mg/100g PF) des fruits de jujube

(Rashwan *et al.*, 2020).

L'espèce végétale	Teneur en tanins (proanthocyanidines) (mg/100g PF)
<i>Ziziphus jujuba</i> Mill.	50-100
<i>Ziziphus mauritiana</i> Lam.	26
<i>Zizyphus lotus</i> Lam.	33-37

II.4. Caroténoïdes

Les caroténoïdes sont des pigments naturels synthétisés par la plante et sont responsable de couleurs vives de divers fruits et légumes. Le β -carotène est le plus abondant dans le jujube et permet de neutraliser l'oxygène singulier. Il existe plusieurs caroténoïdes (α -carotène, β -carotène, lutéine, lycopène...etc). Le β -carotène est le caroténoïde commun pour les fruits et des végétaux qui est un puissant antioxydant qui protège les cellules contre les attaques radicalaires (San *et al.*, 2010).

Les caroténoïdes sont des terpènes en C₄₀ qui possèdent un chromophore avec au moins dix doubles liaisons, ils sont des composés insolubles dans l'eau et solubles dans les solvants organiques tels que l'acétone et l'hexane...etc. (Ouchemouck *et al.*, 2012). L'intérêt de ces pigments tient à leurs propriétés antioxydantes. Leur structure permet de piéger les espèces réactives de l'oxygène protégeant ainsi la cellule. Cet effet antioxydant présente un avantage pour toutes les espèces aérobies qu'elles soient ou non photosynthétiques. Certains caroténoïdes sont des éléments nutritifs importants pour l'homme et les animaux puisqu'ils servent de précurseurs à la vitamine A (le rétinol). En effet, la première étape dans la formation du rétinol est le clivage de la double liaison centrale du β -carotène, ce qui permet l'obtention de deux molécules de rétinol qui donneront la vitamine A après réduction, (Bauernfeind, 1981).

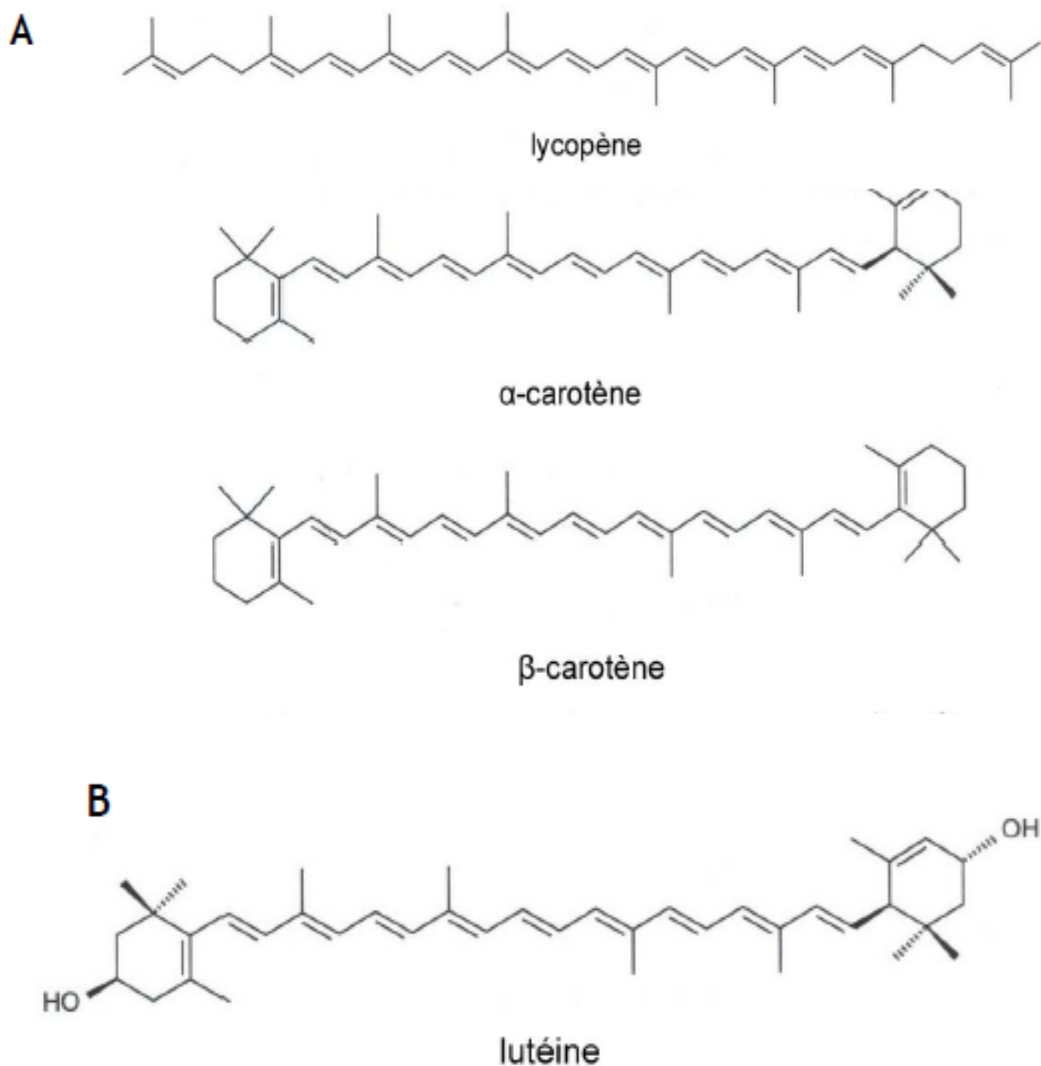


Figure 19: Structure des principaux caroténoïdes synthétisés par les végétaux et retrouvés chez les animaux. **(A):** Carotènes; **(B):** Xanthophylles (Britton et Khachik, 2009).

En outre, les caroténoïdes seraient également impliqués dans la prévention de certaines maladies. Leur effet bénéfique a été montré dans les maladies de l'œil dont la DMLA, les maladies cardiovasculaires, certains cancers et l'érythème induit par la lumière. L'action des caroténoïdes dans la prévention de ces maladies serait liée à leur pouvoir antioxydant. Enfin, les caroténoïdes ont également un rôle dans la régulation du système immunitaire et dans la protection de la stabilité génomique (Fraser et Bramley, 2004).

Les teneurs en caroténoïdes des fruits et légumes peuvent être influencées par la variété, la sensibilité des caroténoïdes à la chaleur et/ou à la lumière et aussi aux conditions de stockage (Docarmo *et al.*, 2009).

Une étude récente menée par Miri (2018) sur 15 variétés de *Z. jujuba* a montré que le jujube est une source de caroténoïdes. La teneur en caroténoïdes la plus élevée est enregistrée dans l'échantillon de ZJ1 avec un taux de 14,31 g/g), mais les taux les plus faibles ont été noté dans les échantillons de ZJ05 (1,52 g/g), ZJ14 (1,52 g/g) et ZJ08 (1,72 g/g) (Figure 20). Guil-Guerrero *et al.* (2004) ont trouvé que la teneur en caroténoïdes totaux des fruits de jujube varie de 4,12 à 5,98 mg/100 g; tandis que San *et al.*, (2010) ont noté des valeurs qui oscillent entre 7 à 35 g/100 g du Poids Frais. En outre, Pareek *et al.*, (2008) ont enregistré une teneur moyenne de 21 g/100 g du poids frais. La teneur en caroténoïdes totaux augmente pendant la maturation et Ezhilarasi *et al.*, (2009) ont rapporté que les changements de couleur des jujubes sont attribuables à la perte de chlorophylle et à la synthèse de caroténoïdes. La couleur passe du vert au rouge est une conséquence de la dégradation de chlorophylle et de l'accumulation d'une grande quantité de caroténoïdes dans les plastes car les chloroplastes présents dans le fruit vert mûr sont transformées en chromoplastes.

Les caroténoïdes alimentaires des fruits de jujube peuvent offrir des avantages pour la santé humaine en diminuant le risque de maladies, en particulier certains cancers et maladies oculaires (Johnson, 2002). Le β -carotène dans le jujube est l'un des caroténoïdes qui peut avoir l'effet bénéfique en raison de sa capacité à être converti en vitamine A (Miri, 2018).

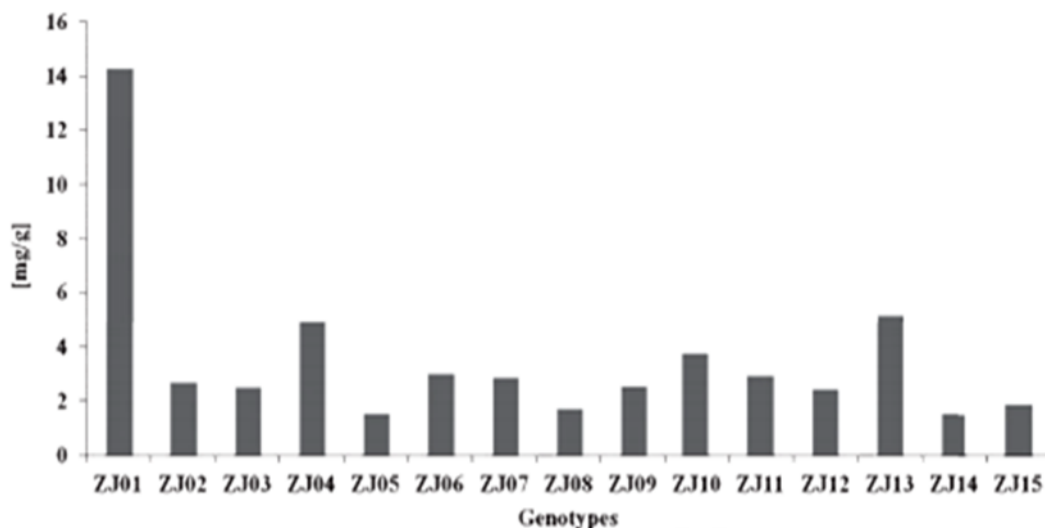


Figure 20: Teneurs en caroténoïdes totaux dans les différents génotypes de jujube

(Miri, 2018).

II.5. Vitamines

II.5.1. Tocophérols

Les tocophérols ou vitamine E sont connus principalement pour leurs propriétés antioxydantes. Parmi ces entités, on cite l'alpha (α), le gamma (γ), le delta (δ) tocophérols, Ces composés, anticancéreux, sont utilisés à plusieurs fins médicales et cosmétiques pour la protection de la peau. Ils peuvent traiter les maladies cardiovasculaires et immunitaires (Daood *et al.*, 1996).

