

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة امحمد بوقرة بومرداس  
Université M'hamed Bougara Boumerdès



Faculté des Sciences  
Département de Biologie

Mémoire de projet de fin d'études en vue de l'obtention du Diplôme de  
MASTER

**Domaine** : Sciences de la Nature et de la Vie  
**Filière** : Sciences biologiques  
**Spécialité** : Biochimie appliquée

# Thème

**Caractérisation physico-chimique et évaluation de quelques  
activités biologiques du *Ziziphus lotus* et des dattes**

Présenté par :

M<sup>elle</sup> BENFATTOUM Safia et M<sup>elle</sup> TIACHADINE Lidia

Soutenue le 23/09/2020 devant le jury :

M<sup>me</sup> REZKALLAH N.

M<sup>r</sup> BENMOULOUD A.

M<sup>me</sup> MAAMERI S.

M<sup>me</sup> HALLI L.

MAA (UMBB)

MCB (UMBB)

MCB (UMBB)

CRD (Saidal, Alger)

Présidente

Promoteur

Examinatrice

Co-Promoteur

2019-2020

## Avant propos

L'arbre sidra a un grand statut dans l'Islam, comme il a été dans le saint coran quatre fois alors que Dieu tout-puissant l'a honoré en plaçant sidra al-Muntaha dans les plus hauts rangs du ciel sur le Trône du très Miséricordieux, où Dieu Tout-puissant a dit :

(وَلَقَدْ رَأَاهُ نَزَّلَةً أُخْرَىٰ عِنْدَ سِدْرَةِ الْمُنْتَهَىٰ عِنْدَهَا جَنَّةُ الْمَأْوَىٰ) (النجم/15 - 13)  
(فَاعْرَضُوا فَأَرْسَلْنَا عَلَيْهِمْ سَيْلَ الْعَرِمِ وَبَدَّلْنَاهُمْ بِجَنَّتَيْهِمْ جَنَّتَيْنِ ذَوَاتِیْ أَكْلِ خَمْطٍ وَأَثَلٍ وَشَيْءٍ مِّن سِدْرٍ قَلِيلٍ) (سبأ/ 16)  
(إِذْ يَعْشَى السِّدْرَةَ مَا يَعْشَى) (النجم/16)  
(فِي سِدْرٍ مَّخْضُودٍ) (الواقعة/28)

Les dattes constituaient un aliment fondamental pour les musulmans.

قال الله تعالى: (وَهَزِيْ إِلَيْكَ بِجِذْعِ النَّخْلَةِ تُسْقِطُ عَلَيْكَ رَطْبًا جَنِيًّا) (مريم/ 23)

Les dattes ne sont pas bénéfiques seulement après la naissance mais aussi avant la naissance. En effet, Allah, a demandé à Marie, mère du prophète Issa (عليهما السلام) de manger les dattes.

قال رسول الله صلى الله عليه وسلم: "من تصبّح كل يوم بسبع تمرات عجوة لم يضره في ذلك اليوم سم ولا سحر"  
« Celui qui commence sa journée par manger sept dattes ne sera lésé ni par un poison ni par un envoûtement. »

وعن عائشة رضي الله عنها أنها قالت: قال رسول الله صلى الله عليه وسلم : "لا يجوع أهل بيت عندهم التمر"  
Les occupants d'une maison qui ne contient pas des dattes ont toujours faim Rapporté par Mouslim.]

De plus, le prophète (صلى الله عليه وسلم) recommandait à ses compagnons de mâcher les dattes et les faire goûter aux nouveau-nés

عن أبي موسى رضي الله عنه قال: ولد لي غلام فأتيت به النبي صلى الله عليه وسلم فسماه إبراهيم فحنكه بتمره ودعاه بالبركة

Je venais d'avoir un enfant. Je le portai au Prophète qui lui donna le nom d'Ibrâhîm. Le Prophète mâcha une datte, puis la prit entre ses doigts et en frota l'intérieur de la bouche du bébé. ».

## **Remerciements**

*Nous remercions en premier lieu **ALLAH** le tous puissant de nous avoir illuminé  
et ouvert les portes du savoir,  
et de nous avoir donné la volonté et le courage, la puissance et la patience pour accomplir ce  
modeste travail.*

*Nos profonds remerciements s'adressent en premier lieu à notre promoteur  
**M<sup>r</sup> BENMOULOU** **Abdelouafi** Maitre de conférences B à l'UMBB  
pour avoir accepté de nous encadrer avec bienveillance,  
pour son aide, ses précieux conseils, sa confiance, sa patience, ses encouragements pendant  
les moments les plus difficiles.*

*Vraiment merci pour une qualité d'encadrement si sérieuse et si consistante.*

*Nous adressons également nos vifs remerciements à **M<sup>me</sup> REZKALLAH N.**  
Maitre assistante à l'UMBB  
qui nous a fait l'honneur en acceptant de présider le jury de mémoire.*

*Nous exprimons nos vifs remerciements à **M<sup>me</sup> MAAMERI S.**  
Maitre de conférences B à l'UMBB  
pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant de faire partie de ce jury et  
d'examiner ce mémoire.*

*Nous témoignons notre gratitude également à **M<sup>me</sup> HALLI L.**  
Responsable de laboratoire d'Analyse Biologique (Saidal, Alger).*

*Nous témoignons notre reconnaissance également à **M<sup>r</sup> GANA** et à tout le personnel du CRD,  
Sonatrach, Boumerdes.*

*Nos sincères remerciements et gratitudes s'adressent à l'ensemble des enseignants du  
Département de Biologie et spécialement de notre spécialité  
Biochimie appliquée.*

*A tous nos ami(e)s.*

*A tous les étudiant(e)s de Master II Biochimie appliquée  
de la promotion 2019/2020.*

*A toute personne qui a participé de près ou de loin, directement ou indirectement dans la  
préparation de ce modeste travail.*

## *Dédicace*

*J'ai le grand honneur de dédier ce travail :*

*Au bon Dieu qui m'a donné la force et le courage de continuer et qui m'a éclairé le chemin tout le long de ma vie.*

*A ceux qui m'ont donnée la vie, la lumière de mes yeux « mes très chers parents » qui m'ont entourée de leur amour, leur soutien et leur affection et qui m'ont énormément aidée pour ma réussite. Avec toute ma fidélité et tout mon amour pour vous, mes parents, je ne pourrai jamais égaler votre mérite et je prie Dieu de me les protéger.*

*A mes très chères sœurs WISSAM et AMIRA.  
A mes très chers frères AMINE et ABDEALLAH.*

*A la mémoire de mon grand père qui est le deuxième amour après mon père. Tu es loin mais toujours présent dans mon cœur. Que dieu vous accepte dans ses vastes paradis.*

*Egalement à mes Grands-mères, grand-père.  
A mes oncles, mes tantes, cousins, cousines et toute ma famille sans exception.*

*A ma chère binôme : SAFIA  
La personne qui me comprend et qui n'hésite pas de me donner de l'aide et avec laquelle j'ai passé des moments agréables. Merci pour ta patience et pour tout.*

*A tous mes amies et à toute personne que j'aime et qui m'aime.  
Aux deux personnes qui m'ont donnée de l'aide afin d'accomplir ce travail : NAWAL et NOURA.*

*Toute la promotion de biochimie appliquée 2019-2020.*

*A toute personne m'ayant aidé ou soutenue.*

*Lidia*

## *Dédicace*

*A l'aide d'ALLAH tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie,  
j'ai pu réaliser ce travail que je dédie :*

### *♥ A mes chers parents ♥*

*Aucune dédicace, aucun mot, ne saurait exprimer réellement, mon  
profond amour, mon respect et ma reconnaissance pour tous les  
sacrifices que vous avez prodigué pour ma formation et ma réussite.*

*Vous n'avez jamais cessé de m'encourager et de me soutenir, votre  
amour m'a donné la volonté pour aller plus toujours en avant.*

*Maman Papa, vous êtes pour moi, tout ce que j'ai de plus cher au  
monde. Merci pour tout ce que vous faites pour moi. A mes yeux, vous  
êtes le symbole de la générosité, de la tendresse et du savoir.  
Qu'ALLAH tout puissant, vous procure santé, bonheur et longue vie.*

### *♥ A mes chères sœurs et chers frères ♥*

*Merci pour votre soutien, aides, conseils, encouragements et tendresse.  
Je vous souhaite un avenir radieux, plein de bonheur, de succès, de  
réussite et de sérénité.*

### *♥ A mon compagnon de vie Sidali ♥*

*Merci pour votre soutien moral, patience et encouragements.  
Des mots ne pourront jamais exprimer la profondeur de mon respect,  
ma considération, ma reconnaissance et mon amour éternel.*

### *♥ A tous les membres de ma famille ♥*

*Mon affection et ma tendresse les plus sincères.*

### *♥ A mon binôme ♥*

*Lidia, je suis très heureuse de la connaître et de travailler avec elle.*

### *♥ A mes très chères amies ♥*

*Qui ont cru en moi et qui ont toujours m'encouragé. Je vous dédie ce  
travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.*

*A toutes personnes qui ont affectés ma vie par un geste ou une parole  
A toute personne qui m'accordé aide ou conseil*

*Safia*



## Liste des Abréviations

<b>QE</b>	: Quercétine Equivalents
<b>IC50</b>	: Concentration inhibitrice de 50% d'hémolyse
<b>DPPH</b>	: 1,1-Di Phenyl-2-Picryl Hydrazyl.
<b>OMS</b>	: Organisation Mondiale de la Santé
<b>MS</b>	: Matière Sèche
<b>M</b>	: Masse
<b>P</b>	: Poids
<b>EAG</b>	: Equivalent Acide Gallique

---

# *INDEX DES FIGURES*

---

## Index des figures

N°	Titre des figures	Page
<b>01</b>	Squelette de base des composées phénoliques (Girotti-Chanu, 2006)	<b>3</b>
<b>02</b>	Les principaux acides phénoliques (Macheix et <i>al.</i> , 1990)	<b>4</b>
<b>03</b>	Structure de base des flavonoïdes (Pokorny et <i>al.</i> , 2001)	<b>4</b>
<b>04</b>	Structure des tanins hydrolysables (a) et condensés (b) (Bruneton, 1999)	<b>5</b>
<b>05</b>	Structure chimique des coumarines (O’Kennedy et Thornes, 1997)	<b>5</b>
<b>06</b>	Structure des alcaloïdes : céphéline et émétine (Bruneton, 1999)	<b>6</b>
<b>07</b>	Principaux squelettes stéroïdiques (Martin, 2004)	<b>7</b>
<b>08</b>	Principaux squelettes triterpéniques (Martin, 2004)	<b>8</b>
<b>09</b>	<i>Zizyphus lotus L</i> de la région de Béni Abbès, Bécharr (photo originale, 2020)	<b>13</b>
<b>10</b>	Feuilles, fleurs et fruits de <i>Zizyphus lotus L</i> (Filali, 2017)	<b>13</b>
<b>11</b>	Coupe longitudinale d’une datte (Al-Shwyeh, 2019)	<b>17</b>
<b>12</b>	Différents stades d’évolution des dattes (Al-Shwyeh, 2019)	<b>17</b>
<b>13</b>	La datte Deglet Nour	<b>19</b>
<b>14</b>	La datte Ghars (a) et datte sèche (b)	<b>20</b>
<b>15</b>	Composition biochimique globale de la datte (Sawaya et <i>al.</i> , 1983)	<b>20</b>
<b>16</b>	Le schéma général de la procédure expérimental	<b>27</b>
<b>17</b>	Principe de la réduction du réactif de Folin Ciocalteu (Singleton et Rossi, 1965)	<b>30</b>
<b>18</b>	Réaction du Chlorure d’Aluminium avec les flavonoïdes (Ribéreau, 1968)	<b>31</b>
<b>19</b>	Structure du DPPH avant et après la réaction avec un antioxydant	<b>31</b>



---

*INDEX DES TABLEAUX*

---

## Index des tableaux

<b>N°</b>	<b>Titre des tableaux</b>	<b>Page</b>
<b>I</b>	Pourcentage de la composition en métabolite primaire de <i>Zizyphus lotus</i> (Chouaibi, 2011)	<b>2</b>
<b>II</b>	Teneur en eau de quelques variétés de dattes Algériennes (Bessas et <i>al.</i> , 2008)	<b>21</b>
<b>III</b>	Teneur en sucres de quelques variétés Algériennes (Belguedj, 2002)	<b>21</b>
<b>IV</b>	Composition moyenne en acides aminés de la datte sèche (Favier et <i>al.</i> , 1993)	<b>22</b>
<b>V</b>	Composition en éléments minéraux en matière sèche de la datte en mg / 100 g (Elleuch et <i>al.</i> , 2008)	<b>23</b>
<b>VI</b>	Composition vitaminique des dattes (Favier et <i>al.</i> , 1993)	<b>23</b>
<b>VII</b>	Principaux pigments colorés se trouvant dans les dattes (Barreveld, 1993)	<b>24</b>
<b>VIII</b>	Composition des noyaux de dattes en % de matière sèche (Munier, 1973)	<b>25</b>
<b>IX</b>	Distribution et contenu des composés biochimiques vitamines et minéraux dans la pulpe des jujubes et dattes (Benidir et <i>al.</i> , 2020)	<b>33</b>