Les quatre structures sont données dans la Figure 21. L' α -tocophérol a été détecté dans les fruits de *Z. jujuba* avec des taux de 0,04 à 0,07 mg/100 g (Laamouri, 2009).

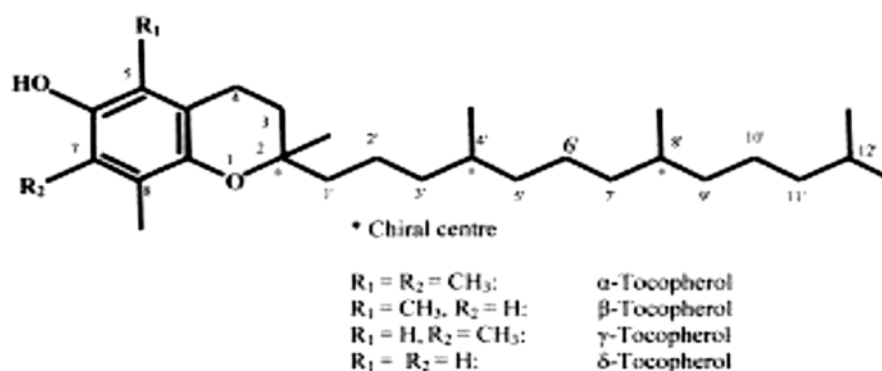


Figure 21: Structures des tocophérols (Vitamine E) (Laamouri, 2009)

II.5.2. Acide ascorbique

Acide L-ascorbique, est la forme biologique active de la vitamine C, est principalement présente dans les plantes. Les êtres humains ne peuvent pas produire de la vitamine C dans leur corps et la principale source de la vitamine C sont les fruits, les légumes et de la viande fraîche, parmi lesquels les fruits sont les sources les plus riches de cette vitamine (Hernández *et al.*, 2006). L'acide ascorbique dans les fruits du jujube est concentré dans les couches profondes du mésocarpe, autour des graines. Il est assez stable dans les fruits du jujube pendant le traitement thermique des fruits (les compotes et les confitures de fruits de jujube contiennent généralement 150-200 mg de vitamine C) (Surhaev, 2006).

Selon les données bibliographiques par rapport à d'autres types de fruits, les fruits du jujube sont les plus riches en vitamine C (Mratinic, 2012). Elle est la plus étudiée et

décrit entre les vitamines, avec une influence puissante sur de nombreux processus biologiques. La vitamine C est un puissant antioxydant participe à la synthèse du collagène et de carnitine ainsi que le métabolisme des acides gras.

La vitamine C est un acide organique dont la structure est apparentée à celle des sucres à six atomes de carbone peut être considérée comme un dérivé cyclique des hexoses. L'acide ascorbique comporte une fonction γ lactone, une fonction ènediol (HO-C=C-OH) support de son activité biologique et qui confère à la molécule des propriétés acides et deux fonctions alcool (Figure 22) (Guilland *et al.*, 1998). C'est une substance hydrosoluble qui ne peut être stockée dans l'organisme contrairement à des vitamines liposolubles comme la vitamine A ou D (Cojon, 2012).

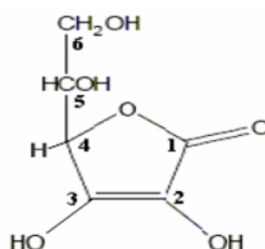


Figure 22: Structure chimique de l'acide ascorbique (Guilland *et al.*, 1998).

L'étude réalisée par Obeed *et al.* (2006) a montré que les teneurs en acide ascorbique dans cinq variétés de jujube Indien varient selon la saison de croissance (Tableau X). Les résultats obtenus indiquent que la variété *Umsulaem* possède la teneur la plus élevée en vitamine C (135 et 133,5 mg/100 g de pulpe) que les autres variétés. Cependant, le taux le plus faible est noté dans la variété *Toffahy* avec une valeur de 43 mg/100 g de pulpe.

En outre, Koley *et al.* (2011) dans leurs étude ont montré que les teneurs en vitamine C des différentes variétés étudiées varient de $19,5 \pm 1,8$ à $99,5 \pm 1,5$ mg EAA/100 g du Poids Frais pour les variétés *Umran* et *Chuhara*, respectivement (Tableau XI). Ces valeurs sont nettement inférieures par rapport à celles enregistrées par Obeed *et al.* (2006) pour les variétés *Komethry* et *Umsulaem*. Cependant, les taux de vitamine C notées pour certaines variétés sont largement supérieures comparativement à celles notées pour *Pakstany*, *Peyuan* et *Toffahy*. Ces différences sont dues probablement aux teneurs en acide ascorbique des différentes variétés; car la teneur en vitamine C des fruits varie selon le type du fruit et les variétés ainsi que la méthode de dosage.

Tableau X: Teneurs en vitamine C de cinq variétés de jujube Indien selon les saisons de croissance 2005/2006 (Obeed *et al.*, 2006).

Variétés	Teneur en vitamine C (mg/100g de pulpe)	
	Saison de croissance 2005	Saison de croissance 2006
<i>Komethry</i>	120,63	120,15
<i>Pakstany</i>	62,88	65,00
<i>Umsulaem</i>	135,28	133,50
<i>Toffahy</i>	43,20	43,95
<i>Peyuan</i>	56,45	57,90

Tableau XI: Teneurs en Vitamine C (mg EAA/100 g) de quelques variétés de *Zizyphus* (Koley *et al.*, 2011).

Variétés	Acide ascorbique
<i>Chuhara</i>	99,49 ± 1,53 ^a
<i>Mundia</i>	93,88 ± 1,02 ^a
<i>Sans épines</i>	94,9 ± 2,04 ^a
<i>Jogia</i>	59,69 ± 0,51 ^d
<i>Gola</i>	57,65 ± 4,59 ^d
<i>Kaithali</i>	71,94 ± 1,53 ^c
<i>Umran</i>	19,54 ± 1,85 ^f
<i>Seb</i>	21,95 ± 0,5 ^f
<i>ZG-3</i>	83,16 ± 0,51 ^b
<i>Sonaaur-5</i>	36,22 ± 0,51 ^e
<i>Rashmi</i>	39,29 ± 3,57 ^e
<i>Elaichi</i>	71,56 ± 1,15 ^c

II.6. Activité antioxydante

L'activité antioxydante d'un composé correspond à sa capacité à résister à l'oxydation. En d'autres termes, elle correspond à la capacité de ces composés à piéger les radicaux libres tels que les radicaux hydroxyyles (OH^{*}) et superoxydes (O₂^{*}) et les peroxydes (ROO^{*}) (Popovici *et al.*, 2009).

Les antioxydants sont l'ensemble de molécules susceptibles d'inhiber directement la production, de limiter la propagation ou de détruire les espèces réactives de l'oxygène. Ils peuvent agir en réduisant ou en dismutant ces espèces, en les piégeant pour former des composés stables, en séquestrant le fer libre ou en générant du glutathion (Favier, 2003; Dan, 2008).

Actuellement, deux méthodes couramment utilisées pour l'évaluation de l'activité antioxydante (AA) dans les systèmes alimentaires et biologiques sont le pouvoir réducteur (FRAP) et l'activité antiradicalaire contre le radical DPPH. La méthode FRAP mesure l'AA par la réduction du fer ferreux en fer ferrique, tandis que la méthode de DPPH mesure la capacité de piégeage de radical libre (Brand-Williams *et al.*, 1995). Le DPPH (radical libre stable), produit une solution violette dans l'éthanol. Il est réduit et décoloré en présence d'une molécule antioxydante, et il est souvent utilisé pour évaluer l'activité de piégeage des antioxydants tels que les composés purs synthétiques (Brand-Williams *et al.*, 1995) et les extraits de plantes (Ko *et al.*, 1998).

Une étude a été réalisée par Li *et al.* (2005) sur cinq variétés de jujube chinoises couramment utilisées en Chine (*Zizyphus jujuba* cv. *jinsixiaozao*, *Zizyphus jujuba* cv. *yazao*, *Zizyphus jujuba* cv. *jianzao*, *Zizyphus jujuba* cv. *junzao*, *Zizyphus jujuba* cv. *Sanbianhong*) indique que le jujube chinois est un fruit avec une excellente activité antioxydante totale (Tableau XII).

Tableau XII: Capacité antioxydante totale des extraits de cinq variétés du jujube chinois (Li *et al.*, 2005).

Variétés	FRAP (mmol/g)
<i>Zizyphus jujuba</i> cv. <i>Jinsixiaozao</i>	1173 ± 112 ^a
<i>Zizyphus jujuba</i> cv. <i>yazao</i>	1025 ± 125 ^b
<i>Zizyphus jujuba</i> cv. <i>jianzao</i>	794 ± 52,1 ^c
<i>Zizyphus jujuba</i> cv. <i>junzao</i>	563 ± 74.3 ^d
<i>Zizyphus jujuba</i> cv. <i>Sanbianhong</i>	342 ± 45.8 ^e

Chaque valeur est exprimée en écart type moyen (n=3). Les moyennes avec des lettres différentes (a-e) dans une ligne sont significativement différentes (p < 0,05) par le test t de Bonferroni.

En outre, ces résultats indiquent que la capacité anti-oxydante diffère selon les variétés. Les extraits méthanoliques des cinq variétés de jujube présentent un bon pouvoir réducteur classé par ordre décroissant: *Zizyphus jujuba* cv. *jinsixiaozao* > *Zizyphus jujuba* cv. *yazao* > *Zizyphus jujuba* cv. *jianzao* > *Zizyphus jujuba* cv. *junzao* > *Zizyphus jujuba* cv.

sanbianhong (Li *et al.*, 2005). Sur la base des résultats de cette étude, il est également indiqué que *Zizyphus jujuba cv. jinsixiaozao* et *zizyphus jujuba cv. yazao* peuvent être utilisés comme source accessible d'antioxydants naturels et comme complément alimentaire possible ou en médecine et industries pharmaceutiques (Li *et al.*, 2005).

De même, l'effet de piégeage du radical DPPH (2,2-le radical diphenyl- 1- pyrcile-hydrazyl) des extraits de jujube chinois en fonction de la concentration sur le radical DPPH a suivi le même ordre que le pouvoir réducteur: *Zizyphus jujuba cv. jinsixiaozao* > *Zizyphus jujuba cv. yazao* > *Zizyphus jujuba cv. jianzao* > *Zizyphus jujuba CV. junzao* > *Zizyphus jujuba cv. sanbianhong* avec des pourcentages d'inhibition respectifs de 98,6 %, 87,2 %, 86,5 %, 59,4 % et 33,6 % à la concentration d'extrait de 1 mg/ml. Ces résultats mènent à conclure que les extraits de fruit de jujubier ont présenté une activité anti-oxydante importante. Par conséquent, il peut être applicable comme ingrédient antioxydant naturel dans les aliments et les produits pharmaceutiques (Liu *et al.*, 2020).

Tableau XIII: Activité antioxydante des extraits de cinq variétés du jujube chinois (Li *et al.*, 2005).

Variétés	Effet de piégeage de DPPH (%)		
	Concentration (mg/ml)		
	0,25	0,5	1,0
<i>Zizyphus jujuba cv. Jinsixiaozao</i>	38,3 ± 1,3 ^a	69,1 ± 1,2 ^b	98,6 ± 3,2 ^c
<i>Zizyphus jujuba cv. yazao</i>	29,7 ± 1,5 ^a	53,4 ± 2,6 ^b	87,2 ± 3,6 ^c
<i>Zizyphus jujuba cv. jianzao</i>	29,3 ± 0,9 ^a	52,5 ± 2,3 ^b	86,5 ± 2,7 ^c
<i>Zizyphus jujuba cv. junzao</i>	19,3 ± 7,9 ^a	37,9 ± 1,8 ^b	59,4 ± 1,6 ^c
<i>Zizyphus jujuba cv. Sanbianhong</i>	9,2 ± 1,47 ^a	17,8 ± 1,1 ^b	33,6 ± 1,5 ^c

Chaque valeur est exprimée en écart type moyen (n=3). Les moyennes avec des lettres différentes (a-c) dans une ligne sont significativement différentes (p < 0,05) par le test t de Bonferrouni.

II.7. Les activités biologiques des composés phénoliques

Plusieurs études ont montré que les composés phénoliques du jujube possèdent plusieurs propriétés biologiques (antioxydante, antibactérienne, antifongique, anti-inflammatoire ...etc). L'ensemble de ces propriétés sont résumées dans le Tableau XIV.

Tableau XIV: Principales activités biologiques des composés phénoliques du jujube.

Polyphénols	Activités	Références
Acides Phénoliques (cinnamiques et benzoïques)	Antibactériennes Antifongiques Antioxydantes	(Halliwell, 1994; Cotelle, 2001; Muanda, 2010)
Flavonoïdes	Anti-tumorales Anti-carcinogènes Anti-inflammatoires Hypotenseurs et diurétiques Antioxydantes	(Milane, 2004; Cotelle, 2001; Marfak, 2003; Balasundram, 2006)
Tanins galliques et catéchiques	Antioxydantes Antibactériennes	(Bruneton, 1999; Perret, 2001; Peronny, 2005; Chung et Wei, 2001)

III. Propriétés thérapeutiques du jujube

Le jujubier figure sur la liste A des plantes médicinales selon la pharmacopée française (Bruneton, 1999). Les différentes parties de *Ziziphus jujuba* possède plusieurs propriétés médicinales et il est largement utilisé en médecine traditionnelle Iranienne comme purificateur laxatif et sanguine. Les graines de *Ziziphus jujuba* ont des effets antiallergiques, hémolytique, sédatif, anxiolytique (Wang *et al.*, 2013). De plus, cette espèce est réputée par ses propriétés antioxydantes (Afaq *et al.*, 2005), antidiabétiques (Jafri *et al.*, 2000) et anticancéreuses (Kim *et al.*, 2002), anti-inflammatoire (Borgi *et al.*, 2006), antifongique (Lahlou *et al.*, 2002), anti-ulcérogénique (Borgi *et al.*, 2008) et elle traite également l'anémie (Benhmed-Djilali *et al.*, 2016).

En Chine, il est utilisé comme exhausteur de goût et il est recommandé pour traiter la fatigue, la perte d'appétit et la diarrhée (Duke Ja *et al.*, 1985, Benahmed-Djilali *et al.*, 2016), tonifier la circulation sanguine aussi pour normaliser la peau sèche et limiter la démangeaison (Solabia, 2000). Il est aussi prescrit pour fortifier le foie et calmer la nervosité (Ba, 2005).

Les fortes teneurs en vitamines A et C font que le jujube sert à la préparation de sirop qui fait partie de plusieurs médicaments et dont les préparations sont inscrites au codex pour arrêter les irritations de la gorge et la toux (Ba, 2005, Benahmed-Djilali *et al.* 2014). Peu importe la façon dont vous consommez les jujubes, les antioxydants puissants et les composés organiques présents dans ce fruit impressionnant vous donneront un large éventail d'effets positifs (Gyre, 2018). Les différentes espèces du *Zizyphus* sont largement utilisées dans le traitement de certaines maladies comme, les troubles digestifs, l'asthénie, les affections hépatiques, l'obésité, les troubles urinaires, le diabète, les infections cutanées, la fièvre, la diarrhée et l'insomnie (Abu-Zarga *et al.*, 1995, Abdel-Zaher *et al.*, 2005).

III.1. Effet hypnotique sédatif et anxiolytique

L'insomnie est le trouble de sommeil le plus répandu dans le monde, marqué par la difficulté d'initier ou de maintenir le sommeil. Il affecte environ un tiers de la population et réduit la qualité de la vie, la productivité au travail et contribue à la dépression et l'anxiété (Lu *et al.*, 2017). Les graines et les feuilles de plusieurs espèces de *Zizyphus* sont connues pour avoir des effets anxiolytiques et hypnotiques-sédatifs. Elles sont connues pour leur effet sur la réduction de l'activité du système nerveux central qui se traduit par une baisse de l'anxiété en favorisant le sommeil (Jiang *et al.*, 2007).

La graine de *Z. jujuba* a une activité sédatrice, hypnotique et s'applique dans l'insomnie et le nervosisme grâce à l'oléamide qui se trouve naturellement dans le système nerveux central, ou il est naturellement synthétisé. Cet oléamide facilite le sommeil et a aussi une action sur la mémoire (Goetz, 2009). En outre, les deux alcaloïdes, sanjoinine A et nuciferine obtenus à partir des fruits du jujubier prolongent le temps de sommeil produit par l'hexobarbital. Lorsque la sanjoinine est chauffée elle produit un isomère qui a un grand effet sédatif (Han *et al.*, 1986).

D'autres études ont prouvé que le sanjoinine A de *Ziziphus jujuba* entraîne la synthèse accrue de GABA qui agit sur ces récepteurs et inhibe la neurotransmission induisant ainsi le sommeil (Oh *et al.*, 2009).

III.2. Activité antidiabétique

Le diabète est une maladie endocrinienne qui touche 2% de la population mondiale, et plus de 80% des décès par diabète se produisent dans les pays à revenu faible ou intermédiaire. De nombreuses études scientifiques ont démontré les propriétés hypoglycémiantes de plantes parmi lesquelles on trouve *Ziziphus jujuba* (Dénou, 2016).

Les feuilles de *Z. jujuba* ont été reconnues comme étant hypoglycémiantes et provoquent une augmentation du taux de glycogène du foie (Goetz, 2009). En plus, les polysaccharides des feuilles de *Ziziphus jujuba* sont composés de glucose, des acides galacturonique et glucuronique, de rhamnose et de galactose dotés tous d'activités anti-hyperglycémiantes (Dénou, 2016).

L'hyperglycémie postprandiale joue un rôle important dans le développement du diabète de type 2. L'inhibition de l'alpha-amylase a entraîné un retard dans la dégradation de l'amidon et glycogène et empêché une augmentation rapide de la glycémie. En raison de la teneur élevée en polyphénols et la capacité antioxydante et effet inhibiteur significatif du jujube sur l'alpha-amylase, cette plante peut être proposée pour le traitement des patients diabétiques (Afrisham *et al.*, 2015).

III.3. Activité anticancéreuse

Le cancer est le problème de la santé majeur dans le monde, en raison du taux de mortalité élevée associé avec le cancer et en raison de graves effets secondaires de la chimiothérapie et la radiothérapie. C'est pourquoi de nombreux patients atteints de cancer cherchent une alternative de traitement.

Les plantes jouent un rôle important dans la prévention des maladies telle que le cancer, et parmi ces plantes on trouve *Ziziphus jujuba* qui a des effets inhibiteurs significatifs sur la prolifération de diverses cellules cancéreuses. Les propriétés anticancéreuses de cette plante sont particulièrement dues à ces métabolites secondaires, par exemple les flavonoïdes qui sont des agents antioxydants protègent contre le cancer en piégeant les espèces radicalaires réactives (Hoshyar *et al.*, 2015). En outre, les acides triterpéniques isolés du fruit de *Ziziphus jujuba* inhibent la croissance et induit l'apoptose des cellules de cancer du sein, l'hépatome humain et réduit les effets secondaires de la chimiothérapie et la radiothérapie (Plastina et Gabriele, 2012).

III.4. L'activité antimicrobienne

Sarfaraz *et al.* (2002) ont rapporté des effets antifongiques significatifs des extraits éthanoliques de la racine de *Z. jujuba* sur les champignons *Candida albicans*, *Candida tropicalis*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus Niger* et *Malassezia furfur* (souches 1374 et 1765). En outre, l'extrait d'écorce de racine de *Z. jujuba* a montré une activité antibactérienne contre 20 bactéries selon les travaux d'Elmahi *et al.* (1997).

Des extraits méthanoliques et acétoniques des feuilles de *Z. mauritiana* exercent des effets antibactériens contre *Escherichia coli*, *Klebsiella spp.*, *Pseudomonas spp.*, *Proteus vulgaris* et *Bacillus subtilis* (Chowdary et Padashetty, 2000). L'acide bétulinique isolé de l'écorce de la tige de *Z. jujuba* présente une activité antivirale en retardant la progression du VIH 1 (Mukharjee *et al.*, 2003).

III.5. Effet anti-inflammatoire et antispasmodique

La prescription de composé contenant le fruit de *Z. jujuba* a montré un effet marqué anti-inflammatoire et antispasmodique significatif (Huang *et al.*, 1990). Les acides triterpéniques ont été considérés comme des ingrédients actifs pour l'effet sur les anti-inflammatoires et activités anticancéreuses (Chen *et al.*, 2017).

En outre, les feuilles de *Ziziphus* possèdent une importante activité anti-inflammatoire contre l'œdème des pattes de rat induit par la carraghénane (carraghénine) (Hovanet *et al.*, 2016).

III.6. Effets Antiallergiques

L'activité antiallergique des extraits aqueux de feuilles de *Z. jujuba* a été étudiée en mesurant son effet inhibiteur sur la hyaluronidase de testicules bovins. L'activation *In vitro*

des extraits de *Z. jujuba* a montré qu'ils ont une forte activité antiallergique (Su *et al.*, 2002).