# Sommaire

<b>Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>Etude bibliographique.....</b>	<b>2</b>
<b>I. Composition biochimique.....</b>	<b>2</b>
I.1. Métabolites primaires.....	2
I.2. Métabolites secondaires.....	2
I.2.1. Polyphénols.....	2
I.2.2. Coumarines.....	5
I.2.3. Composés azotés .....	6
I.2.4. Composés isoprénoïdes.....	7
I.2.5. Saponines.....	7
I.2.6. Huiles essentielles.....	8
<b>I.3. Activités biologiques de <i>Zizyphus lotus</i>.....</b>	<b>9</b>
I.3.1. Activité antidiabétique.....	9
I.3.2. Activité anti-inflammatoire et analgésique.....	9
I.3.3. Activité anti-ulcérogène et gastro protectrice.....	9
I.3.4. Activité anti-fongique et anti-mollusque.....	10
I.3.5. Activité anti-microbienne.....	10
I.3.6. Activité antioxydante.....	10
I.3.7. Autres activités.....	10
<b>I.4. Le diabète et le stress oxydatif.....</b>	<b>11</b>
<b>II. Présentation de <i>Zizyphus lotus</i>.....</b>	<b>12</b>
<b>II.1 Répartition géographique.....</b>	<b>12</b>
<b>II.2. Nomenclature et taxonomie.....</b>	<b>12</b>
II.2.1. Nomenclature .....	12
II.2.2. Taxonomie de l'espèce.....	12
<b>II.3. Aspect botanique de <i>Zizyphus lotus</i>.....</b>	<b>13</b>
II.3.1. Description botanique de la plante.....	13
II.3.2. Culture et sol .....	14
II.3.3. Récolte .....	14
<b>II.4. Différentes utilisations de <i>Zizyphus lotus</i> .....</b>	<b>14</b>
II.4.1. Utilisation alimentaire.....	14
II.4.2. Utilisation médicinale .....	14
II.4.3. Autres utilisations .....	15
<b>III. Généralités sur les dattes.....</b>	<b>16</b>
<b>III.1. Répartition géographique du palmier dattier.....</b>	<b>16</b>
<b>III.2. Description de la datte.....</b>	<b>16</b>
<b>III.3. Morphologie de la datte .....</b>	<b>16</b>
<b>III.4. Formation et maturation de la datte.....</b>	<b>17</b>

<b>III.5. Classification de la datte selon la consistance</b> .....	18
<b>III.6. Variétés de dattes</b> .....	18
III.6.1. Deglet Nour.....	18
III.6.2. Variétés communes .....	19
III.6.2.1. Ghars.....	19
III.6.2.2. Dagla Beida.....	19
III.6.2.3. Mech Degla.....	19
<b>III.7.Composition biochimique de la datte</b> .....	20
III.7.1. Composition biochimique de la partie comestible (pulpe) .....	20
III.7.2. Composition biochimique de la partie non comestible "Noyau " .....	25
<b>III.8. Caractéristiques physicochimiques des dattes</b> .....	25
III.8.1. Teneur en eau.....	25
III.8.2. pH.....	25
III.8.3. Acidité.....	25
<b>III.9. Valeur nutritionnelle des dattes</b> .....	25
<b>III.10. Différentes utilisations des dattes</b> .....	26
III.10.1. Utilisations alimentaires.....	26
III.10.2. Utilisations médicinales .....	26
<b>Matériel et Méthodes</b> .....	27
<b>I. Caractérisation physico-chimique</b> .....	27
I.1. Détermination du pH .....	25
I.2 Teneur en eau.....	27
I.3. Détermination de la conductivité électrique.....	28
I.4. Viscosité.....	28
I.5. Détermination de la teneur en sucres totaux.....	28
I.6. Protéines.....	29
I.7. Détermination de la teneur en lipides.....	29
<b>II. Analyse quantitatif des composés phénoliques</b> .....	30
II.1. Dosage des polyphénols .....	30
II.2. Dosage des flavonoïdes.....	30
<b>III. Activité antioxydante</b> .....	31
III.1. Test au DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle) .....	31
<b>Discussion</b> .....	32
I. Analyse physicochimique de <i>Zizyphus lotus</i> et des dattes (Deglet Nour).....	32
II. Composés phénoliques.....	34
III. Activité antioxydante.....	35
<b>Conclusion</b> .....	37
<b>Références bibliographiques</b> .....	38
<b>Résumés</b>	

---

# *INTRODUCTION*

---

## Introduction

Les plantes renferment une large variété de molécules chimiques (peptides, terpènes, polyphénols, alcaloïdes...) de propriétés physico-chimiques très différentes et qui présentent une large variété d'activités biologiques. Il est par ailleurs, aujourd'hui reconnu que les plantes constituent une source importante de molécules bioactives (**Michel, 2011**).

Une relation positive entre les aliments et la santé a conduit à plusieurs recherches scientifiques pour trouver l'importance des aliments ou des ingrédients alimentaires sur des fonctions corporelles spécifiques. L'expression "aliments fonctionnels" désigne les aliments ayant des fonctions utiles. Ils sont considérés comme des thèmes les plus importants de la recherche et de l'innovation dans l'industrie alimentaire (**Canja et al., 2016**).

La flore Algérienne est caractérisée par sa diversité florale: Méditerranéenne, saharienne et une flore paléo-tropicale appartenant à plusieurs familles botaniques (**Belmekki, 2009**). Actuellement, plusieurs études confirment que les molécules bioactives issues des ressources naturelles des régions arides sont riches en antioxydants naturels et dotés d'effets thérapeutiques ou préventifs.

Le jujube sauvage *Ziziphus lotus* (L.) Lam, est un arbuste vivace dominant dans les régions arides et les champs de sable stabilisés du Sahara (**Krishna et al., 2014**). Des études antérieures ont révélé que le jujube contient divers constituants, notamment les acides triterpéniques, les flavonoïdes, les cérébrosides, acides aminés, acides phénoliques, constituants minéraux, et polysaccharides (**Li et al., 2007 ; Huang et al., 2008 ; Zhao et al., 2008 ; Pawlowska et al., 2009 ; Choi et al., 2011 ; Gao et al., 2011**). En outre, le *Ziziphus lotus* a une teneur précieuse en antioxydants qui sont capables de l'activité des radicaux libres (**Ait Abderrahim et al., 2019**).

Les dattes sont particulièrement riches en glucides et en éléments minéraux notamment en K, Ca et Mg, les fibres diététiques et vitamines (**El-Nagga et Abd El-Tawab, 2012**). En effet, des macromolécules et d'autres micronutriments essentiels : les flavonoïdes, les composés phénoliques et les anthocyanines sont également présents dans la datte (en raison de ses antioxydants, la datte est utilisée pour le traitement de l'hypertension, diabète et cancer) (**Al Harthi et al., 2015**).

Le jujubier fait partie, avec la datte, le raisin sec et la figue sèche, des quatre fruits pectoraux. Il est utilisé dans la médecine traditionnelle chinoise pour sa haute valeur nutritionnelle et présente diverses activités biologiques y compris les activités anti-inflammatoires, antibactériennes, anxiolytiques, antiulcéreuses, immunostimulantes et antioxydantes (**Wang et al., 2013**).

Après de brefs rappels bibliographiques sur les caractéristiques biochimiques et propriétés biologiques du jujubier *Ziziphus lotus* et des dattes, nous présenterons la partie matériel et méthodes suivie par une discussion à la lumière de la littérature et enfin une conclusion générale clôturera ce mémoire.

---

*RAPPELS*  
*BIBLIOGRAPHIQUES*

---

## I. Composition biochimique

La plante est le siège d'une activité métabolique aboutissant à la synthèse des métabolites primaires et secondaires (**Hartmann, 2007**).

Les plantes synthétisent de nombreux composés appelés métabolites primaires qui sont indispensables à leur existence. Ceux-ci englobent des protéines, des lipides et des hydrates de carbone qui servent à la subsistance et à la reproduction, non seulement de la plante elle-même mais encore des animaux qui s'en nourrissent. De plus, les plantes synthétisent une gamme extraordinaire d'autres composés appelés métabolites secondaires dont la fonction est loin de faire l'unanimité. De nombreux métabolites secondaires sont des « antibiotiques » au sens large, car ils protègent les plantes contre les champignons, les bactéries, les animaux et même les autres plantes (**Cox et Balick, 1994**).

### I.1. Métabolites primaires

Les études photochimiques menées sur le *Zizyphus lotus* montrent la présence des métabolites primaires (**Catoire et al., 1999**). Le tableau indique le pourcentage des différents métabolites primaires dans le *Zizyphus lotus*.

La pulpe de jujube séchée peut avoir une valeur alimentaire peut dépasser 300 calories pour cent grammes (**Catoire et al., 1999**).

**Tableau I.** Pourcentage de la composition en métabolite primaire de *Zizyphus lotus* (**Chouaibi, 2011**)

Métabolite	Pourcentage (%)
Protéines	19,11
Carbohydrates	40,87
Lipides	32,92

### I.2. Métabolites secondaires

Les métabolites secondaires sont des molécules ayant une répartition limitée dans l'organisme de la plante. Ils sont nécessaires à sa défense contre les agressions extérieures.

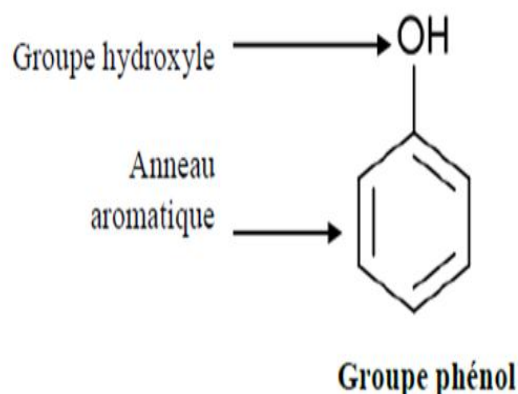
Les dattes sont également enrichies d'antioxydants naturels tels que les acides phénoliques, flavonoïdes, tannins et anthocyanes (**Oni et al., 2015**).

#### I.2.1. Polyphénols

Les polyphénols sont des molécules synthétisées par les végétaux lors du métabolisme secondaire pour se défendre contre les agressions environnementales. Ils sont localisés dans différentes parties des plantes selon l'espèce végétale et le groupe polyphénolique considérés. Ces composés regroupent une multitude des molécules et représentent l'un des groupes les plus importants présents dans le règne végétal.

Comme définition, les polyphénols sont des composés phénoliques hydrosolubles (**Figure 1**), de poids moléculaire compris entre 500 et 3000 Dalton, et ayant, outre les propriétés habituelles des phénols, la capacité de précipiter les alcaloïdes, la gélatine et autres protéines (**Hagerman et al., 1998 ; Sarni-Manchado et Cheynier, 2006**).

Le jujube contient des phénols, des flavonoïdes et des tannins ce qui explique leur forte activité antibactérienne (**Rsaissi et Bouhache, 2002**).



**Figure 1.** Squelette de base des composés phénoliques (**Girotti-Chanu, 2006**)

### **I.2.1.1. Acides phénoliques**

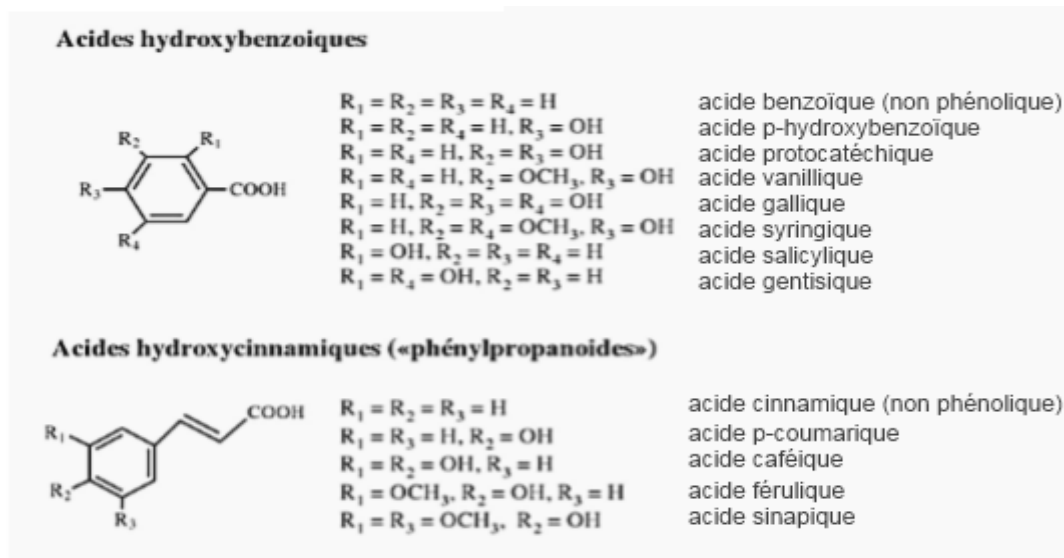
Les acides phénoliques peuvent être divisés en deux groupes : les acides benzoïques et des acides cinnamiques et leurs dérivés.

Les acides benzoïques ont sept atomes de carbone et sont les plus simples des acides phénoliques présents dans la nature.

Les acides cinnamiques ont neuf atomes de carbone. Ces substances sont caractérisées par un noyau benzénique, un groupe carboxylique et un ou plusieurs groupes hydroxyles et/ou méthoxyles dans la molécule (**Yang et al., 2001**).

L'acide p-hydroxybenzoïque est le composé phénolique dominant dans la pulpe et la graine du jujube, même dans le jujube entier, avec 51,7 ; 47,7 et 25,0 % du contenu total de la pulpe, des graines, et jujube entier, respectivement, tandis que p-coumarique, cinnamique, et les acides chlorogéniques sont présents en grande quantité dans la peau.

Les acides hydroxybenzoïques comprennent l'acide protocatéchuique et l'acide gallique dans le jujube. Les acides caféique, p-coumarique, cinnamique et férulique sont des acides hydroxycinnamiques présents dans le jujube (**Wang et al., 2013**).

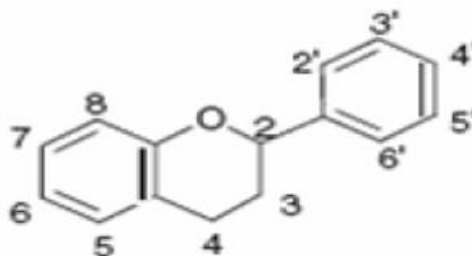


**Figure 2.** Les principaux acides phénoliques (Macheix et al., 1990)

### I.2.1.2. Flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des composés naturels qui constituent un groupe majeur de polyphénols. Ils sont caractérisés par leur structure aromatique C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub> (Figure 3), et qui contiennent les flavones, les flavonoles, les isoflavones, les flavonones et les chalcones. Ils sont considérés comme des pigments quasi universels des végétaux, dont plusieurs sont responsables de la couleur vive des fleurs, des fruits et des feuilles. Le fruit de *Zizyphus lotus* est riche en flavonoïdes (Borgi et al., 2008).