III.7. Activité anti-ulcérogénique

Les feuilles de *Zizyphus jujuba* possèdent une importante activité anti-ulcérogénique attribuée à la présence des tanins et des flavonoïdes connus par leurs effets gastro-protecteurs (Borgi *et al.*, 2006). De même, les racines ont également montré un effet anti-ulcérogène, qui pourrait être lié à son potentiel antioxydant (Alam *et al.*, 2016).

III.8. Inhibiteurs de douceur

La ziziphine a supprimé la douceur induite par le D-glucose, le D-fructose, le sodium, la saccharine, l'aspartame. Il n'a cependant montré aucun effet suppressif sur le goût acide de l'acide chlorhydrique et goût amer de la quinine indiquant que la ziziphine est très spécifique au goût sucré. Il a été constaté que la ziziphine inhibait les récepteurs du goût sucré chez l'homme. Le mécanisme de la ziziphine utilisée a été identifié comme une modification du goût (Mahajan et Chopda, 2009).

III.9. Activités cognitives

Heo *et al.* (2003) ont suggéré que l'oléamide, un élément extrait de *Z. jujuba*, pourrait être un agent chimio-préventif utile contre la maladie d'Alzheimer. Ils ont constaté que l'extrait méthanolique de *Z. jujuba* a présenté un effet d'activation de 34,1% sur la choline acétyl transférase *In vitro*, une enzyme qui contrôle la production d'acétylcholine qui semble être épuisé dans les cerveaux des patients atteints d'Alzheimer.

III.10. Effets antioxydants

Les flavonoïdes sont les polyphénols les plus prédominants dans le jujube à effet antioxydant (Chen *et al.*, 2017). Un compte rendu complet et exhaustif de 70 plantes médicinales coréennes antioxydantes a signalé et confirmé l'effet antioxydant de *Z. jujuba In vitro* (Mahajan et Chopda, 2009). Plusieurs études ont également démontré que les extraits du jujube ont une activité antioxydante significative (Shad *et al.*, 2014; Kou *et al.*, 2015; Abdoul-Azize, 2016; Al-Saeedi *et al.*, 2016 ; Chen *et al.*, 2017 et Yahia *et al.*, 2020).

III.11. Activité de cicatrisation des plaies

Ansari *et al.* (2006) dans leur livre intitulé « Les médicaments à base de plantes », ont affirmé que la racine de *Z. jujuba* permet la cicatrisation des plaies. Les données expérimentales sur l'activité de cicatrisation de la racine de *Z. jujuba* chez les animaux de laboratoire ne sont pas disponibles dans la littérature (Preeti et Tripathi S., 2014). Aussi, Mahajan et Chopda (2009), ont confirmé l'activité de cicatrisation de la racine de *Z. jujuba* chez le rat, utilisée sous forme de pommade à une dose de 0,5% et 1% en application topique.

III.12. Activité anti-obésité

L'obésité est considérée comme l'une des maladies graves dans le monde, qui peut entraîner plusieurs complications de santé telles que des troubles cardiovasculaires, diabète sucré de type 2 et maladie locomotrice. Aujourd'hui, l'intérêt a augmenté pour le développement des compléments alimentaires à partir de sources naturelles avec moins d'effets indésirables tels que les produits de jujube pour prévenir et réduire le risque d'obésité (Fu *et al.*, 2016). Zhang *et al.* (2005) ont étudié l'effet du jus de jujube sur fonctions corporelles et taux de lipides sanguins chez la souris. Ils ont rapporté que seulement la consommation de jus de jujube n'a eu aucun effet négatif sur la masse corporelle des souris et l'index du thymus et de la rate. Cependant, chez les souris nourries avec un régime riches en graisses, la consommation de jujube pendant 30 jours réduit considérablement la masse corporelle (Zhang *et al.*, 2005).



Conclusion

En Algérie, les plantes ont une grande importance dans la médecine traditionnelle. La flore algérienne est caractérisée par sa diversité méditerranéenne, saharienne et paléo-tropicale. Les plantes médicinales restent toujours la source fiable des principes actifs connus pour leurs propriétés antioxydantes et thérapeutiques. Le travail que nous avons entrepris avait pour objectif de faire une synthèse bibliographique sur le fruit de jujube dont l'espèce la plus cultivée en Algérie est *Ziziphus jujuba* du point de vue nutritionnel et thérapeutique.

Le genre *Ziziphus* inclus environ 170 espèces différentes, telles que *jujuba*, *lotus*, *mouritiana*, *mucronata*, *spinosa*, *vulgaris*, *oenoplia* Mill. Les deux espèces qui produisent des fruits comestibles sont *Ziziphus mouritiana* et *Ziziphus jujuba*. L'arbre de jujube est appelé dans les pays arabes: sidre, Nabk, aneb, jujube et en berbère Azougar, et en chine datte chinoise.

Les propriétés nutritionnelles de la pulpe de jujube sont largement reconnues par sa richesse en macro et micronutriments à savoir l'eau, protéines, lipides, sucres réducteurs, vitamines et minéraux; qui jouent un rôle important dans le maintien de l'intégrité de la peau et protège les cellules contre le vieillissement prématuré causé par les radicaux libres et facilite les fonctions immunitaires.

Le jujube est une plante méditerranéenne et source d'antioxydants naturels tels que les polyphénols (acides phénoliques, flavonoïdes, tanins hydrolysables, tanins condensés, vitamines et caroténoïdes) ce qui lui confère la capacité de renforcer le système de défense de l'organisme. Ces métabolites secondaires lui confèrent aussi une grande aptitude à piéger les radicaux libres et réduire les risques de maladies cardiovasculaires et de certains types de cancers.

Les fruits, les feuilles et les graines de *Ziziphus jujuba* constituent une source de composés phénoliques avec des activités antioxydantes intéressantes. Les feuilles de cette plante sont plus riches en composés phénoliques, elles présentent une bonne activité antioxydante par une capacité de piégeage des radicaux libres et un meilleur pouvoir réducteur par rapport aux graines et aux fruits. En outre, le jujube est utilisé en médecine et pharmacologie pour ses vertus thérapeutiques comme antidiabétique, anticancéreux, antimicrobien, antiallergique...etc. En plus de ces propriétés médicinales, l'huile de ce fruit est utilisée en cosmétique pour traiter les problèmes de peaux et des cheveux.

Enfin, la consommation régulière des fruits de jujube et/ou ses produits dérivés semble être bénéfique pour la santé car sont des fruits naturels diététiquement

intéressant. Sa composition exceptionnelle fait que le jujube un fruit nutritif qui peut jouer un rôle majeur dans la nutrition et la santé humaine pour répondre aux besoins nutritionnels quotidiens et lutter contre certaines maladies, infections et troubles liés au stress oxydatif. Par conséquent, les fruits de jujubier peuvent être considérés comme un aliment médical.

Afin de compléter ce travail il serait intéressant

- D'étudier les fruits de jujube locales;
- D'évaluer l'effet de l'origine géographique sur sa valeur nutritionnelle et sa composition en antioxydants;
- De quantifier ses antioxydants par des techniques plus performante tel que l'HPLC;
- D'évaluer ses capacités antioxydantes *In vitro et In vivo*.



*Références
bibliographiques*

Abdel-galil, F. M., & El-Jissry, M. A. (1991). Cyclopeptide alkaloids from *Zizyphus spina-christi*. *Phytochemistry*, 30 (4), 1348-1349.

Abdel-Zaher, A. O., Salim, S. Y., Assaf, M. H., & Abdel-Hady, R. H. (2005). Antidiabetic activity and toxicity of *Zizyphus spina-christi* leaves. *Journal of Ethnopharmacology*, 101 (1-3), 129-138.

Abdoul-Azize, S. (2016). Potential Benefits of Jujube (*Zizyphus Lotus* L.) Bioactive Compounds for Nutrition and Health. *Journal of Nutrition and Metabolism*, 2016, 2867470-2867470.

Achat, S. (2013). Polyphénols de l'alimentation: extraction, pouvoir antioxydant et interactions avec des ions métalliques. Thèse de Doctorat, Université d'Avignon.

Afaq, F., Saleem, M., Krueger, C. G., Reed, J. D., & Mukhtar, H. (2005). Anthocyanin-and hydrolyzable tannin-rich pomegranate fruit extract modulates MAPK and NF- κ B pathways and inhibits skin tumorigenesis in CD-1 mice. *International Journal of Cancer*, 113 (3), 423-433.

Afrisham, R., Aberomand, M., Ghaffari, M. A., Siahpoosh, A., & Jamal, M. (2015). Inhibitory Effect of *Heracleum persicum* and *Zizyphus jujuba* on Activity of Alpha-Amylase. *Journal of Botany*, 2015, 1-8.

Akhter, C., Dar, G. H., & Khuroo, A. A. (2013). *Zizyphus jujuba* Mill. subsp. *spinosa* (Bunge) Peng, Li & Li: A new plant record for the Indian subcontinent. *Taiwania*, 58 (2), 132-135.

Alam, S., Hussain, M. S., Reddy, M. K., Reddy, M., & Gupta, R. K. (2016). Antiulcer and Antioxidant Potential of *Zizyphus jujuba* Mill Root Extract In Aspirin And Ethanol Induced Gastric Ulcers. *International Journal of Psychology*, 8, 287-293.

Al-Saeedi, A. H., Al-Ghafri, M. T. H., & Hossain, M. A. (2016). Comparative evaluation of total phenols, flavonoids content and antioxidant potential of leaf and fruit extracts of Omani *Zizyphus jujuba* L. *Pacific Science Review A: Natural Science and Engineering*, 18 (1), 78-83.

Ansari, S. H., Bhatt, D., Masihuddin, M., & Khan, M. U. (2006). The wound healing and herbal drugs. *Herbal Drugs Jay Pee Publication, New Delhi*, 460-468.

Azam-Ali, S., Bonkougou, E., Bowe, C., de Kock, C., Godara, A., & Williams, J. T. (2006). Ber and other jujubes. In: Williams *et al.* (Eds.), *International Centre for Underutilized Crops*, Southampton, UK, pp 18-23.

Ba, S.H. (2005). Etude de la phytochimie et des activités biologiques de *Zizyphus mauritiana* Lam (Rhamnaceae) utilisée dans le traitement traditionnel du diabète et de l'hypertension artérielle en Mauritanie. *Thèse de Pharmacie FMPOS, Bamako*, 120 p.

Bahorun, T. (1998). Substances naturelles actives: la flore mauricienne, une source d'approvisionnement potentielle. In *Second Annual Meeting of Agricultural Scientists*, 83, 7-239.