On trouve différents types de flavonoïdes tels que les flavonoles et les flavan-3-ols dans les fruits de jujube (Gao et al., 2011).



**Figure 3.** Structure de base des flavonoïdes (Pokorny et al., 2001)

### I.2.1.3. Tanins

Le terme « tannin » ou « tanin » vient de la source de tanins utilisée 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).

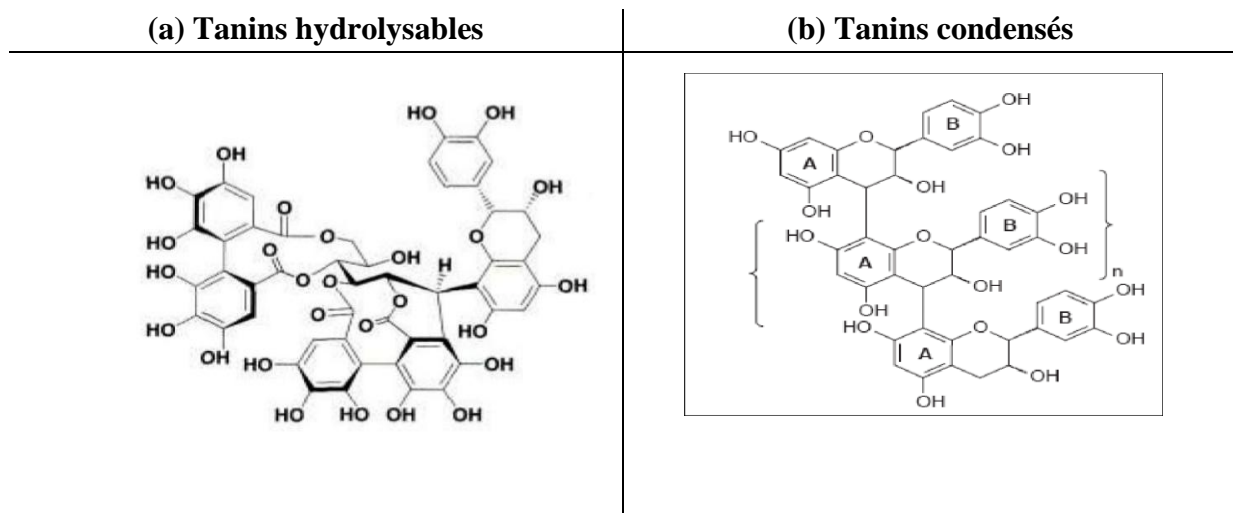
Les tanins sont définis comme des composants polyphénoliques dont le poids moléculaire est compris entre 500 et 3000 Dalton (Selvakumar et al., 2007).

Les tanins peuvent être divisés selon **Scalbert (1991)** en deux groupes :

Les tanins hydrolysables : appelés 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 4a**).

Les tanins condensés : 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-3ols, dont l'union se fait par des liaisons carbone – carbone (**Harborne, 1989**) (**Figure 4b**).

Les jus riches en fruits de jujube sont en moyenne surchargés en tanins condensés (2,1 mg/l) et tanins hydrolysables (359,5 mg/l) (**Benidir et al., 2020**).



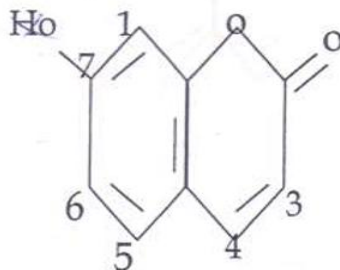
**Figure 4.** Structure des tanins hydrolysables (a) et condensés (b) (**Bruneton, 1999**)

### I.2.2. Coumarines

Les coumarines sont plus répandues dans le règne végétal et elles possèdent des substitutions (OH ou OCH<sub>3</sub>) en position 6 et 7 (**Figure 5**). Ils sont considérés en premier approximation comme étant des lactones des acides O-hydroxy-Zcinamiques. Ce sont des dérivés de la benzo  $\alpha$ -pyrone (**O'Kennedy et Thornes, 1997**).

Leurs propriétés sont très diverses, les plus connus : vasodilatateur, fluidification du sang et effets bénéfiques en cas d'infections cutanées.

Les jujubes contiennent également des coumarines (**Griffiths et Lawes, 2006**).

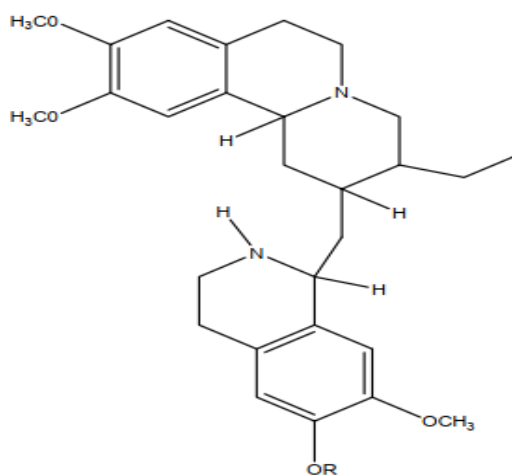


**Figure 5.** Structure chimique des coumarines (**O'Kennedy et Thornes, 1997**)

### I.2.3. Composés azotés (Alcaloïdes)

Les alcaloïdes sont des composés organiques azotés et basiques tirés d'un végétal et existent sous forme de sels (citrate, tétrahydro, benzoate) ou d'une combinaison avec les tannins, leur masse moléculaire varie de 100 à 900 g/mole. Ils sont solubles dans les solvants organiques apolaires ou polaires et solubles dans les solutions hydro alcooliques (**Figure 6**) (**Bruneton, 1999**).

Les alcaloïdes sont utilisés en médecine, par exemple la morphine supprime la douleur ; la «quinone» est un remède contre le paludisme, précisons enfin que la nicotine est un insecticide puissant. Environ 20% des espèces de plantes produisent les alcaloïdes. Ces plantes les utilisent pour la plupart d'entre eux dans leurs système de défense contre les herbivores et les pathogènes car ces composés sont toxiques (**Memellink, 2001**).



R=H céphéline (*Spermacoe verticillata*)  
R=CH<sub>3</sub> émétine (*Spermacoe verticillata*)

**Figure 6.** Structure des alcaloïdes : céphéline et émétine (**Bruneton, 1999**)

#### I.2.3.1. Classification des alcaloïdes

Selon leur composition chimique et surtout leur structure moléculaire, les alcaloïdes peuvent être divisés en plusieurs groupes (**Badiaga, 2011**) :

- Phénylalanines : capsaïcine du piment, colchicine du colchique;
- Alcaloïdes isoquinoléiques : morphine, éthylmorphine, codéine et papavérine contenues dans l'opium du pavot;
- Alcaloïdes indoliques: ergométrine, ergotamine, ergotoxine de l'ergot des céréales;
- Alcaloïdes quinoléiques : tige feuillée de la rue commune ;
- Alcaloïdes pyridiques et pipéridiques: ricinine du ricin, trigonelline du fenugrec, conine (poison violent) de la ciguë;
- Alcaloïdes dérivés du tropane : scopolamine et atropine de la belladone;
- Alcaloïdes stéroïdes : racine de véatrate, douce-amère ou aconite (aconitine).

### I.2.4. Composés isoprénoïdes

Les stéroïdes, les stérols et les terpénoïdes représentent le plus vaste ensemble de métabolites secondaires des végétaux et constituent le principe odoriférant de ces derniers. Cette odeur est due à la libération des molécules volatiles contenant 10, 15 ou 20 atome de carbone (**Bruneton, 1999**).

Il n'y a pas de différence fondamentale entre les tri terpènes et les stéroïdes, ces derniers pouvant être regardés comme des terpènes tétra cycliques qui ont perdu, au maximum trois méthyles (**Mahato, 1992**).

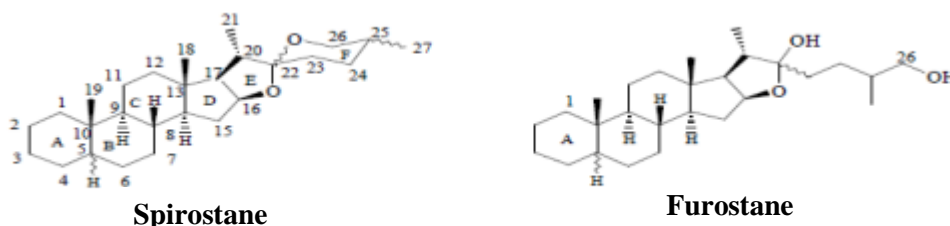
### I.2.5. Saponines

Le nom saponine dérive du mot latin «sapo», qui signifie savon, car ces composés peuvent former une mousse persistante une fois agités avec de l'eau. Ils se composent d'aglycones non polaires liés à un ou à plusieurs sucres. Cette combinaison d'éléments structuraux polaires et non polaires explique leur aspect moussant en solution aqueuse. Les saponines sont des métabolites secondaires hétérosidiques présents dans de nombreuses plantes et quelques organismes marins ou ils auraient un rôle de défense contre des agents pathogènes (champignons, bactéries...) (**Kone, 2009**).

#### I.2.5.1. Classification des saponines

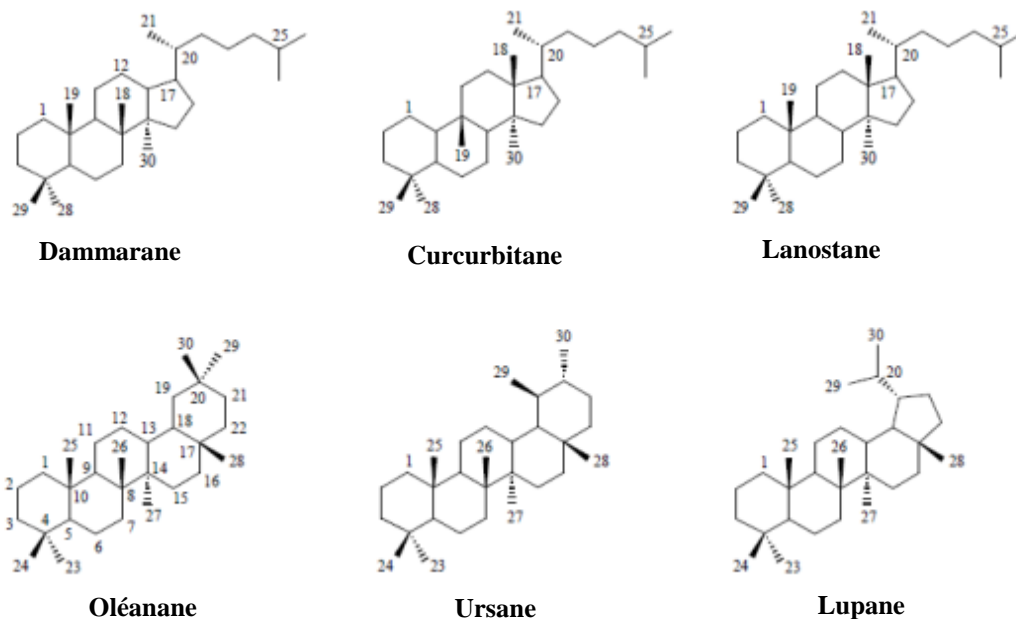
Les saponines sont des molécules possédant une partie hydrophile constituée d'oses et une partie lipophiles communément appelé génine (aglycone ou sapogénine). Ces hétérosides classées en deux groupes selon la nature de leur génine qui peut être stéroïdiques, soit triterpénique (**Martin, 2004**).

Les saponines stéroïdiques sont pour la plus part présents chez les angiospermes monocotylédones et rarement chez les dicotylédones. Leur génine, dont plus d'une centaine est connue, est constitué d'un squelette à 27 atomes de carbone. Deux principaux types existent, hexacyclique (spirostane) ou pentacyclique (furostane) (**Figure 7**) (**Martin, 2004**).



**Figure 7.** Principaux squelettes stéroïdiques (**Martin, 2004**)

Les saponines triterpéniques sont principalement trouvées chez les Angiospermes Dicotylédones. Leurs génines sont à 30 atomes de carbone et elles sont soit tétracyclique, soit pentacyclique (**Figure 8**), (**Martin, 2004**).



**Figure 8.** Principaux squelettes triterpéniques (Martin, 2004)

### I.2.6. Huiles essentielles

Les huiles essentielles sont généralement considérées comme des composés volatiles, qui sont facilement solubles dans l'alcool, l'éther et les huiles végétales et minérales. Elles sont souvent supposées être le résultat d'une distillation ou d'un bain de vapeur (Hernandez, 2000). Elles sont également définies comme des mélanges complexes des substances plus ou moins lipophiles obtenues par la distillation ou pressage de plantes. La plupart des composants sont des terpénoïdes (isoprénoïdes), principalement monoterpènes et sesquiterpènes. De plus, ce groupe principal est suivi de composés aromatiques (phénylpropanoïdes) dérivés de la voie du shikimate-chorismate, dérivés de polycétide, hydrocarbures paraffiniques, alcools et cétones, acides gras et enfin composés contenant du soufre et de l'azote (Grassmann, 2003). Aujourd'hui, plus de 3000 huiles ont été isolées et étudiées à partir d'un grand nombre d'espèces végétales, dont plusieurs centaines ont été commercialisées (Sankarikutty et Narayanan, 2003).

#### I.2.6.1. Huiles essentielles du *Zizyphus lotus*

Des études ont rapporté que les huiles de *Zizyphus lotus* sont de haute qualité, en raison de leurs teneurs en acides gras insaturés et autres composés bioactifs tels que les tocophérols, stérols, les composés phénoliques.

La composition des huiles essentielles de fruits varie selon la région de récolte de la plante. Néanmoins, tous les résultats montrent que l'acide oléique est le constituant principal de ces huiles, ainsi que la présence considérable de l'acide linoléique. Cette composition confirme l'intérêt nutritionnel des fruits de *Zizyphus lotus*, ainsi que leur intérêt économique dû à plusieurs applications possibles de ces composants dans les domaines : alimentaire, cosmétique, médicale et industriel. Par ailleurs, la présence des antioxydants tels que les

composés phénoliques et les tocophérols dans ces huiles (**Chouaibi et al., 2011**) indiquant que ces huiles possèdent un effet antioxydant.

Une autre étude concernée de la présentation de l'effet thérapeutique des huiles de *Zizyphus lotus*, montre leur effet immunosuppresseur sur la prolifération des lymphocytes T (**Benammar et al., 2010**).

### **I.3. Activités biologiques de *Zizyphus lotus***

Cette plante est riche en polyphénols, alcaloïdes cyclopeptides, saponines de dammarane, vitamines, minéraux, acides aminés et acides gras polyinsaturés (**Abdoul-Azize, 2013**). Donc les propriétés médicinales de cette plante dépendent de la teneur et la répartition de ces composés dans les différents organes de la plante (**Benammar et al., 2010**).

Plusieurs parties du *Zizyphus lotus* sont administrées en tant qu'agents anti-infections urinaires, cutanées, antimicrobien, antiviraux, anti-diarrhéique, contraceptif, antidiabétique, sédatif et hypnotique, analgésique et immunostimulant (**Glombitza et al., 1994 ; Borgi et al., 2007 ; Benammar et al., 2010**).

#### **I.3.1. Activité antidiabétique**

Les effets hypoglycémiantes du *Zizyphus lotus* indiquent que les extraits aqueux des racines présentent des activités plus efficaces par rapport aux feuilles. Il a été rapporté que la sensibilité à l'insuline était améliorée par la vitamine A grâce à l'activation du récepteur de l'insuline et de la protéine tyrosine phosphatase 1B (**Jeyakumar et al., 2011**).

#### **I.3.2. Activité anti-inflammatoire et analgésique**

Les flavonoïdes et les saponines de l'écorce des racines du *Zizyphus lotus* ont montré une activité anti-inflammatoire significative. Le *Zizyphus lotus* inhibe la production de monoxyde d'azote, cette activité apparaît potentiellement avec l'extrait méthanolique de l'écorce des racines qui est la source possible de l'agent anti-inflammatoire dans la réaction de l'hypersensibilité retardée induite par xazolone.

Les feuilles du *Zizyphus lotus* possèdent des effets analgésiques attribués à leur contenu en principes actifs ; les flavonoïdes et les saponines. Toutes ces activités confirment l'usage traditionnel de cette plante dans certaines maladies inflammatoires et douloureuses (**Borgi et al., 2007**).

#### **I.3.3. Activité anti-ulcérogène et gastro protectrice**

Dans de nombreuses études *in vivo*, les effets protecteurs des extraits aqueux du *Zizyphus lotus* (écorces des racines, feuilles et fruits) administrés par voie orale ont été observés dans les lésions de plusieurs modèles ulcérogènes chez le rat Wistar (**Borgi et al., 2007 ; Bakhtaoui et al., 2014**).

Le *Zizyphus lotus* (les feuilles, l'écorce des racines) possède une importante activité anti-ulcérogénique attribuée à la présence des tanins et des flavonoïdes connus par leur effets gastroprotecteur (**Borgi et al., 2007**).

#### I.3.4. Activité anti-fongique et anti-mollusque

Les différents extraits (éthéré, chloroformique, extrait d'acétate d'éthyle et méthanolique) de *Zizyphus lotus* se sont avérés très actifs *in vitro* vis-à-vis de neuf souches des champignons pathogènes et des mollusques *Balinus truncatus* (hôtes intermédiaires et vecteurs de la transmission de la bilharziose) (Lahlou et al., 2002).

Les champignons filamenteux comme *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*, *Chaetomium cupreum*, *Collectotrichum graminicola*, *Coniphora olivacea*, *Coriolus versicolor*, *Crinepellis perniciosus*, *Fomes annosus*, *Gloeophyllum trabeum*, *Merulius lacrymans*, *Penicillium*, *Poria monticola*, *Trametes hirsuta* et *Trichoderma viride* sont inhibés par les tanins (Chung et Wei, 2001).

#### I.3.5. Activité anti-microbienne

Des études faites par Ghédira et al. (1995) ont montré qu'un alcaloïde de cette plante présente une activité antibactérienne significative. Mais beaucoup de groupes de recherches ont étudié l'activité antimicrobienne des extraits de plantes médicinales telles que *Zizyphus lotus*, ils ont trouvé que ces extraits sont actifs non seulement contre les bactéries (Jürgen et al., 2009). De nombreuses études ont montré l'activité antibactérienne des tanins. Ces molécules ont été rapportées comme bactériostatique ou bactéricide sur plusieurs souches bactériennes, ils ont trouvé que l'acide tannique a inhibé la croissance des bactéries des aliments et des bactéries intestinales humaines comme : *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Pseudo fluorescens*, *Salmonella enteritidis*, et *Salmonella typhimurium* (Chung et Wei, 2001).

#### I.3.6. Activité antioxydante

Les concentrations des différentes vitamines (vitamine A, C et E) et les acides gras des racines, tige, feuilles, pulpe de fruits et de graines de *Zizyphus lotus* sont évaluées l'effet de leurs extraits aqueux sur le statut antioxydant (Benammar, 2010).

#### I.3.7. Autres activités

Cette plante est aussi employée dans le domaine de la nutrition, la santé et la cosmétologie sous plusieurs formes. Certains extraits du jujubier exercent des propriétés immunes modulatrices sur l'activation des cellules T humaines IL-2, et aussi l'expression de l'ARNm (Benammar et al., 2010 ; Abdoul-Azize, 2013).

Ils ont aussi des effets anticancéreux (cancer du sein et cancer du côlon) et modulent la rétention intestinale de plusieurs substances toxiques pour l'alimentation vue sa richesse en acides gras polyinsaturés (l'acide oléique et l'acide linoléique) (Aspenström-Fagerlund et al., 2015).

Les fruits de *Zizyphus lotus* sont décrits comme adoucissant, et entrent dans le traitement de la gorge et les irritations broncho-pulmonaires. De même, la poudre des feuilles sèches et des fruits est appliquée dans le traitement des furoncles (Borgi et al., 2007).

#### I.4. Le diabète et le stress oxydatif

Plusieurs études ont prouvé l'existence d'un lien entre le stress oxydant et le diabète et ses complications. Dans des conditions d'hyperglycémie chronique, plusieurs mécanismes peuvent être responsables de la production de radicaux libres : la voie des polyols, la glycosylation non enzymatique des protéines, la chaîne respiratoire mitochondriale et d'autres mécanismes comme l'auto-oxydation du glucose et l'activation de la NADPH oxydase vasculaire (**Bonnefont-Rousselot, 2004**), contribuent significativement à la production de radicaux libres et induire un stress oxydant.

Le rôle pathogène des radicaux libres sur les cellules  $\beta$  a souvent été évoqué car ces cellules ont des défenses limitées face au stress oxydant (**Rigalleau et al., 2007**). En effet, les espèces réactives de l'oxygène perturbent la sécrétion de l'insuline stimulée par le glucose. Cette diminution se fait par une diminution du rapport ATP/ADP intracytosolique, une hyperpolarisation anormale de la membrane mitochondriale et une surexpression du complexe I de la chaîne respiratoire ce qui conduit à l'apoptose des cellules  $\beta$  et pourrait expliquer la réduction de la masse des cellules  $\beta$  observée dans le diabète de type 2 (**Guillausseau et al., 2008**). Et selon certains auteurs **Bonnefont-Rousselot (2004)**, ces radicaux libres pourraient être aussi à l'origine du diabète de type 1. Il semble aussi que les radicaux libres produits excessivement et insuffisamment dégradés au cours du diabète, participent dans l'instauration et l'aggravation de l'insulinorésistance par activation de voies de signalisation qui mènent à l'inhibition de la cascade de signalisation de l'insuline (**Barquissau et al., 2011**).

## II. Présentation de *Ziziphus lotus*

### II.1. Répartition géographique

Le genre *Ziziphus* qui existe dans les régions tempérées des deux hémisphères, est représenté par près de soixante-cinq espèces différentes. Parmi les espèces, *Ziziphus lotus*, également appelé «Jujubier des Lotophages» ou «Jujubier de Berbérie» pousse sur les rives Sud de la méditerranée jusqu'à l'Afghanistan et surtout en Afrique. *Ziziphus lotus* est cultivé en Sicile et dans le Sud du Portugal, en Espagne (Bross, 2000). Il est très bien adapté à son milieu naturel et supporte des conditions sévères de sécheresse (Bayer et al., 2001). L'aire de répartition du *Ziziphus lotus* L. s'étale sur tout le Nord du Maghreb (Quézel et Santa, 1962). On le rencontre aussi dans les steppes désertiques d'Afrique du Nord et Asie Mineure (Paris et Dillemann, 1960).

En Algérie, le jujubier *Ziziphus lotus* est répandu dans toute l'Algérie sauf le Tell Algéro-Constantinois (Quézel et Santa, 1962).

### II.2. Nomenclature et taxonomie

#### II.2.1. Nomenclature

Le jujubier, de l'arabe *Zizouf* (Belaoued, 1998). Le nom latin du jujubier est *Zizyphus* : désignant l'arbre et son fruit (Couplan, 2000). *Lotus* : désigne des plantes de la famille des légumineuses.

**Nom Arabe:** Sedra ou Sidr (cité dans le Coran), Azar ou N'beg pour le fruit (Bellakhdar, 1997).

**Nom Berbère:** Tazuggwart (Bellakhdar, 1997).

**Noms Français:** Jujubier des Lotophages, Jujubier de Berbérie, Jujubier sauvage.

**Noms Anglais:** Wild jujube, lote jujube.

#### II.2.2. Taxonomie de l'espèce

*Zizyphus lotus* L. appartient à la famille des Rhamnacées. La classification botanique (Quézel et Santa, 1962) de cette espèce est résumée ci-dessous :

Règne	Végétal
Embranchement	Spermatophytes
Sous embranchement	Angiospermes
Sous classe	Dicotylédones
Ordre	Rhamnales
Famille	Rhamnacées
Genre	<i>Zizyphus</i>
Espèce	<i>Zizyphus lotus</i> L. 1789

### II.3. Aspect botanique de *Zizyphus lotus*

#### II.3.1. Description botanique de la plante

Le jujubier *Zizyphus lotus* est un arbuste fruitier, épineux appartenant à la famille des Rhamnacées (**Bamouh, 2002**). Communément appelé en Afrique du Nord "Sedra" (**Borgi et al., 2007**). Il forme des touffes de quelques mètres de diamètres pouvant atteindre 2m de haut (**Figure 9**).

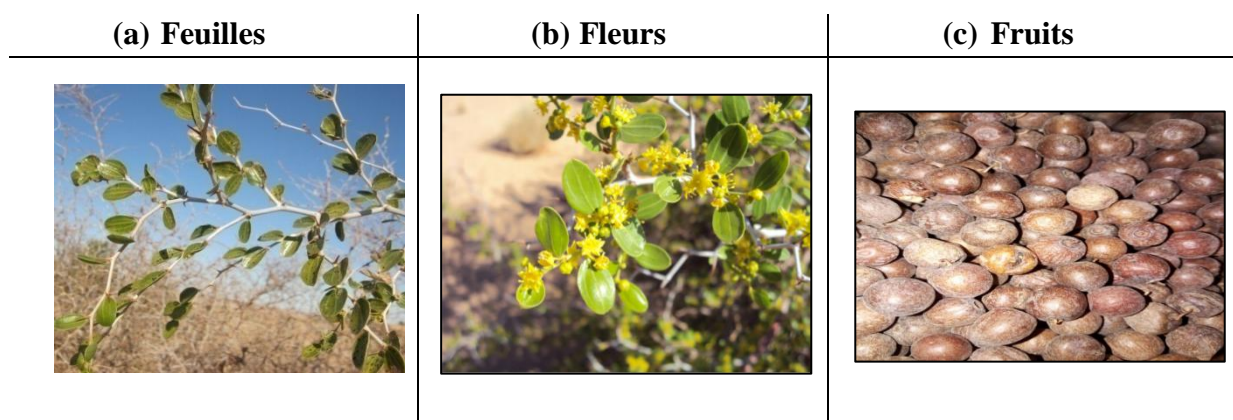


**Figure 9.** *Zizyphus lotus* L de la région de Béni Abbès, Béchar (photo originale, 2020)

Les feuilles sont petites, alternes, obtuses, crénelées, à trois nervures, glabres, faiblement rigides, de 7 à 9 mm de large et de 9 à 13 mm de long, à pétiole court (**Figure 10a**) (**Ghedira, 2013**).

Les fleurs sont solitaires ou groupées avec un seul pédicelle court (**Figure 10b**). Le calice est en forme d'entonnoir et pentamère. La corolle est petite à cinq pétales, cinq étamines épipétales avec deux styles courts (**Ghedira, 2013**).

Les fruits sont des drupes sphériques dont les noyaux osseux biloculaires, petits et ronds sont recouverts d'une pulpe demi-charnue, très vite sèche, riche en sucre (**Figure 10c**) (**Ghedira, 2013**).



**Figure 10.** Feuilles, fleurs et fruits de *Zizyphus lotus* L (**Filali, 2017**)

### II.3.2. Culture et sol

Ce genre, il ne peut guère se cultiver que sous le climat méditerranéen car malgré sa floraison tardive, il supporte fort les gelées printanières, il pousse bien en sol sec et léger, mais il redoute l'argile et l'humidité.

Le jujubier n'a pas besoin d'être taillé, il est de croissance lente, la fructification commence dès la 4<sup>ème</sup> année, l'arbre est en plein rendement vers de quinze ans, il est très productif lorsqu'il reçoit des arrosages copieux, pendant l'été (**Bonnet, 2001**).

### II.3.3. Récolte

Les jujubes sont complètement mure en septembre - octobre, ils ont une couleur d'abord verte puis jaune enfin brun jaune à la maturité. Ils supportent parfaitement les transports (**Bonnet, 2001**). Le *Zizyphus lotus* est connu pour sa tolérance à la sécheresse et sa grande résistance à la chaleur avec une température comprise entre 20 et 35°C (**Amara et Benabdeli, 2020**).