Balasundram, N., Sundram, K., & Samman, S. (2006). Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*, 99 (1), 191-203.

Bärtels, A. (1997). *Guide des plantes de bassin méditerranéées*. Ed Engen Ulmen, 58 p.

Bauerfeind, C. J. (1981). Carotenoids as colorants and vitamin A precursors, Academic Press, New York.

Bekir, S., & Adhan, N. Y. (2010). Phenolic, alpha-tocopherol, beta-carotene and fatty acid composition of four promising jujube (*Zizipus vulgaris* L) selections. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23 (7), 706-710.

Belford, R. (1994). Chinese herbal medicine treatment of chronic hepatitis. *Australian Journal of Medical Herbalism*, 6 (4), 94-98.

Benahmed-Djilali, A., Mahouel, H., Kaci, N. M., Ouarzene, D., Bouksaim, M., & Benamara, S. (2014). Development of possibility of natural juice using *Ziziphus jujuba* and *Spirulina*. *Industrial, medical and environmental applications of microorganisms: Current Status and Trends*, 272 p.

Benahmed-Djilali, A., Nabiev, M., Allaf, K., Benamara, S. (2015). Evaluation de certaines propriétés biochimiques et pharmacodynamiques des poudres du jujube sèche à air chaud et en dic. *5ème Séminaire Maghrébin sur les Sciences et les Technologies du Séchage (SMSTS) Ouargla (Algérie)*.

Benahmed-Djilali, A., Nabiev, M., Gelicus, A., Benamara, S., & Allaf, K. (2016). Evaluation of Physical-Chemical, Pharmacodynamic and Pharmacological Attributes of Hot Air Dried and Swell Dried Jujube Powders. *Journal of Food Process Engineering*, 40 (2), e12364.

Bloor, S. J. (2001). Overview of methods for analysis and identification of flavonoids. *Methods in Enzymology*, 335, 3-14.

Borgi, W., & Chouchane, N. (2006). Activité anti-inflammatoire des saponosides des écorces de racines de *Zizyphus lotus* (L.). *Revue des Régions Arides*, 1, 283-286.

Borgi, W., Ghedira, K., & Chouchane, N. (2007). Antiinflammatory and analgesic activities of *Zizyphus lotus* root barks. *Fitoterapia*, 78 (1), 16-19.

Boudraa, S., Hambaba, L., Zidani, S., & Boudraa, H. (2010). Composition minérale et vitaminique des fruits de cinq espèces sous exploitées en Algérie: *Celtis australis* L., *Crataegus azarolus* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Elaeagnus angustifolia* L. et *Zizyphus lotus* L. *Fruits*, 65 (2), 75.

Bouet, C., (1998). Une expérience de plantation des jujubiers de chine en Languedoc, *Reveiw of Fruit*, 5p.

Boullard, B. (2011). Medicinal plants of the word belifs and realities. *Ed. ESTEM*, 573-574.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. L. W. T. (1995). Utilisation d'une méthode radicalaire pour évaluer l'activité antioxydante. *LWT-Food Science and Technology*, 28 (1), 25-30.

Britton, G., and Khachik, F. 2009. Carotenoids in food. In “*Carotenoids*”. Ed. Birkhäuser Basel, pp 45-66.

Brunetton, J. (1999). Pharmacognosie: Phytochimie, Plantes médicinales. Ed. Lavoisier. Paris, pp 484-511.

Catoire, C., Zwang, H., Bouet, C. 1999. Les jujubiers ou le *Ziziphus*. *Fruits oubliés*, 1.

Ćetković, G., Čanadanović-Brunet, J., Djilas, S., Savatović, S., Mandić, A., & Tumbas, V. (2008). Assessment of polyphenolic content and in vitro antiradical characteristics of apple pomace. *Food Chemistry*, 109 (2), 340-347.

Chen, J., Liu, X., Li, Z., Qi, A., Yao, P., Zhou, Z., & Tsim, K. W. (2017). A review of dietary *Ziziphus jujuba* Fruit (Jujube): developing health food supplements for brain protection. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2017, 3019568-3019578.

Choi, S. H., Ahn, J. B., Kozukue, N., Levin, C. E., et Friedman, M. (2011). Distribution des acides aminés libres, des flavonoïdes, des composés phénoliques totaux et des activités antioxydantes des fruits et des graines de jujube (*Ziziphus jujuba*) récoltés à partir de plantes cultivées en Corée. *Journal de Chimie Agricole et Alimentaire*, 59 (12), 6594-6604.

Chowdary, N. B., & Padashetty, N. S. (2000). In vitro screening of antibacterial activity of leaves of Ber. *Current Research-University of Agricultural Sciences (Bangalore)*, 29 (5/6), 78-79.

Chung, K. T., Wei, C. I., & Johnson, M. G. (1998). Les tanins sont-ils une arme à double tranchant en biologie et en santé ?. *Trends in Food Science & Technology*, 9 (4), 168-175.

Clarke, R., Frost, C., Collins, R., Appleby, P., & Peto, R. (1997). Dietary lipids and blood cholesterol: quantitative meta-analysis of metabolic ward studies. *British Medical Journal*, 314 (7074), 112.

Cojon, G. (2019). La vitamine C en résumé. <http://www.acteur-nature.com/les-nutriments-naturels/la-vitamine-c-en-resume.html>.

- Cotelle, N. (2001). Role of flavonoids in oxidative stress. *Current Topics in Medicinal Chemistry*, 1 (6), 569-590.
- Crouéour, G. L., Thépenier, P., Richard, B., Petermann, C., Ghédira, K., et Zèches-Hanrot, M. (2002). Lotusine G: un nouvel alcaloïde cyclopeptidique de *Zizyphus lotus*. *Fitoterapia*, 73 (1), 63-68.
- Dan, Y. (2008). Biological functions of antioxidants in plant transformation. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 44 (3), 149-161.
- Dangles, O., Stoeckel, C., Wigand, M. C., & Brouillard, R. (1992). Two very distinct types of anthocyanin complexation: Copigmentation and inclusion. *Tetrahedron Letters*, 33 (36), 5227-5230.
- Danthu, P., Soloviev, P., & Toure, M. (2000). La domestication du jujubier (*Zizyphus mauritiana* Lam) au Sénégal: quelques résultats concernant sa propagation végétative. *Bulletin de Liaison*, 18, 29-32
- Daood, H. G., Vinkler, M., Markus, F., Hebshi, E. A., & Biacs, P. A. (1996). Antioxidant vitamin content of spice red pepper (paprika) as affected by technological and varietal factors. *Food Chemistry*, 55 (4), 365-372.
- Dénou, A., Sawadogo, Y., Haidara, M., Togola, A., Sanogo, R., & Diallo, D. (2016). Activité antidiabétique des racines de *zizyphus mucronata Willd* (Rhamnaceae) chez le lapin. *International Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 3 (6), 24-26.
- Diallo, D., Sanogo, R., Yasambou, H., Traoré, A., Coulibaly, K., & Maïga, A. (2004). Étude des constituants des feuilles de *Zizyphus mauritiana* Lam.(Rhamnaceae), utilisées traditionnellement dans le traitement du diabète au Mali. *Comptes Rendus Chimie*, 7 (10-11), 1073-1080.
- Duke, J. A., & Ayensu, E. S. (1985). *Medicinal Plants of China. Reference Publications*, Algonac, MI.
- Dupont, F., & Guignard, J. L. (2012). Abrégés de pharmacie. Botanique, les familles de plantes. Ed. Elsevier Masson (15e éd), Paris.

El Aloui, M., Mguis, K., Laamouri, A., Albouchi, A., Cerny, M., Mathieu, C., & Hasnaoui, B. (2012). Fatty acid and sterol oil composition of four Tunisian ecotypes of *Ziziphus zizyphus* (L.) H. Karst. *Acta Botanica Gallica*, 159 (1), 25-31.

El Hachimi, F., El Antari, A., Boujnah, M., Bendrisse, A., & Alfaiz, C. (2015). Comparaison des huiles des graines et de la teneur en acides gras de différentes populations marocaines de jujubier, de grenadier et de figuier de barbarie. *Journal of Materials and Environmental Science*, 6 (5), 1488-1502.

El Rhouat, N. (2002). Les jujubiers au Maroc: état actuel, germination des graines, valeur pastoral du feuillage et relations hydriques cas de *Ziziphus vulgaris*, Mémoire de 3^{ème} cycle, Ecole National Forestier d'Ingénieurs, 178 p.

Elmahi, M., Essassi, E. M., Hamamouchi, M., & Hamamouchi, J. (1997). Study on the antimicrobial and antibilharzia activity of *Ziziphus vulgaris*. *Fitoterapia*, 68, 34-36.

Erdman Jr, J. W., Balentine, D., Arab, L., Beecher, G., Dwyer, J. T., Folts, J., & Messina, M. (2007). Flavonoids and heart health: proceedings of the ILSI North America flavonoids workshop, May 31–June 1, 2005, Washington, DC. *The Journal of Nutrition*, 137 (3), 718 S-737 S.

Erenmemisoglu, A., Kelestimur, F., Koker, A. H., Ustun, H., Tekol, Y., & Ustdal, M. (1995). Hypoglycaemic effect of *Zizyphus jujuba* leaves. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 47 (1), 72-74.

Espiard, E. (2002). Introduction à la transformation industrielle des fruits. *Ed. Tec & Doc, Lavoisier*, pp 181–182.

Ezhilarasi C., Tamilmani A. 2009. Influence of paddy husk on the ripening fruit of *Ziziphus mauritiana* L. *ARP Journal of Agricultural and Biological Science*, 6, 29-42.

Favier, A. (2003). Le stress oxydant: Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *Actualité Chimique*, (11/12), 108-117.

Feng, C., Wang, B., Zhao, A., Wei, L., Shao, Y., Wang, Y., & Zhang, F. (2019). Caractéristiques de qualité et activités antioxydantes du yogourt au lait de chèvre additionné de pulpe de jujube. *Chimie Alimentaire*, 277, 238 - 245.

Fiorucci, S. (2006). Activités biologiques de composés de la famille des flavonoïdes: Approches par des méthodes de chimie quantique et de dynamique moléculaire. *Thèse de Doctorat, Université de Nice Sophia-Antipolis (UNS)*, 211 p.

Fleuriet, A. (1982). Expression et régulation du métabolisme des dérivés hydroxycinnamiques au cours de la croissance, de la maturation et de la réaction aux blessures du fruit de la tomate "cerise" (*lycopersicum esculentum var. cerasiforme*). *Thèse de Doctorat, Etat Sciences Naturelles, Université de Montpellier II*, 153 p.