## II.4. Différentes utilisations de *Zizyphus lotus*

### II.4.1. Utilisation alimentaire

Les jujubes se consomment de différentes manières. Ils sont consommés comme aliment frais, conservés, secs, ou utilisés en confiserie et pâtisserie, et leur jus peut être utilisé pour la préparation de boissons rafraîchissantes (**Lahlou et al., 2002**). Le fruit de *Zizyphus lotus* L est aussi utilisé pour la confection du pain appelé Oufers chez les Touaregs.

En Inde, les fruits mûrs sont utilisés pour la préparation des produits secs semblables à ceux de la datte sèche. Ils sont consommés en hiver comme dessert. Le miel issu du butinage de ses fleurs est un miel de haute qualité nutritive agréable et médicinale (**Ghazanfar, 1994**).

### II.4.2. Utilisation médicinale

Les espèces du genre "*Zizyphus*" sont employées largement en médecine traditionnelle pour le traitement de diverses maladies tels que : les troubles digestifs, la faiblesse, les problèmes du foie, l'obésité, les infections urinaires, le diabète, les infections de la peau, la fièvre, la diarrhée et l'insomnie (**Han et Park, 1986 ; Abdoul-Azize et al., 2013**).

Les racines sont utilisées pour traiter les maladies pulmonaires (considérées comme broncho-dilatateur), le rhumatisme, l'arthrite, ainsi qu'elles sont considérées comme fébrifuges et cicatrisantes (**Hutchens, 1973**).

Les feuilles ont des effets hypoglycémiques, ainsi qu'une activité antiseptique et désinfectante (**Epfraim et al., 1998 ; Abdel-Zaher et al., 2005**).

L'infusion des fleurs est utilisée comme un fébrifuge et un désinfectant pour les yeux (**Sudharsan et Hussain, 2003**). Un effet immunodépresseur a été observé chez les cellules T humaine sous l'action de l'extrait des polyphénols (**Abdoul-Azize et al., 2013**).

Les fruits de jujubier ont divers effets à savoir : anti-âge et anti-tumoraux (**Houghton et al., 2004**), des effets sur le système cardiaque en augmentant la capacité d'oxygénation des sujets et empêcher l'arythmie cardiaque, des effets anti-diarrhéiques et anti-ulcérogéniques (**Borgi et al., 2007**), des effets anti-bactériens (**Ali et al., 2001**) et antifongiques suite à la présence des alcaloïdes cyclopéptidiques (**Lahlou et al., 2002**), et des effets antidiabétiques (**Le Crouéour et al., 2002**).

**II.4.3. Autres utilisations**

Les feuilles sont employées largement comme une réserve fourragère d'appoint pour les chameaux et les chèvres (**Tripathi et al., 2004**). C'est la seule espèce ligneuse spontanée qu'on rencontre aux limites Nord du désert. En Afrique, le bois du jujubier est utilisé pour la sculpture et la menuiserie (**Epfrain et al., 1998**).

### III. Généralités sur les dattes

#### III.1. Répartition géographique du palmier dattier

Dans le monde, le palmier dattier fait l'objet d'une plantation intensive en Afrique méditerranéenne et au Moyen-Orient. L'Espagne est l'unique pays Européen producteur de dattes principalement dans la célèbre palmeraie d'Elche (**Toutain, 1996**).

Aux Etats-Unis d'Amérique, le palmier dattier fût introduit au 18<sup>ème</sup> siècle. Sa culture n'a débutée réellement que vers les années 1900 avec l'importation des variétés Irakiennes.

Le palmier dattier est également cultivé à plus faible échelle au Mexique, en Argentine et en Australie (**Bouguedoura, 1991**).

En Algérie, la palmeraie est essentiellement concentrée dans le sud-est, son importance décroissant en allant vers l'ouest et le sud, la palmeraie Algérienne est située comme suit : dans le sud-est (El-Oued, Ouargla et Biskra) qui possède 67% de la palmeraie Algérienne, le sud-ouest (Adrar et Béchar) avec 21% de palmeraie, l'extrême Sud (Ghardaïa, Tamanrasset, Illizi et Tindouf) avec 10% et d'autres régions qui représentent 2% de la palmeraie (**Messar, 1996**).

La classification botanique du palmier dattier donnée par **Djerbi (1994)** est la suivante :

Embranchement	Angiospermes
Classe	Monocotylédones
Ordre	Palmales
Famille	Palmacées
Genre	<i>Phoenix</i>
Espèce	<i>Phoenix dactylifera L.1753</i>

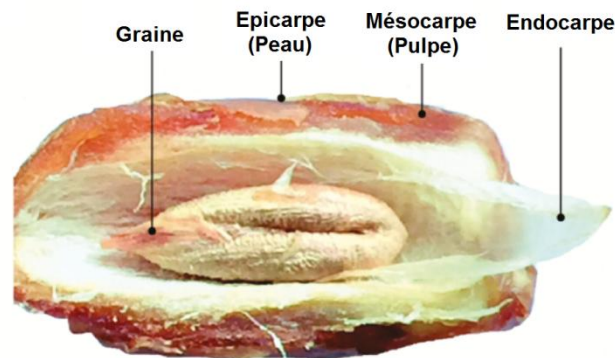
#### III.2. Description de la datte

La datte est une baie, de forme généralement allongée, oblongue ou arrondie, leurs dimensions sont très variables de 1,5 à 8 cm de longueur et d'un poids de 2 à 20 g. Leur couleur va du blanc jaunâtre au sombre très foncé presque noir, en passant par les ambres, rouges et bruns. La datte contient une seule graine dite « noyau » (**Etienne, 2002**).

#### III.3. Morphologie de la datte

La datte est constituée de deux parties, une partie non comestible « noyau » et une partie comestible « pulpe ou chair ». La partie comestible de la datte est constituée des éléments suivants (**Espiard, 2002**) :

- **Péricarpe** ou enveloppe cellulosique fine dénommée peau.
- **Mésocarpe** généralement charnu, de consistance variable selon sa teneur en sucre et de couleur soutenue.
- **Endocarpe** de teinte plus claire et de texture fibreuse, parfois réduit à une membrane parcheminée entourant le noyau (**Figure 11**).

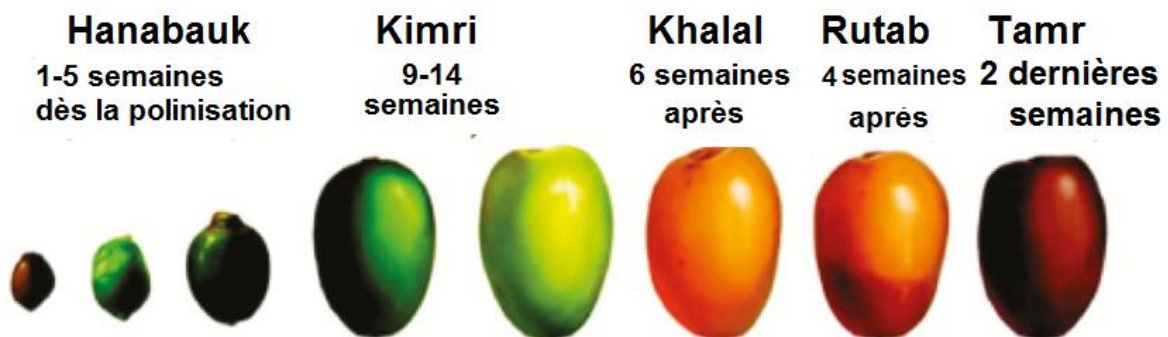


**Figure 11.** Coupe longitudinale d'une datte (Al-Shwyeh, 2019)

#### III.4. Formation et maturation de la datte

Au cours de l'évolution physiologique du fruit qui débute par la fécondation de l'ovule, le fruit se forme. Il s'agit de la nouaison. Le fruit se développe en changeant de taille, de couleur, d'aspect et de consistance, jusqu'au stade dit de «Tmar» où le fruit est mûr. En même temps, sa composition chimique évolue. Durant son évolution qui dure environ 200 jours, la datte passe par des stades successifs qui sont au nombre de cinq (**Figure 12**).

- **Stade I (Hababouk) :** stade qui suit la pollinisation.
- **Stade II (Kimiri) :** caractérisé par le grossissement des dattes (augmentation du poids et du volume), un taux d'humidité élevé, une accumulation de sucres réducteurs et une très forte acidité.
- **Stade III (Khalal) :** marqué par une augmentation rapide de la teneur en sucres totaux, du saccharose et de la matière solide, alors que l'acidité et le taux d'humidité décroissent.
- **Stade IV (Routab) :** la datte devient molle et perd son astringence (les tannins sous la peau précipitent sous forme insoluble).
- **Stade V (Tamr ou Mûr) :** correspond à l'étape finale de la maturation du fruit ; la datte a alors perdu presque toute son eau.



**Figure 12.** Différents stades d'évolution des dattes (Al-Shwyeh, 2019)

Les dattes au stade Bser sont de couleur jaune, mielleuse au stade Routabe et brun foncé à maturité. L'épicarpe est vitreux brillant, collé et légèrement plissé. Le mésocarpe est charnu, de consistance molle et de texture fibreuse (**Bessas et al., 2008**).

### III.5. Classification de la datte selon la consistance

La classification des dattes peut être basée sur la forme, la texture et les propriétés organoleptiques de la datte.

La consistance est le caractère sur le quel les dattes sont réparties en 3 catégories (**Espiard, 2002**) :

- **Les dattes molles** : taux d'humidité supérieur ou égal à 30%, elles sont à base de sucres invertis (fructose, glucose) de texture fibreuse et aqueuse tel que Ghars, Hamraia, Litima.....etc.
- **Les dattes demi-molles** : de 20 à 30% d'humidité, elles occupent une position Intermédiaire à l'exception de la Deglet-Nour.
- **Les dattes sèches** : dures, qui durcissent sur l'arbre, avec moins de 20% d'humidité, riche en saccharose. Elles ont une texture farineuse telle que Meche-Degla, Degla Beida, etc...

### III.6. Variétés de dattes

Les variétés de dattes sont très nombreuses, seulement quelques-unes ont une importance commerciale. Elles se différencient par la saveur, la consistance, la forme, la couleur, le poids et les dimensions (**Buelguedj, 2001**).

En Algérie, il existe plus de 940 cultivars de dattes (**Hannachi et al., 1998**). Les principales variétés cultivées sont :

#### III.6.1. Deglet Nour

Variété commerciale par excellence. La Deglet Nour (Deglet-En-Nour) qui veut dire « doigts de lumière » a été ramenée en Algérie vers le 8<sup>ème</sup> siècle. C'est un fruit très énergétique. Cette datte est légendaire pour la perfection qu'on lui connaît. Elle est qualifiée de « la reine des dattes » et l'un des produits phares de l'agriculture Algérienne. Dotée d'un goût très doux, juteuse et quasi-transparente, elle est la plus populaire des dattes.

La datte Deglet Nour est une datte demie molle et excellente. Ses dimensions, selon **Maatallah (1970)** sont les suivantes :

- Un poids moyen de 12g,
- Une longueur moyenne de 6 cm,
- Un diamètre moyen de 1,8 cm,
- Un noyau lisse, de petite taille 0,8-3 cm, pointu aux deux extrémités. La rainure ventrale est peu profonde, le micropyle est central.

Les dattes Deglet Nour ont une forme fuselée, ovoïde, légèrement aplatie du côté périlanthe (**Figure 13**). Au stade Tmar, la datte devient ombrée, avec un épicarpe lisse et brillant. Le mésocarpe est fin, de texture fibreuse (**Bennamia et Messaoudi, 2006**).



**Figure 13.** La datte Deglet Nour

### **III.6.2. Variétés communes**

Ces variétés sont de moindre importance économique par rapport à Deglet-Nour. Les variétés les plus répandues sont ; Ghars, Degla-Beida et Mech-Degla (**Kendri, 1999 ; Masmoudi, 2000**).

#### **III.6.2.1. Ghars**

La datte Ghars se caractérise essentiellement par une consistance très molle, à maturité complète (**Figure 14a**). Ses dimensions sont selon **Belguedj (2002)** sont les suivantes :

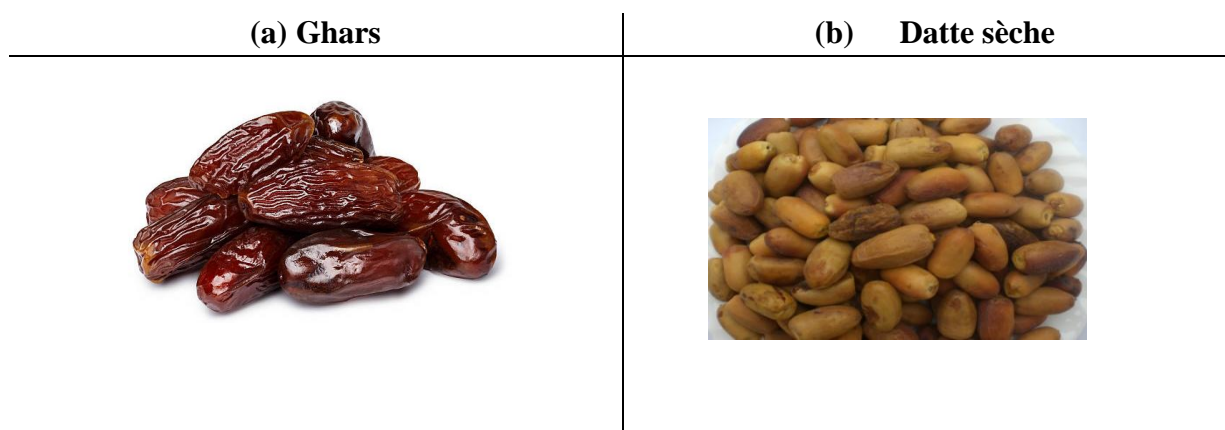
- Un poids moyen de 9 g,
- Une longueur moyenne de 4 cm,
- Un diamètre moyenne de 1,8 cm.