Fooladi, H., Mortazavi, S. A., Rajaei, A., Savabi Sani Kargar, S., & Salar Bashi, D. (2013). Optimize the extraction of antioxidant properties of jujube (*Ziziphus Jujube*) using ultrasound-assisted extraction method. 1-6.

Francen, M., Holt, R. R., Schmitz, H. H., & Keen, C. L. (2002). Cocoa procyanidin chain length does not determine ability to protect LDL from oxidation when monomer units are controlled. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 13 (11), 645-652.

François. (2009). *Les fruitiers rares*. Confrérie des Planteurs de Fruitiers Rares: Répertoire des articles, 134 p.

Fraser, P. D., & Bramley, P. M. (2004). The biosynthesis and nutritional uses of carotenoids. *Progress in Lipid Research*, 43 (3), 228-265.

Fu, C., Jiang, Y., Guo, J., et Su, Z. (2016). Produits naturels avec des effets anti-obésité et différents mécanismes d'action. *Journal de chimie agricole et alimentaire*, 64 (51), 9571-9585.

Ganachari, M. S., Kumar, S., & Bhat, K. G. (2004). Effect of *Ziziphus jujuba* leaves extract on phagocytosis by human neutrophils. *Journal of Natural Remedies*, 4 (1), 47-51.

Gayon, R. D., (1968). Les Composés phénoliques des végétaux: *par Pascal Ribéreau-Gayon. Ed. Dunod, Paris. pp 24-25, 220-222.*

Gervaise, Y. (2004) Analyse des antioxydants naturels dans les matières premières et les produits. *Polyphénols*, 33.

Ghedira, K. (2006). La nigelle cultivée: *Nigella sativa* L. (*Ranunculaceae*). *Phytothérapie*, 4 (5), 220.

Ghestem, A., Seguin, E., Paris, M., & Orecchioni, A. M. (2001). Le préparateur en pharmacie, dossier 2, Botanique, Pharmacognosie, Phytothérapie. *Homéopathie. Ed. Tec et Doc, Lavoisier, Paris, 272 p.*

Girotti-Chanu, C. (2006). Etude de la lipolyse et de la synthèse de composés du derme sous l'effet de la cirsimarine, flavone extraite de *Microtea debilis*. *Thèse de Doctorat, Université de Lyon, INSA, 127 p.*

Goetz, P. (2009). Mise en évidence d'un effet psychotrope de la teinture mère de *Zizyphus jujuba* Mill. *Phytothérapie*, 7 (1), 31-36.

Goncharova, N. P., Isamukhamedov, A. S., & Glushenkova, A. I. (1990). Lipids of *Zizyphus jujuba*. *Chemistry of Natural Compounds*, 26 (1), 16-18.

Gowd, V., Karim, N., Xie, L., Shishir, I. R. M., Xu, Y., & Chen, W. (2020). Étude in vitro de la bioaccessibilité de l'effet antioxydant et inhibiteur de l' α -glucosidase du pélargonidin-3- O -glucoside après interaction avec la bêta-lactoglobuline et le chitosane / pectine. *International Journal of Biological Macromolecules*, 154, 380-389.

Grundy, S. M. (1986). Comparison of monounsaturated fatty acids and carbohydrates for lowering plasma cholesterol. *New England Journal of Medicine*, 314 (12), 745-748.

Guil-Guerrero, J. L., Delgado, A. D., Gonzalez, M. M., & Isasa, M. T. (2004). Fatty acids and carotenes in some ber (*Zizyphus jujuba* Mill) varieties. *Plant Foods for Human Nutrition*, 59 (1), 23-27.

Guilland, J.G., Lequeu, B., Birlouez, I., & Bouregois, G. (1998). Vitamine C. Le statut vitaminiqne : Physiopathologie, exploration biologique et intérêt clinique. Tec & Doc, Paris, pp 317-340.

Guingard. (1996). Biochimie végétale. *Ed. Lavoisier*, Paris, pp 175-192.

Guo, S., Tang, YP, Duan, JA, Su, SL & Ding, AW (2009). Deux nouveaux terpénoïdes de fruits de *Ziziphus jujuba*. *Lettres chimiques chinoises*, 20 (2), 197-200.

Gyre, A. (2018). <http://agir.avec.madagascar.over-blog.com/2018/09/10-meilleurs-avantages-de-jujube.html>.

Halliwell, B. (1994). Free radicals and antioxidants. *Nutrition Reveiws*. 52: 253-265.

Han, B. H., & Park, M. H. (1986). Studies on the sedative alkaloids from *Ziziphus spinosasemen* (seed). *Saengyak Hakhoechi*, 16 (4), 233-238.

Hovaneț, M. V., Ancuceanu, R. V., Dinu, M., Oprea, E., Budura, E. A., Negreș, S. I. M. O. N. A., & Moroșan, E. L. E. N. A. (2016). Toxicity and anti-inflammatory activity of *Ziziphus jujuba* Mill. leaves. *Farmacia*, 64, 802-808.

Harborne, J. B. (1989). Recent advances in chemical ecology. *Natural Product Reports*, 6 (1), 85-109.

Hasan, N. M., Al Sorkhy, M. A., & Al Battah, F. F. (2014). *Ziziphus jujube* (ennab) of the middle east, food and medicine. *Unique Journal of Ayurvedic Herbal Medecines*, 2 (6), 7-14.

Hernández, Y., Lobo, M. G., & González, M. (2006). Determination of vitamin C in tropical fruits: A comparative evaluation of methods. *Food Chemistry*, 96 (4), 654-664.

Heo, H. J., Park, Y. J., Suh, Y. M., Choi, S. J., Kim, M. J., Cho, H. Y., & Kim, C. J. (2003). Effects of oleamide on choline acetyltransferase and cognitive activities. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 67 (6), 1284-1291.

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.

Huang, L., Ye, W., Cai, B., Li, D., Liu, J., & Liu, M. (1990). A preliminary study on the pharmacology of the compound prescription huangqin tang and its component drugs. *Zhongguo Zhong yao za zhi Zhongguo zhongyao zazhi. China Journal of Chinese Materia Medica*, 15 (2), 115.

Hudina, M., Liu, M., Veberic, R., Stampar, F., & Colaric, M. (2008). Composés phénoliques dans le fruit de différentes variétés de jujube chinois (*Ziziphus jujuba* Mill.). *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 83 (3), 305-308.

Isabelle, C. (2018). <http://www.gerbeaud.com/jardin/fiches/jujubier,1858.html>.

Iserin, P. (2001). Larousse encyclopédie des plantes médicinales. Identification, prévention, et préparation et soins. *Ed. Larousse-Bordas* (2^{ème} édition). ISBN: 2-3-560252-1. 283 p.

Jafri, M. A., Aslam, M., Javed, K., & Singh, S. (2000). Effect of *Punica granatum* Linn.(flowers) on blood glucose level in normal and alloxan-induced diabetic rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 70 (3), 309-314.

Jawanda, J. S., & Bal, J. S. (1978). Ber--highly paying and rich in food value. *Indian Horticulture*. Oct-Dec, 19–21.

Ji, X., Peng, Q., Yuan, Y., Shen, J., Xie, X., & Wang, M. (2017). Isolation, structures and bioactivities of the polysaccharides from jujube fruit (*Ziziphus jujuba* Mill.): A review. *Food Chemistry*, 227, 349–357. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.01.074>.

Jiang, J. G., Huang, X. J., Chen, J., & Lin, Q. S. (2007). Comparison of the sedative and hypnotic effects of flavonoids, saponins, and polysaccharides extracted from Semen *Ziziphus jujube*. *Natural Product Research*, 21 (4), 310-320.

Johnson, E. J. (2002). The role of carotenoids in human health. *Nutrition in Clinical Care*, 5, 56-65.

Khanbabaee, K., & Van Ree, T. (2001). Tannins: classification and definition. *Natural product reports*, 18 (6), 641-649.

Kim, J. Y., Koo, H. M., & Kim, D. S. (2001). Development of C-20 modified betulinic acid derivatives as antitumor agents. *Bioorganic & medicinal chemistry letters*, 11 (17), 2405-2408.

King, A. M. Y., & Young, G. (1999). Characteristics and occurrence of phenolic phytochemicals. *Journal of the American Dietetic Association*, 99 (2), 213-218.

Ko, F. N., Cheng, Z. J., Lin, C. N., & Teng, C. M. (1998). Scavenger and antioxidant properties of prenylflavones isolated from *Artocarpus heterophyllus*. *Free Radical Biology and Medicine*, 25 (2), 160-168.

Koley, T. K., Kaur, C., Nagal, S., Walia, S., Jaggi, S., & Sarika. (2011). Antioxidant activity and phenolic content in genotypes of Indian jujube (*Zizyphus mauritiana* Lamk). *Arabian Journal of Chemistry*, 10, 10-16.

Koné, B., Kalinganire, A., & Doumbia, M. (2009). La culture du jujubier: un manuel pour l'horticulteur sahélien. *World Agroforestry Centre (ICRAF), Nairobi*, 39 p.

Kou, X., Chen, Q., Li, X., Li, M., Kan, C., Chen, B., & Xue, Z. (2015). Quantitative assessment of bioactive compounds and the antioxidant activity of 15 jujube cultivars. *Food Chemistry*, 173, 1037-1044.

Kumar, S. (2004). Anti-inflammatory activity of *Zizyphus jujuba* Lam leaves extract in rats. *Journal of Naturel Remedies*, 4, 183-185.

Laamouri, A. (2009). Contribution à l'étude des jujubiers en Tunisie: Identification, caractérisation, adaptation au déficit hydrique et multiplication. *Thèse de Doctorat, National Agronomic Institute, Tunisia*, 272 p.

Laamouri, A., Ammari, Y., Albouchi, A., Sghaier, T., Mguis, K., & Akrimi, N. (2008). Comparative study of the root system growth and development of three Tunisian jujube species. *Geo-Eco-Trop*, 32, 37-46.

Lahlou, M., El Mahi, M., & Hamamouchi, J. (2002). Evaluation des activités antifongique et molluscicide de *Zizyphus lotus* (L.) Desf. du Maroc. In: *Annales pharmaceutiques françaises*, 60 (6), 410-414.

Li, J. W., Ding, S. D., & Ding, X. L. (2005). Comparison of antioxidant capacities of extracts from five cultivars of Chinese jujube. *Process Biochemistry*, 40 (11), 3607-3613.

Liu, X. X., Liu, H. M., Yan, Y. Y., Fan, L. Y., Yang, J. N., Wang, X. D., Qin, G. Y. (2020). Caractérisation structurale et activité antioxydante des polysaccharides extraits du jujube à l'aide d'eau sous-critique. *LWT- Food Science and Technology*, 117, e 108645.

Lu, Ch., Hugel, H., Johannah, L. Sh., Ni, X., Sarris, J., Zhang, A. L., Guo, X., Charlie, C. (2017). *Ziziphus Spinosa* seed for insomnia: A review of chemistry and psychopharmacology. *Phytomedicine*, 34, 38-43.

Lucien, J. M. (2012). Etude de la transformation du fruit du jujubier (*Ziziphus mauritiana* Lam.) en galettes: Impact de la cuisson sur la qualité nutritionnelle. Doctoral dissertation, Montpellier SupAgro.

Macheix, J. J., Fleuriet, A., & Jay-Allemand, C. (2005). Les composés phénoliques des végétaux: un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. *Lausanne, Suisse Presses Polytechniques et Universitaires Romandes*.

Mahajan, R. T. C. M., & Chopda, M. (2009). Phyto-Pharmacology of *Ziziphus jujuba* Mill- A plant review. *Pharmacognosy Reviews*, 3 (6), 320.

Marfak, A. (2003). Radiolyse gamma des flavonoïdes, Etude de leur réactivité avec les radicaux issus des alcools: formation de depsides. *Thèse de Doctorat, Université de Limoges*, 199 p.

Middleton, E., Kandaswami, C., & Theoharides, T. C. (2000). The effects of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart disease, and cancer. *Pharmacological Reviews*, 52 (4), 673-751.

Michel, T. (2011). Nouvelles méthodologies d'extraction, de fractionnement et d'identification: application aux molécules bioactives de l'argousier (*Hippophae rhamnoides*). Doctoral dissertation.

Milane, H. (2004). La quercétine et ses dérivés: molécules à caractère peroxydant ou thérapeutiques (Doctoral dissertation, Thèse de doctorat. *Université Louis Pasteur Strasbourg I*, 155p.

Miri, S. M. (2018). Cultivation, chemical compositions and health benefits of jujube (*Ziziphus jujuba* Mill). *The first national congress and international for plants and strategies for persian medicine*, 1-11.

Mood, S. G. (2008). A contribution to some ethnobotanical aspects Pak. of Birjand flora. *Journal of Botany*, 40 (4), 1783-1791.

Mratinić, E., Fotirić-Akšić, M., & Jovković, R. (2012). Analysis of wild sweet cherry (*Prunus avium* L.) germplasm diversity in South-East Serbia. *Genetika*, 44 (2), 259-268.

Muanda, F. N. (2010). Identification de polyphénols, évaluation de leur activité antioxydante et étude de leurs propriétés biologiques. Thèse de doctorat en Chimie organique. *Ecole doctorale SESAMES Université Paul Verlaine-Metz*, 294 p.

Mukherjee, P. K., Mukherjee, K., Rajesh Kumar, M., Pal, M., & Saha, B. P. (2003). Evaluation of wound healing activity of some herbal formulations. *Phytotherapy Research*, 17 (3), 265-268.

Mukhtar, H. M., Ansari, S. H., Ali, M., & Naved, T. (2004). New compounds from *Ziziphus vulgaris*. *Pharmaceutical Biology. Taylor & Francis, Lisse, Netherlands*, 42, 508-511.

Munier, P. (1973). Le jujubier et sa culture. *Fruits*, 28 (5), 377-388.

Najjaa , H., Ben Arfa, A., Elfalleh, W., Zouari, N., & Neffati, M. (2020). Jujube (*Zizyphus lotus* L.): Avantages et ses effets sur les propriétés fonctionnelles et sensorielles de la génoise. *PloS One*, 15, e 0227996.

Narayana, K. R., Reddy, M. S., Chaluvadi, M. R., & Krishna, D. R. (2001). Bioflavonoids classification, pharmacological, biochemical effects and therapeutic potential. *Indian Journal of Pharmacology*, 33 (1), 2-16.

Obeed, R. S., Harhash, M. M., and Abdel-Mawgood, A. L. (2006). Fruit Properties and Genetic Diversity of Five Ber (*Zizyphus mauritiana* Lamk) Cultivars. <http://faculty.ksu.edu.sa/3867/Documents/13%20Ber%20varieties1.pdf>.

Oh, K. W., Han, H., Ma, Y., Soon Eun, J., Li, R., Hong, J. T., & Lee, M. K. (2009). Anxiolytic-like effects of sanjoinine A isolated from *Zizyphi Spinosi Semen*: Possible involvement of GABAergic transmission. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 92, 206-213.

Ouchemoukh, S., Hachoud, S., Boudraham, H., Mokrani, A., & Louaileche, H. (2012). Antioxidant activities of some dried fruits consumed in Algeria. *LWT-Food Science and Technology*, 49 (2), 329-332.

Oudhia, P. (2003). Medicinal herbs of Chhattisgarh, India having less known uses of XXXIV. Brahmadandi. http://www.botanical.com/site/column_poudhia/250_brahmadandi.html.

Pareek, S., & Dhaka, R. S. (2008). Association analysis for quality attributes in ber. *Indian Society for Arid Horticulture*, 3, 77-80.

Pareek, S. (2013). Composition nutritionnelle du fruit du jujube. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 463-470.

Paris, M., Hurabielle, M., & Paris, R. R. (1981). Abrégé de matière médicale: Monographies (2. partie): plantes actives sur le système nerveux, sur l'appareil digestif, plantes cardiotoniques, plantes antiparasitaires, plantes insecticides, antibiotiques et antitumoraux d'origine végétale. *Ed. Masson*, Paris. pp 256-284.

Peng, W. H., Hsieh, M. T., Lee, Y. S., Lin, Y. C., & Liao, J. (2000). Anxiolytic effect of seed of *Ziziphus jujuba* in mouse models of anxiety. *Journal of Ethnopharmacology*, 72 (3), 435-441.

Plastina, P., Bonofiglio, D., Vizza, D., Fazio, A., Rovito, D., Giordano, C., & Gabriele, B. (2012). Identification des constituants bioactifs des extraits de fruits de *Ziziphus jujube* exerçant des effets antiprolifératifs et apoptotiques dans les cellules cancéreuses du sein humain. *Journal of Ethnopharmacology*, 140 (2), 325-332.

Pokorny, J., Yanishlieva, N., & Gordon, M. (2001). Antioxidants in food, practical applications. *Woodhead Publishing Limited*. ISBN 1 85573 463 X.

Popovici, C., Saykova, I., & Tylkowski, B. (2009). Evaluation de l'activité antioxydant des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH. *Revue de Génie Industriel*, 4, 25-39.

Preeti, Tripathi, S. (2014). A phytopharmacological review on “*ziziphus jujube*”, *International Journal of Research and Development in Pharmacy and Life Sciences*, 3, 959-966.

Quézel, P., & Santa, S. (1962). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales.

Quézel, P., & Santa, S. (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales (No. 581.965 Q8).

Rashwan, A.K., Naymul, K., Shishir, M. R. I., Bao, T., Lu, Y., & Chen, W. (2020). Jujube fruit: A potential nutritious fruit for the development of functional food products. *Journal of Functional Foods*, 75, 104205.

Ren, F., Ye, Y., Ye, S., Jiang, L., & Zhang, H. (2010). Systematic evaluation of antioxidant capacities of the ethanolic extract of different tissues of jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) from China. *Food and Chemical Toxicology*. 48, 1461–1465.

Rsaissi, N., & Bouhache, M. (2002). La lutte chimique contre le jujubier. Programme national de transfert de technologie en agriculture (PNTTA), DERD. *Rabat*, 94, 4.

San, B., & Yildirim, A. N. (2010). Phenolic, alpha-tocopherol, beta-carotene and fatty acid composition of four promising jujube (*Ziziphus jujuba* Miller) selections. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23 (7), 706-710.

Sarfaraz, A., Ansari, S. H., and Porchezian, E. (2002). Antifungal activity of alcoholic extracts of *Ziziphus vulgaris* and *Acacia concinna*. *Hamdard Medicus. Bait al-Hikmah, Karachi, Pakistan*, 14/15, 42-45.

Scalbert, A. (1991). Propriétés antimicrobiennes des tanins. *Phytochimie*, 30 (12), 3875-3883.

Schirarend, C. (1991). The systematic wood anatomy of the *Rhamnaceae* Juss. (Rhamnales). I. Tribe *Zizipheae*. *IAWA journal*, 12 (4), 359-388.

Selvakumar, G., Saha, S., & Kundu, S. (2007). Inhibitory activity of pine needle tannin extracts on some agriculturally resourceful microbes. *Indian Journal of Microbiology*, 47 (3), 267.

Shad, A. A., Ahmad, S., Ullah, R., AbdEl-Salam, N. M., Fouad, H., Rehman, N. U., & Saeed, W. (2014). Phytochemical and biological activities of four wild medicinal plants. *The Scientific World Journal*, 2014, 857363.

Shishir, I. R. M., Karim, N., Gowd, V., Xie, J., Zheng, X., & Chen, W. (2019). Nanoliposome conjugué à la pectine et au chitosane comme système de délivrance prometteur de la néohespéridine: caractérisation, comportement de libération, absorption cellulaire et propriété antioxydante. *Alimentaire Hydrocolloïdes*, 95, 432 - 444.

Sigoillot, M., Laffitte, A., Neiers, F., & Briand, L. (2015). Sweet taste inhibitors: Therapeutic prospects. *Cahiers de nutrition et de diététique*, 50 (5), 252-261.

Solabia. (2000). Le petit botaniste. Collection “ Découvertes et invitation aux voyages.”

Su, B. N., Cuendet, M., Farnsworth, N. R., Fong, H. H., Pezzuto, J. M., & Kinghorn, A. D. (2002). Activity-guided fractionation of the seeds of *Ziziphus jujuba* using a cyclooxygenase-2 inhibitory assay. *Planta medica*, 68 (12), 1125-1128.

Surhaev, G. A. (2006). Introdukcija i perspektivy ispol'zovanija unabi, mindalja i hur-my v Zapadnom Prikaspii. *Diss. kand. s.-h. nauk.-Volgograd*.

Tripathi, M., Pandey, M. B., Jha, R. N., Pandey, V. B., Tripathi, P. N., & Singh, J. P (2001). Alcaloïdes cyclopeptidiques de *Zizyphus jujuba*. *Fitoterapia*, 72 (5), 507-510.

Villanueva, R. J., & Villanueva, R. L. (2017). Pharmacologie expérimentale et clinique de *Ziziphus jujuba* Mills. *Phytotherapy Research*, 31 (3), 347-365.