#### **III.6.2.2. Dagla Beida**

La datte est de forme fuselée et de taille moyenne. A maturité, elle est de couleur beige, le mésocarpe est charnu, de consistance sèche et de texture farineuse. Le noyau est gros parfois allongé, de couleur marron à surface lisse (**Belguedj, 2002**).

#### **III.6.2.3. Mech Degla**

Datte sèche dont la chaire est fermée et résistante (**Figure 14b**). Son rendement varié entre 50 et 60 kg/arbre. La datte Mèche-Degla est de forme sub-cylindrique légèrement rétrécit à l'une de ces extrémités, teintés d'un marron peu prononcé. A maturité, la datte est plutôt beige claire, l'épicarpe est ridé, peu brillant et cassant. Le mésocarpe est plus charnu de consistance séché et de texture fibreuse (**Belguedj, 2002**).

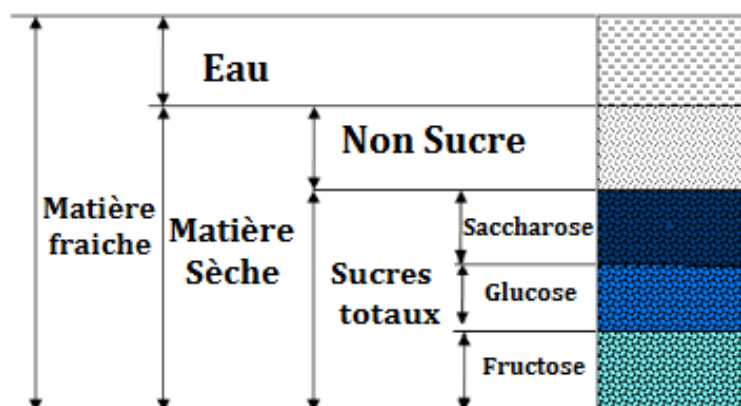


**Figure 14.** La datte Ghars (a) et datte sèche (b)

### III.7. Composition biochimique de la datte

#### III.7.1. Composition biochimique de la partie comestible (pulpe)

La pulpe est composée essentiellement d'eau, de sucre simples (fructose, glucose et saccharose) et de protéines, cellulose, lipides, sels minéraux et vitamines (**Figure 15**). Les sucres et l'eau sont les constituants les plus importants de la datte et confèrent, par leur proportion, la consistance de la chair de datte (**Estanove, 1990**).



**Figure 15.** Composition biochimique globale de la datte (**Sawaya et al., 1983**)

#### ➤ L'eau

La teneur en eau est en fonction des variétés, stade de maturation et du climat (**Matallah, 1970**). Selon **Booij et al. (1992)**, l'humidité décroît des stades verts aux stades murs. D'une manière générale, la teneur moyenne en eau des dattes varie de 10 à 40% du poids frais, ceci la classe dans les aliments à humidité intermédiaire (**Tableau II**).

**Tableau II.** Teneur en eau de quelques variétés de dattes Algériennes (**Bessas et al., 2008**)

Variétés	Teneur en eau en %
Degla-Beïda	12 à 17,45
Ghars	15 à 18
Mech-Dagla	13,7
Horra	14,5 à 19

➤ **Les sucres totaux et réducteurs**

Les sucres sont les constituants majeurs de la datte. La teneur en sucres totaux est très variable, elle dépend de la variété et du climat. Elle varie entre 70 et 90 % du poids de la matière sèche (**Belguedj, 2002**). L'analyse des sucres de la datte a révélé essentiellement trois types : fructose, glucose et saccharose (**Estanove, 1990**). La pulpe de la datte sèche contient environ 75 à 80 % de sucres. Dans la plupart des variétés, ces sucres sont presque entièrement de type inverti (fructose et glucose) (**Tableau III**).

Ceci n'exclue pas la présence d'autres sucres en faible proportion tels que : le galactose, le xylose et le sorbitol (**Siboukeur, 1997**).

**Tableau III.** Teneur en sucres de quelques variétés Algériennes (**Belguedj, 2002**)

Constituant par rapport à la matière sèche %	Datte molle (Ghars)	Datte demi (Deglet Nour)	Datte sèche (Mech Degla)
Sucres totaux	85,28	71,37	80,07
Saccharose	80,68	22,81	20,00
Sucres réducteurs	04,37	46,11	51,04

➤ **Protéines et acides aminés**

La pulpe de la datte ne contient qu'une faible quantité de protéines. Le taux diffère selon les variétés et surtout selon le stade de maturité, il est en général de l'ordre de 1,75% du poids de la pulpe. Aussi, il a été montré que le pourcentage de protéines présent dans les noyaux des dattes est plus important que celui de la pulpe (**Abou-Zeid et al., 1991**).

Les études d'**Al-Shahib et Marshall (2003)** ont montré que les protéines de la datte contiennent 23 acides aminés dont certains ne sont pas présents dans certains fruits comme la banane, la pomme et l'orange (**Tableau IV**).

D'autres auteurs ont rapporté que l'extrait de la datte contient des concentrations élevées en acide aspartique, en proline, en glycine, en histidine, en valine, en leucine et en arginine, mais à moindre concentration la thréonine, la sérine, la méthionine, l'isoleucine, la tyrosine, la phénylalanine, la lysine et en plus faible concentration l'alanine (**El-Sohaimy et Hafez, 2010**).

**Tableau IV.** Composition moyenne en acides aminés de la datte sèche (**Favier et al., 1993**)

Acides aminés	Teneur de la pulpe, en mg/100 g
Isoleucine	64
Leucine	103
Lysine	72
Méthionine	25
Cystéine	51
Phénylalanine	70
Tyrosine	26
Thréonine	69
Tryptophane	66
Valine	88
Arginine	68
Histidine	36
Alanine	130
Acide aspartique	174
Acide glutamique	258
Glycocolle	130
Proline	144
Sérine	88

➤ **Matières grasses**

La pulpe de la datte contient peu de matière grasse. Celle-ci est concentrée dans la peau (2,5-7,5% de la matière sèche) et joue un rôle plus physiologique que nutritionnel. Ce rôle se traduit par la protection du fruit (**Barreveld, 1993**).

➤ **Les fibres**

La datte est riche en fibres, elle en apporte 6,4 à 11,5 % du poids sec (**Al-Shahib et Marshall, 2002**). Les constituants pariétaux de la datte sont : la pectine, la cellulose, l'hémicellulose et la lignine, ce sont des agents qui interviennent dans la modification de la fermentation de la datte (**Benchabane, 1996**).

➤ **Les éléments minéraux**

La pulpe de datte est riche en éléments minéraux et constitue de ce fait un aliment intéressant (**Munier, 1973**). Les dattes renferment 1,5 à 1,8g par 100g (**Messaid, 2008**). Le profil minéral des dattes se caractérise par l'abondance de potassium. En plus, elle constitue une source non négligeable en calcium, phosphore, magnésium et fer (**Tableau V**).

**Tableau V.** Composition en éléments minéraux en matière sèche de la datte en mg / 100 g (Elleuch et al., 2008)

Éléments minéraux	Teneur en mg/100g
Potassium (K)	863
Phosphore (P)	101
Calcium (Ca)	47,7
Magnésium (Mg)	41,6
Fer (Fe)	2,10
Sodium (Na)	10,2

➤ **Les oligo-éléments (le chrome)**

Lorsque l'on parle de chrome de source alimentaire, celui requis par le corps humain on se réfère au chrome trivalent (Cr 3++ ou Cr(III)). Tout comme les autres oligo-éléments, la quantité de chrome présente dans les aliments est petite et varie en fonction de l'exposition au chrome dans l'environnement ou de la production. Les dattes (séchées) présentent une teneur en chrome de 29 (ug/100g) (Eufic, 2019).

➤ **Vitamines**

En général, la datte ne constitue pas une source importante de vitamines. La fraction vitaminique de la datte se caractérise par des teneurs appréciables de vitamine de groupe B. Le tableau VI donne les ordres de grandeur de chaque vitamine.

**Tableau VI.** Composition vitaminique des dattes (Favier et al., 1993)

Vitamines	Teneur en mg pour 100 g
Acide ascorbique (C)	2,00 mg
Thiamine (B1)	0,06 mg
Riboflavine (B2)	0,10 mg
Niacine (B3)	1,70 mg
Acide pantathénique	0,80 mg
Pyridoxine (B6)	0,15 mg
Folates (B9)	28,0 µg

➤ **Pigments**

Les principaux pigments identifiés dans les dattes sont : caroténoïdes, anthocyanines, Flavones, flavonols, lycopènes et lutéine dans certaines variétés de dattes (Barreveld, 1993). Le tableau suivant (**Tableau VII**) explique les principaux pigments colorés dans les dattes.

**Tableau VII.** Principaux pigments colorés se trouvant dans les dattes (**Barreveld, 1993**)

Pigments		Couleur	Propriétés
Caroténoïdes	Lycopènes	Rouge	Précurseur des carotènes
	Carotènes	Orange	Précurseur de la vitamine A
	Lutéine	Jaune	
Flavonoïdes et dérivés	Flavones (apigénine)		
	Flavonols (catéchine)	Jaune	
	Flavoxanthine	Jaune	Faiblement soluble dans l'eau
	Anthocyanines	Rouge en milieu acide, Bleu en milieu Basique	Indicateurs de Ph

➤ **Les composés phénoliques**

La datte renferme des substrats dits composés phénoliques. L'analyse qualitative des composés phénoliques de la datte a révélée la présence des acides cinnamiques, des flavones, des flavanones, et des flavonols (**Mansouri et al., 2005**).

Selon **Henk et al. (2003)**, les polyphénols jouent un rôle important dans le corps : ils ont des effets anti-inflammatoires, antioxydants, abaissent la tension artérielle et renforcent le système immunitaire.

➤ **Acides organiques**

Le jus de datte est légèrement acide. **Rygg (1946)**, rapporte que les dattes mûres se caractérisent par une acidité moins importante avec un pH de 5. **Youssef et al. (1992)** ont analysé deux variétés de dattes et ont montré l'existence de trois acides organiques : malate, citrate et oxalate.

➤ **Composés volatils (Flaveur)**

L'identification des composés d'arômes des dattes permet d'apprécier leur qualité organoleptique, elle revêt en outre un intérêt technologique en guidant les industriels dans certains processus de transformation du fruit. Quarante-sept composés ont été identifiés dont vingt-trois non identifiés auparavant dans la datte. Cinq composés : la 2,3-pentanedione, le 2-éthyl-butanol, l'hexanal, le n-pentanol et le limonène se sont révélés être communs à toutes les variétés (**Harrak et al., 2005**).

### ➤ Les enzymes

Les enzymes jouent un rôle important dans le processus de conversion au cours de formation et la maturité du fruit dattes (**Belguedj, 2002**). Les activités des 4 enzymes sont particulièrement intéressantes pour la dattes mure (**Barreveld, 1993**).

### III.7.2. Composition biochimique de la partie non comestible "Noyau "

Le noyau présente 7 à 30 % du poids de la dattes. Il est composé d'un albumen blanc, dur et corné, protégé par une enveloppe cellulosique (**Espiard, 2002**). La composition des noyaux des dattes en % de matière sèche est illustrée dans le **tableau VIII**.

**Tableau VIII.** Composition des noyaux de dattes en % de matière sèche (**Munier, 1973**)

Constituants	Teneur en (%)
Eau	6,46
Glucides	62,51
Protides	5,22
Lipides	8,49
Cellulose	16,20
Cendres	1,12

### III.8. Caractéristiques physicochimiques des dattes

#### III.8.1. Teneur en eau

La teneur en eau est en fonction de la variété, du stade de maturation et du climat. Elle varie entre 8 et 30 % du poids de la chaire fraîche avec une moyenne d'environ 19 % (**Noui, 2007**).

#### III.8.2. pH

Le pH de la dattes est légèrement acide, il varie entre 5 et 6. Ce pH est préjudiciable aux bactéries mais approprié au développement de la flore fongique (**Reynes et al., 1994**).

#### III.8.3. Acidité

L'acidité de la dattes est faible et varie entre 2,02 et 6,3 g d'acide/Kg (**Bessas, 2008**).

### III.9. Valeur nutritionnelle des dattes

Les dattes molles et demi-molles sont caractérisées par une teneur importante en sucres réducteurs (glucose et fructose) qui sont facilement assimilables par l'organisme. Le profil vitaminiqque de la dattes se caractérise par des teneurs appréciables en vitamines du groupe B. La dattes, un fruit de grande valeur énergétique, 100 g de dattes fournissent approximativement 314 Kcalories (**Al Farsi et Lee, 2008**).

### **III.10. Différentes utilisations des dattes**

On a recours à la datte sous différentes formes. Les utilisations sont en fait multiples et variables d'une région à l'autre, qu'elles soient médicinales ou alimentaires (**Benchelah et Maka, 2006**).

#### **III.10.1. Utilisations alimentaires**

Les dattes constituent la matière première pour l'élaboration d'un bon nombre de produits alimentaires. Elles accompagnent les plats cuisinés, tels que couscous, tajines, en une grande variété de recettes propres à chaque région, elles se marient bien avec les viandes. Elles entrent dans la composition de nombreuses pâtisseries sous forme de pâtes de dattes, ainsi les célèbres makrout sont très appréciés (**Ould El Hadj et al., 2001; Benchelah et Maka, 2008**). Quant aux noyaux, ils sont utilisés comme compléments alimentaires en périodes difficiles. Aussi, ils sont utilisés comme café après torréfaction (**Benchelah et Maka, 2008**).

#### **III.10.2. Utilisations médicinales**

Énergétique et riche en minéraux, le fruit permet de lutter contre l'anémie et les déminéralisations, il est donc recommandé aux femmes qui allaitent. Les dattes pilées dans de l'eau soignent les hémorroïdes, les constipations et aussi l'ictère (jaunisse). Quant aux diarrhées, elles sont traitées par les dattes vertes tonifiantes. Calmantes sous forme de sirop très concentré, le robb, cette préparation apaise et endort les enfants. Elle est aussi utilisée pour les maladies nerveuses et dans les affections broncho-pulmonaires. En décoction ou en infusion, les dattes traitent les rhumes. En gargarisme, elles soignent les maux de gorge (**Benchelah et Maka, 2008**).