Wang, C., Cheng, D., Cao, J., & Jiang, W. (2013). Antioxidant capacity and chemical constituents of chinese jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) at different ripening stages. *Food Science Biotechnology*. 22 (3): 639-644.

Wang, M., Cao, Q. H., et Wu, & Ch. S. (2013). The jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) Fruit: A review of Current Knowledge of Fruit Composition and Health Benefits. *Agricultural and Food Chemistry*, 61, 3351-3363.

Wang, M., Chen, D., Gea, Q. H., Yu, J. G., Wu, Ch. S., Wang, Z. Sh., Wang, Y. K., Zhu, D. L. (2014). Comparison of Drip, Pope and Surge Spring Root Irrigation for jujube (*Ziziphus jujuba* Mill). Fruit Quality in the Loess Plateau of China. *Plos ONE*, 9 (2), e88912.

Wang, B. N., Cao, W., Gao, H., Fan, M. T., & Zheng, J. B. (2010). Simultaneous determination of six phenolic compounds in jujube by LC-ECD. *Chromatographia*, 71 (7-8), 703-707.

Walali, L., et Skiredj, A. (2003). Transfert de technologie en agriculture. Fiches techniques : N°108. L'avocatier, le chérимolier, le kaki, le jujubier. Bulletin mensuel d'information et de liaison de PNTTA, p.4.

Xu, Y., Xie, L., Xie, J., Liu, Y., & Chen, W. (2019). Pelargonidin-3-*O*-rutinoside en tant que nouvel inhibiteur de l' α -glucosidase pour améliorer l'hyperglycémie postprandiale. *Chemical Communications*, 55 (1), pp. 39 - 42.

Yahia, Y., Benabderrahim, M. A., Tlili, N., Bagues, M., & Nagaz, K. (2020). Bioactive compounds, antioxidant and antimicrobial activities of extracts from different plant parts of two *Ziziphus* Mill. species. *PloS one*, *15* (5), e0232599.

Yanishlieva, N., Pokorný, J., & Gordon, M. (2001). Antioxidants in food: practical applications. *CRC Press*.

Yilmaz, Y. (2006). Nouvelles utilisations des catéchines dans les aliments. *Trends in Food Science & Technology*, *17* (2), 64-71.

Zarga, M. A., Sabri, S., Al-Aboudi, A., Ajaz, M. S., & Sultana, N. (1995). New cyclopeptide alkaloids from *Zizyphus lotus*. *Journal of natural products*, *58* (4), 504-511.

Zhang, Y., Guo, H., Chen, J., & Jianke, L. I. (2005). Effects of juice of fructus *Ziziphi jujubae* on blood lipid level and body function in mice. *Chinese Journal of Tissue Engineering Research*, *9* (3), 247-249.

Zhao, H. X., Zhang, H. S., & Yang, S. F. (2014). Phenolic Compounds and its antioxidant activities in ethanolic extracts from seven cultivars of Chinese jujube. *Food Science and Human Wellness*, *3* (3-4), 183-190.

Zhao, J., Li, S. P., Yang, F. Q., Li, P., & Wang, Y. T. (2006). Simultaneous determination of saponins and fatty acids in *Ziziphus jujuba* (Suanzaoren) by high performance liquid chromatography-evaporative light scattering detection and pressurized liquid extraction. *Journal of Chromatography A*, *1108* (2), 188-194.

Zhao, Z., Liu, M., & Tu, P. (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.

Sites internet

<http://www.le-jardinier.fr/files/2016/09/jujubier.pdf>, consulté en Septembre 2020

<https://www.organicfacts.net/health-benefits/fruit/jujube.html/>, consulté le 25 Septembre 2020

<https://phytotherapie.ooreka.fr/astuce/voir/276120/proprietes-culinaires-et-medicinales-du-jujubier>, consulté le 11 Novembre 2019

<http://www.gazon-magique.com/le-jujubier-une-plante-aux-multiples-bienfaits/>, consulté le 22 Mars 2019

Résumé

La présente étude a pour objectif d'étudier les propriétés nutritionnelles, antioxydantes et thérapeutiques du fruit de jujubier (*Zizyphus jujuba*). Le jujubier (*Zizyphus jujuba*) est un arbre ou arbuste fruitier appartenant à la famille des Rhamnaceae appelé en Afrique du Nord "Anneb" ou "Sedra" en Berbère "Azouggar". *Zizyphus jujuba* est une plante médicinale nommée jujube abondante dans les régions tropicale et subtropicale et une source importante en micronutriments nécessaires à l'équilibre alimentaire; riche en métabolites primaires tels que l'eau, matières minérales, sucres, lipides (ω_3 , ω_6) et protéines qui jouent un rôle important dans les activités fondamentales de l'organisme végétal comme la croissance et la production et également en antioxydants naturels qui lui confère une grande aptitude à piéger les espèces radicalaires permettant de lutter contre les maladies cardiovasculaires et certains cancers. En outre, les extraits de cette plante sont étudiés pour déterminer leurs contenus en substances bioactives et évaluer leurs activités antioxydantes. Les résultats obtenus par plusieurs auteurs indiquent que *Zizyphus jujuba* est une source de composés bioactifs: composés phénoliques (Rutine, Quercétine, Quercitrine, Catéchine, Épicatéchine, Catéchol, Chlorogénique, Phlorizine, Acide métallique, Acide caféique, Acide coumarique, Acide férulique), flavonoïdes (Flavanoles, Flavonoles, Flavones, Flavanones, Chalcones, Anthocyanidines), tanins (Tanins hydrolysables «galliques et ellagiques» et Tanins condensés), caroténoïdes (α -Carotène, β -Carotène, Lutéine, Lycopène, etc) et vitamines (C et E). Plusieurs études ont montré que les extraits de *Zizyphus jujuba* sont doués d'un potentiel antioxydant important capable d'inhiber l'activité des radicaux libres lui conférant ainsi des propriétés thérapeutiques: propriétés sédatives et hypnotiques, anticancéreuses, anti-ulcérogénique, antidiabétiques, antimicrobiennes, anti-inflammatoires et antioxydantes.

Mots clés: *Zizyphus jujuba*; Propriétés nutritionnelles; Antioxydants; Propriétés antioxydantes; Propriétés thérapeutiques.

Abstract

The objective of this study is to study the nutritional, antioxidant and therapeutic properties of jujube fruit (*Zizyphus jujuba*). The jujube tree (*Zizyphus jujuba*) is a fruit tree or shrub belonging to the Rhamnaceae family called in North Africa "Anneb" or "Sedra" in Berber "Azouggar". *Zizyphus jujube* is a medicinal plant called jujube abundant in tropical and subtropical regions which an important source of micronutrients necessary for a balanced diet; rich in primary metabolites such as water, minerals, sugars, lipids (ω_3 , ω_6) and proteins which play an important role in the fundamental activities of the plant organism such as growth and production and also in natural antioxidants which gives it a great ability to trap radical species making it possible to fight against cardiovascular diseases and certain cancers. In addition, the extracts of this plant are studied to determine their content in bioactive substances and to assess their antioxidant activities. The results obtained by several authors indicate that *Zizyphus jujuba* is a source of bioactive compounds: phenolic compounds (Rutin, Quercetin, Quercitrin, Catechin, Epicatechin, Catechol, Chlorogenic, Phlorizin, Metal acid, Caffeic acid, Coumaric acid, Ferulic acid), flavonoids (Flavanols, Flavonols, Flavons, Flavanons, Chalcones, Anthocyanidins), tanins (hydrolyzable "gallic and ellagic" tanins and condensed tanins), carotenoids (α -Carotone, β -Carotene, Lutein, Lycopene, etc.) and vitamins (C and E). Several studies have shown that *Zizyphus jujuba* extracts are endowed with a significant antioxidant power inhibiting the activity of free radicals, thus giving it therapeutic properties: sedative and hypnotic, anticancer, anti-ulcerogenic, antidiabetic, antimicrobial, anti-inflammatory and antioxidant.

Keywords: *Zizyphus jujuba*; Nutritional properties; Antioxidants; Antioxidant properties; Therapeutic properties.

ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو دراسة الخصائص الغذائية والمضادة للأكسدة والعلاجية لفاكهة العناب (*Zizyphus jujuba*). شجرة العناب (*Zizyphus jujuba*) هي شجرة فاكهة أو شجيرة تنتمي إلى عائلة السدرية تسمى في شمال إفريقيا "العناب" أو "السدرا" في البربر "Azouggar". *Zizyphus jujuba* نبات طبي يسمى العناب متوفر بكثرة في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية ومصدر مهم للمغذيات الدقيقة الضرورية لنظام غذائي متوازن وغني بالمستقلبات الأولية مثل الماء والمعادن والسكريات والدهون (ω_3 ، ω_6) البروتينات التي تلعب دوراً مهماً في الأنشطة الأساسية للكائن النباتي مثل النمو والإنتاج وأيضاً في مضادات الأكسدة الطبيعية التي تمنحه قدرة كبيرة على اصطياذ الأنواع الجذرية ومحاربة أمراض القلب والأوعية الدموية وبعض أنواع السرطان. بالإضافة إلى ذلك، تمت دراسة مستخلصات هذا النبات لتحديد محتواها من المواد النشطة بيولوجياً ولتقييم أنشطتها المضادة للأكسدة. تشير النتائج التي حصل عليها العديد من المؤلفين إلى أن *Zizyphus jujuba* هو مصدر للمركبات النشطة بيولوجياً: المركبات الفينولية (روتين، كيرسيتين، كيرسيتينين، كيرسيتينين، كاتشين، إبيكاتشين، كاتيكول، كلوروجينيك، فلوريزين، حمض معدني، حمض الكافيك، حمض الكوماريك، حمض الفيروليك)، الفلافونويد (فلافانول، فلافونول، فلافون، فلافونون، شالكون، أنثوسيانيدينز)، التانينات (التانينات القابلة للتحلل "الغاليك واليلاجيك" والعفص المكثف)، الكاروتينات (ألفا كاروتون، كاروتين، لوتين، لايكوبين، إلخ) وفيتامين (C و E). أظهرت العديد من الدراسات أن مستخلصات العناب *Zizyphus jujuba* تتمتع بخصائص مضادة للأكسدة كبيرة قادرة على تثبيط نشاط الجذور الحرة، مما يمنحها خصائص علاجية: مهدئ ومنوم، مضاد للسرطان، مضاد للتقرح، مضاد لمرض السكر، خواص مضادة للميكروبات، مضاد للالتهابات ومضادات الأكسدة.

كلمات مفتاحية: *Zizyphus jujuba*؛ الخصائص الغذائية؛ مضادات الأكسدة؛ خصائص مضادات الأكسدة؛ الخصائص العلاجية.