---

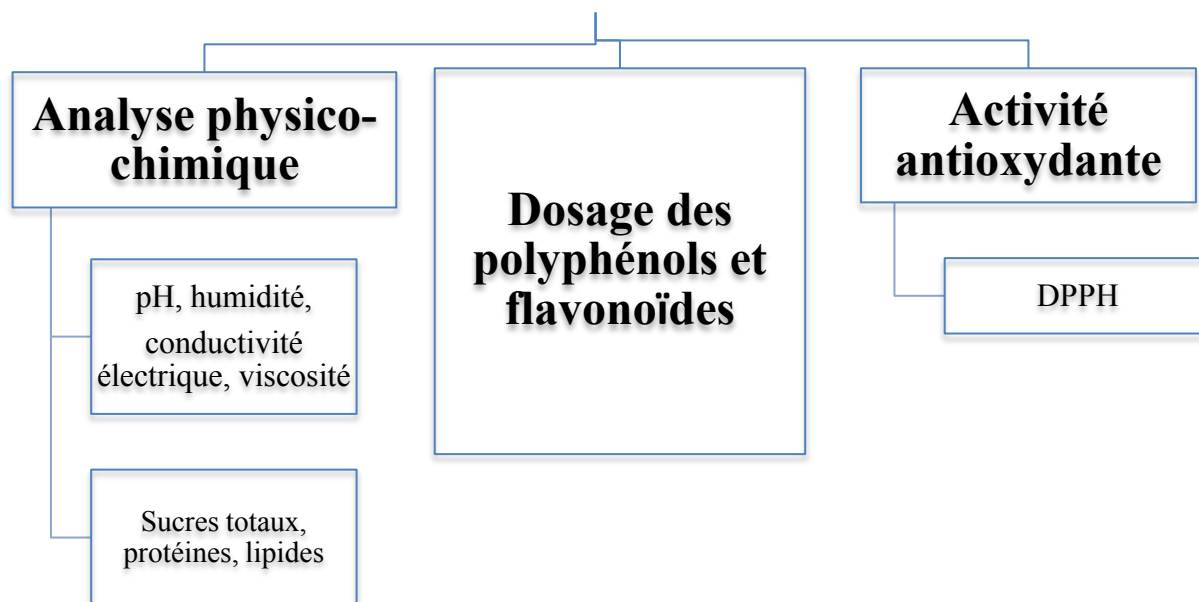
*MATÉRIEL*  
&  
*MÉTHODES*

---

### Matériel et Méthodes

Ce travail a pour objectif de réaliser une caractérisation physico-chimique du jujubier sauvage *Zizyphus lotus* (Feuilles et fruits) et les dattes Deglet-Nour suivie d'une évaluation de leurs activités antioxydantes. La **figure 16** illustre les différentes étapes et éléments du protocole expérimental.

#### Extrait de *Zizyphus lotus* (feuille et fruit) et de dattes



**Figure 16.** Le schéma général de la procédure expérimental

### I. Caractérisation physico-chimique

#### I.1. Détermination du pH

Basé sur la détermination en unité de la différence de potentiel existant entre deux électrodes en verre plongée dans une solution aqueuse de l'échantillon étudié via d'un pH mètre.

#### I.2. Teneur en eau

Pour déterminer la teneur en eau, on fait une dessiccation de la matière fraîche à la température de  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  dans une étuve isotherme ventilée à la pression atmosphérique jusqu'à une mesure pratiquement constante (Audigie et al., 1987). La teneur en eau est la différence entre le poids de l'échantillon avant et après la dessiccation lorsque leur poids soit constant.

$$H\% = \frac{M1 - M2}{P} \times 100$$

**H%** : Taux d'humidité ou teneur en eau.

**M1** : Masse en g de la capsule avec l'échantillon avant la déshydratation.

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

**P**: Masse en g de la prise d'essai.

### **I.3. Détermination de la conductivité électrique**

La conductivité électrique d'une eau est la conductance des colonnes d'eau comprise entre deux électrodes métallique de 1 cm<sup>2</sup> de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm (**Rodier, 1997**).

Une solution à 20% de matière sèche est préparée et l'électrode conductimètre (type Junway) est prolongée dans la solution, la teneur se fait directement sur l'afficheur du conductimètre.

### **I.4. Viscosité**

Ou la résistance à l'écoulement, de n'importe quel fluide est une mesure primordiale du point de vue manipulation des fluides. Elle est une caractéristique du produit final et elle est très importante pour le contrôle du procédé. La viscosité des solutions de saccharose augmente de façon non linéaire avec la teneur en solides et diminue rapidement avec l'augmentation de la température. De façon générale, la viscosité augmente avec la diminution de la pureté du saccharose et la température (**Kędzińska-Matysek et al., 2016**).

### **I.5. Détermination de la teneur en sucres totaux**

L'appréciation de la quantité en oses repose sur le dosage des sucres totaux par la méthode de **Dubois et al. (1956)** appelée aussi méthode phénol/acide sulfurique.

#### **Principe**

Le dosage des monosaccharides constitutifs, des polysaccharides nécessite la rupture de toutes les liaisons glycosidiques par hydrolyse acide (l'acide sulfurique). L'analyse repose sur des techniques colorimétriques. Le principe des dosages colorimétriques se base sur la condensation par estérification d'un chromogène (Phénol, Orcinol, Anthrone) avec les produits de déshydratation des pentoses, hexoses et acides uroniques. En milieu acide fort et à chaud, ces oses se déshydratent respectivement en des dérivés du furfural, 5-hydroxy-méthyl furfural et de l'acide 5- formylfuroïque.

Les chromophores ainsi formés de couleur jaune- orange absorbent dans le domaine du visible proportionnellement avec la quantité des sucres présents.

#### **Mode opératoire**

- Mettre 2 g d'échantillon (soit pour la poudre du fruit dans 50 ml d'eau distillée, agiter à l'aide d'un extracteur pendant 15 min ;

- Ajouter 0,5 g de Carbonate de calcium, faire chauffer le mélange pendant 30 min puis filtrer sur papier filtre ;
- Ajouter au filtrat 0,5g d'acétate de plomb et filtrer, puis filtrer sur papier filtre une autre fois et compléter le volume à 100 ml avec de l'eau distillée ;
- Prélever 2 ml de l'extrait de la solution, ajouter 0,1 ml de phénol à 80% et 3 ml d'acide sulfurique concentré ;
- Laisser reposer pendant 10 min ;
- Mélanger le tout légèrement ;
- Après refroidissement, faites la lecture dans un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 490 nm.

### I.6. Protéines

La teneur en protéines totaux a été réalisée par la méthode de **Lowry et al. (1951)**. En milieu alcalin, il y'a une fixation d'ions  $Cu^{2+}$  par chélation ( $Cu^{2+}$  est stabilisé par du tartrate) sur les protéines et une réaction de réduction de  $Cu^{2+}$  en  $Cu^+$ . La mise en présence du milieu avec le réactif de Folin-Ciocalteu (acide phosphomolybdo-tungstique) en présence de protéines et de  $Cu^+$ , en milieu acide, entraîne (par les aminoacides 92 tryptophane, tyrosine, cystéine, cystine ...) la réduction du réactif de Folin en espèces moléculaires réduites colorées en bleu (longueur d'onde maximum entre 745 et 750 nm).

### I.7. Détermination de la teneur en lipides

Les lipides sont extraits par l'éther de pétrole à 130°C dans un appareil de distillation soxtherm. Les échantillons séchés sont pesés (5g) dans des cartouches et recouverts avec du coton. Les cartouches sont placées dans des béciers préalablement pesés avec de la pierre ponce (pour éviter une trop forte ébullition) après avoir ajouté 140 ml d'éther de pétrole,

l'ensemble est placé sur une plaque chauffante. L'extraction s'effectue en quatre phases :

- Au cours de la première phase qui donne une heure, les matières grasses sont solubilisées et le solvant recondensé dans le système réfrigérant, coule goutte à goutte dans les cartouches.
- La deuxième phase consiste à évaporer une partie de solvant pour abaisser le niveau dans les cartouches à un cm en dessous du bord.
- La troisième phase est identique à la première et dure une heure.
- Au cours de la quatrième phase, le solvant est évaporé complètement, les béciers sont d'abord mis à l'étuve jusqu'à évaporation totale du solvant, puis dans un dessiccateur en présence de  $P_2O_5$ . Le bécier est à nouveau pesé pour la détermination des lipides.

La teneur en lipides est calculée selon la formule suivante :

$$(\%) = [(P1-P2)/P3] \times 100$$

**P1** : Poids de bécher vide + pierre ponce (g) ;

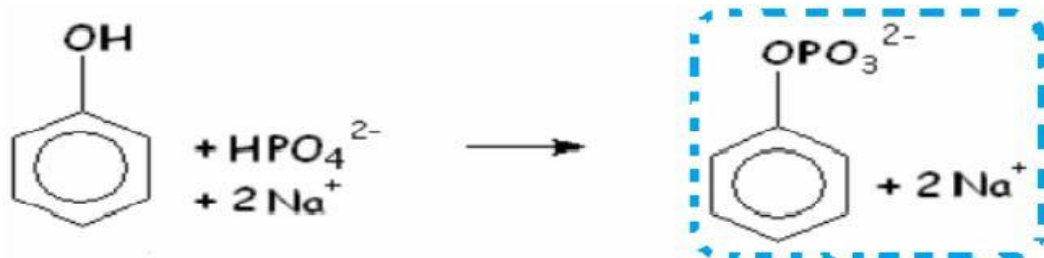
**P2** : Poids de bécher vide + lipides (g) ;

**P3** : Poids de l'échantillon (g).

## II. Analyse quantitatif des composés phénoliques

### II.1. Dosage des polyphénols

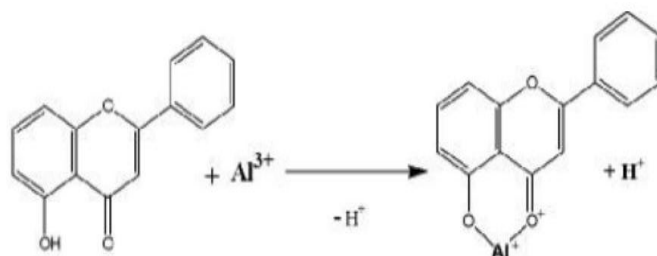
Les teneurs en polyphénols ont été déterminées spectrophotométriquement par la méthode au Folin Ciocalteu (**Figure 17**). On a additionné à 100 µl de l'extrait dilué dans le méthanol à 500 µl de la solution du réactif de Folin Ciocalteu. Après incubation pendant 4 minutes à la température du laboratoire, 400 µl de la solution de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> a été ajoutée puis après 1:30 h d'incubation, l'absorbance a été mesurée à 765 nm. La quantification des polyphénols a été faite en fonction d'une courbe d'étalonnage réalisée par l'acide gallique à différentes concentrations (10-140 µg/ml) dans les mêmes conditions que l'échantillon. La teneur des polyphénols est exprimée en microgrammes équivalents de l'acide gallique par milligrammes du poids d'extrait (Poly, µgEAG/mg) (**Boumerfeg et al., 2009**).



**Figure 17.** Principe de la réduction du réactif de Folin Ciocalteu (**Singleton et Rossi, 1965**)

### II.2. Dosage des flavonoïdes

Selon la méthode décrite par **Elfalleh et al. (2019)**, le test colorimétrique a été utilisé pour évaluer la teneur totale en flavonoïdes de tous les extraits. Un ml d'une solution fraîche de chlorure d'aluminium (AlCl<sub>3</sub>, 2%) a été ajoutée à 1 ml d'échantillons convenablement dilués extrait/standard (**Figure 18**). L'absorbance a été déterminée à 460 nm, après une incubation de 10 minutes à température ambiante (25 °C). La teneur totale en flavonoïdes a été exprimée en mg de quercétine équivalents (QE) par 100 g de poids sec (mg QE/100 g MS).



**Figure 18.** Réaction du Chlorure d'Aluminium avec les flavonoïdes (Ribéreau, 1968)

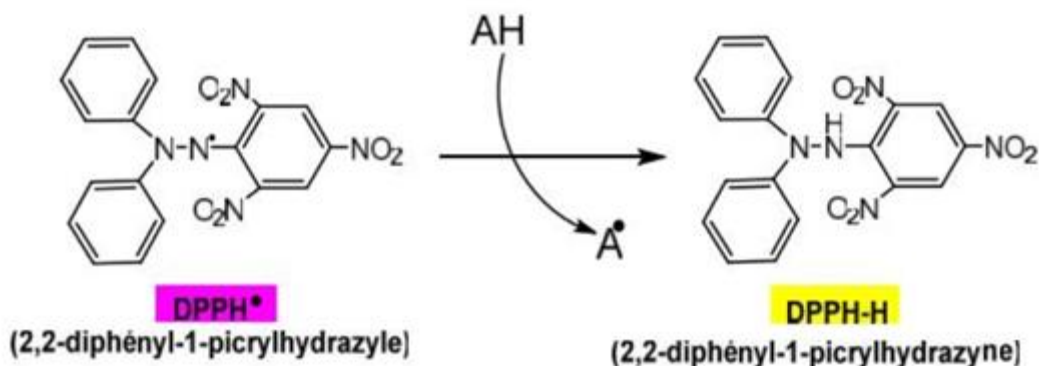
### II.3. Activité antioxydante

#### II.3.1. Test au DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle)

La stabilité du radical libre (2,2 Diphényl 1 picryl hydrazyl) (DPPH) résulte de la délocalisation importante de l'électron célibataire sur la totalité de la molécule empêchant,

ainsi, la dimérisation de se produire comme c'est souvent le cas pour les autres radicaux (Figure 19). Cette délocalisation est à l'origine de la coloration violette foncée caractérisée par une bande d'absorption entre 515-517 nm.

Quand une solution de DPPH est mélangée avec celle pouvant céder un atome d'hydrogène, une diminution de la coloration violette caractéristique de l'apparition de la forme réduite du DPPH s'est produite. Il persiste une légère coloration jaune due au groupement picryl résiduel (Molyneux, 2004).



**Figure 19.** Structure du DPPH avant et après la réaction avec un antioxydant (Litescu et al., 2010)

---

# *DISCUSSION*

---

Ce travail consiste en un examen des évidences scientifiques relatives aux propriétés physico-chimiques et activités biologiques des ressources naturelles Algériennes issus des zones arides en particulier le *Zizyphus lotus* et les dattes.

Les travaux rapportés sur la caractérisation physicochimique, screening phytochimique ainsi que quelques activités biologiques du jujubier sauvage et les dattes seront rappelés brièvement et discutés en fonction de la littérature et en particulier le travail de **Benidir et al. (2020)**. Ces auteurs ont étudié la qualité nutritionnelle et organoleptique des jus formulés de fruits de jujubier et des dattes.

### **I. Analyse physicochimique de *Zizyphus lotus* et des dattes (Deglet Nour)**

L'étude réalisée par **Abdeddaim et al. (2014)** sur la pulpe de fruit du *Zizyphus lotus* et Deglet Nour séparément a montré la présence de glucose, de fructose et de saccharose. Le profil des acides aminés a révélé la présence de cystéine, glycine, arginine, sérine, leucine, histidine et alanine. L'analyse des acides gras a révélé la présence de 49% d'acide oléique et 22% d'acide linoléique. L'analyse élémentaire du fruit en mg/100 g de matière sèche a indiqué des taux appréciables de zinc, potassium, sodium, phosphore, manganèse, de magnésium et fer.

Contrairement au sodium qui se trouve à des concentrations très faibles, la composition minérale principale de la pulpe des dattes est le potassium suivi par l'élément magnésium, les mêmes constatations ont été faites par plusieurs auteurs pour d'autres variétés (**Al-Farsi et al., 2005 ; Elleuch et al., 2008**).

La teneur et composition en minéraux dépendent de l'état de fertilité des sols et des amendements apportés.

Les résultats obtenus pour les sucres totaux de dattes étudiées montrent que les sucres constituent la majeure partie de la pulpe. Ceci leur confère une grande valeur énergétique. Deglet Nour renferment une teneur en sucres totaux la plus élevée >70% (**Acourene et al., 2001**).

**Dowson et Aten (1963)** rapportent que les dattes sèches sont riches en saccharose et les dattes molles et demi-molles sont riches en sucres réducteurs.

Les sucres réducteurs ont une forte activité de l'invertase (**Barreveld, 1993**). Ils sont composés essentiellement de glucose et de fructose. Le ratio Glucose /Fructose peut être intéressant parce que le fructose est environ deux fois plus sucré que le glucose (**Ahmad et al., 1995**).

Un autre critère de qualité des dattes est le rapport noyau/datte plus il est faible plus la qualité de fruit est élevée, il doit être compris entre 10 et 15 %, ce rapport se situe entre 9 et 10% pour la variété Deglet Nour (**Dowson et Aten, 1963**).

**Elleuch et al. (2008)** ont rapporté des concentrations en fibres des dattes (Deglet Nour). Les niveaux élevés en fibres peuvent contribuer aux dattes un effet bénéfique sur la santé et classe ce fruit parmi ceux qui renferment un taux appréciable d'indigestible glucidique.

Dans le diabète de type 2, bien que le pancréas produise suffisamment d'insuline, les cellules musculaires et autres tissus deviennent résistants à l'action de l'insuline, ce qui entraîne un faible contrôle du taux de glycémie dans le sang. De nombreuses études ont examiné les effets des compléments alimentaires à base de chrome sur les personnes atteintes de diabète de type 2 a révélé que les compléments à base de chrome semblaient améliorer le contrôle de la glycémie chez les personnes atteintes de diabète de type 2 (**Eufic, 2019**).

Ces résultats ont révélé que ce fruit présente une valeur nutritionnelle élevée. Par conséquent, il devrait être inclus dans les régimes alimentaires pour satisfaire les besoins de l'organisme (**Benidir et al., 2020**).

Afin d'étudier les propriétés de jujube et datte **Benidir et al. (2020)** ont procédé à une analyse des matières premières utilisées dans la formulation du jus préparé par le jujube et les dattes, les résultats obtenus sont illustrés dans le tableau IX.

**Tableau IX.** Distribution et contenu des composés biochimiques vitamines et minéraux dans la pulpe des jujubes et dattes (**Benidir et al., 2020**)

	Analyse/fruits	Pulpe de dattes	Pulpe de jujube
<b>g/100 g</b>	Humidité	19	8.93
	Sucre	72.2	32.34
	Protéine	2.6	1.7
	Lipide	0.5	0.3
	Composé phénolique	0.36	5.53
<b>mg/100g</b>	Vit B1	0.11	0.039
	Vit B2	0.12	0.08
	Vit c	6.31	0.6
	Ca	70.2	490
	Cu	0.7	-
	Mg	64.5	11.2
	Mn	0.33	2.17
	Fer	1.72	2.1
	P	58.33	26.5
	K	536.97	118
	Na	32.1	3.6
	Zn	2.8	0.44

Les résultats obtenus montrent une certaine complémentarité entre les deux fruits visés par l'étude. Ainsi, on note que les fruits du jujubier sont riches en composés phénoliques formés essentiellement par des flavonoïdes tandis que les fruits de la datte (*Phoenix dactylifera L.*) sont plus riches en sucres, en vitamines (C, B1 et B2) et en oligo-éléments. La composition chimique des deux fruits est favorable à la préparation d'un jus combiné. Les résultats obtenus par **Benidir et al. (2020)** dans les mélanges des fruits jujube/dattes montrent que la

concentration moyenne des sucres totaux est plus élevée qui ont un rapport D/J > 1. Cela s'explique par la richesse en sucres des dattes par rapport aux jujubes et justifie leur complément nutritionnel avantageux du mélange dattes-jujubes.

Ce concept a également été ciblé par un groupe de recherche Algérien dans le domaine des biscuits (**Saadoudi et al., 2017**) qui ont révélé que la teneur totale en sucre du jujube était de 24,29 %. En revanche, les dattes sont plus riches en sucres totaux qui varient entre 70 et 90% (**Taouda et al., 2014**). La teneur élevée en sucres solubles des dattes leur confère un apport appréciable dans les jus formulés, ainsi que la possibilité de les transformer en produits industriels (**Al-Farsi et al., 2008**).

Une étude réalisée par **Li et al. (2009)** a révélé que l'extrait aqueux de fruits de jujube est très riche en composés phénoliques. L'apport des formulations de jujube est donc un enrichissement en composés phénoliques. De plus, les paramètres physico-chimiques démontrent que toutes les formulations préparées ont une valeur de pH qui varie de 5,11 à 5,19 alors que la moyenne de viscosité des formulations est très élevée :  $1,062 \text{ mm } 10^{-3}/\text{s}$ . Ces résultats nous permettent de conclure que le fruit de jujube augmente la viscosité du jus car il est riche en pectine à une concentration comprise entre 0,57 et 2,79 % (**Ouattara et al., 2016**).

La caractérisation biochimique et physicochimique indique que le concept de complémentation (jujube et dattes) vise à valoriser les sucres excédentaires existants dans les dattes et les composés phénoliques des jujubes, afin d'obtenir un jus de haute valeur nutritive, thérapeutique et organoleptique (**Benidir et al., 2020**).

## II. Composés phénoliques

Des études ont été faites par **Yahia et al. (2020)** sur le *Ziziphus lotus* de Tunisie ont montré que la plus grande quantité du contenu phénolique total a été trouvée dans les feuilles. D'autre part, une valeur élevée de flavonoïdes totaux a également été détectée dans les feuilles avec une concentration élevée. Ces résultats concordent avec les études précédentes qui indiquaient que l'extrait de feuilles de *Ziziphus* présentait la teneur totale en polyphénols la plus élevée en utilisant différents solvants d'extraction, par rapport à d'autres parties de la plante (**Hossain et al., 2016 ; Khaleel et al., 2016**).

En outre, des études antérieures ont révélé que les flavonoïdes situés dans l'épiderme et/ou la cuticule des feuilles, comme les flavonoïdes lipophiles, ont été identifiés parmi les composés phénoliques les plus effectives conférant à la plante une résistance contre un large éventail d'ennemis des cultures (**Pomilio et al., 1992**). Dans l'ensemble, les quantités de flavonoïdes les plus élevées ont été trouvées dans les plantes tropicales des zones de haute altitude par rapport aux zones tempérées et leurs activités de biosynthèse dépendent largement d'un excès de lumière ou de rayonnement UV (**Kolb et al., 2001**).

Des études ont été faites par **Belkacemi et Rahmani (2019)** ont montré que le taux de polyphénols dans la datte étudié était de 14,44 mg EAG/100g. Cette valeur est légèrement

supérieure à celles trouvées par **Mansouri et al. (2005)** sur des variétés Algériennes (Tazizaout, Ougherouss, Akerbouche, Tazerzait, Tafiziouine, Deglet Nour, Tantbouchte) qui varient entre 2 et 8 mg EAG/100 g.

Les polyphénols sont connus par leur pouvoir antioxydant et leurs vertus biologiques. Ils contribuent à la prévention des maladies dégénératives et les maladies cardiovasculaires, ils participent à la régénération de certains antioxydants tel que la vitamine E (**Scalbert et al., 2002 ; Henk et al., 2003**).

Les polyphénols sont capables de piéger les radicaux libres générés en permanence par notre organisme ou formés en réponses à des agressions de notre environnement (cigarette, polluants, infections,...etc) qui favorisent le vieillissement cellulaire (**Djeridane et al., 2006**). Ils seraient impliqués dans la prévention des maladies cancéreuses (**Scalbert et Williamson 2000**).

Les défenses antioxydantes des polyphénols sont d'une importance critique pour protéger le cerveau et les tissus nerveux contre les atteintes oxydatives telles que celles constatées dans la maladie d'Alzheimer (**Henk et al., 2003**). Les composés phénoliques jouent également un rôle dans les mécanismes de défense contre l'invasion microbienne et les rayons UV. Ils sont utilisés comme agents antimicrobiens pour leurs propriétés antioxydantes, ils exercent une action inhibitrice sur de nombreuses bactéries, champignons et même virus (**Branen et al., 1980 ; Bourgeois et al., 1996**). En comparant la teneur en polyphénols de la datte Mech-Degla à celle d'autres fruits (qui sont respectivement de 0,2, 0,425, 0,217, 0,132 %) pour les prunes, les pamplemousses, les pommes et l'orange (**Cieélik et al., 2006**), nous pouvons estimer que la datte est une bonne source d'antioxydants naturels et de ce fait, un aliment fonctionnel ou bien un ingrédient fonctionnel pour les produits alimentaires.

Le taux des flavonoïdes obtenu dans cette expérience est de 6,84 mg EQ/100g  $\approx$  0,684%. La valeur acquise rentre dans l'intervalle donné par **Biglari et al. (2008)** sur huit variétés de datte montre des variations de la teneur en flavonoïdes allant de 1,62 à 81,79 mg/100gMF.

La teneur en flavonoïdes de la datte étudiée est supérieure à celles de quelques fruits, données par **Haddadi (2005)** : 1,98, 3,22, 7,12 et 2,10 mg/100 g du poids frais pour la tomate, la mandarine, le pamplemousse et la pomme respectivement.

Les flavonoïdes sont les plus actifs parmi les antioxydants végétaux alimentaires (**Graille, 2003**). Ils ont en outre, des actions pour le traitement des inflammations, des infections virales et du cancer (**Ndhlala et al., 2006**).

### III. Activité antioxydante

Les effets bénéfiques des polyphénols de *Zizyphus lotus* sur la santé peuvent être générés par leurs propriétés antioxydantes et anti-radicalaires. En outre, les résultats de l'activité antioxydante ont montré que les fruits du *Zizyphus lotus* en Tunisie avaient un piégeage significatif des radicaux DPPH et une capacité de réduction avec un IC50 très importante. Le *Zizyphus lotus* est riche en plusieurs composés antioxydants tels que les acides phénoliques, les flavonoïdes et les saponines. Ces composants ont été révélés à éviter le stress oxydatif en réduisant les espèces réactives de l'oxygène. Des études *in vitro* ont confirmé la capacité du *Zizyphus lotus* à neutraliser les radicaux libres et à empêcher la prolifération des dommages cellulaires (**Hammi et al., 2015**).

Une activité antioxydante est observée dans l'extrait de datte, cette activité inhibitrice est proche de celle trouvée par **Amellal (2008)**. Ce résultat montre que la datte étudiée possède un potentiel antioxydant important dû aux polyphénols. En effet des valeurs similaires ont été trouvées pour d'autres variétés de dattes Algériennes Deglet Nour, Tankerboucht et Hamraya, respectivement (**Boudries et al., 2006**). Les résultats obtenus par **Mansouri et al. (2005)** et **Al-Farsi et al. (2008)** confirment que la datte possède un pouvoir antioxydant élevé.

**Benidir et al. (2020)** ont constaté que le pourcentage d'inhibition des radicaux libres (DPPH) augmente avec les concentrations de différents jus dilués. Ainsi, les formules étudiées possèdent une activité antiradicalaire dépendante de la dose. L'activité antioxydante la plus forte observée dans toutes les formules développées pourrait être due à l'effet synergique des molécules bioactives présentes dans les jujubes et les dattes (**Hebi et al., 2016**).

Cette synthèse de littérature montre l'intérêt d'étudier les propriétés physicochimiques ainsi les activités biologiques associées aux dattes et au jujubier qui présentent des ressources naturelles locales prometteuses pour ses qualités nutritionnelles et thérapeutiques.

Le fruit de jujube et les dattes possèdent de multiples propriétés fonctionnelles et représentent une source intéressante de composés bioactifs, ce qui leur confère des avantages dans les applications biotechnologiques. Ainsi, les préparations des formules complémentaires des fruits de dattes et de jujubier montre également des avantages dans les conditions de promotion de la santé et encourage leurs applications comme utiles aux industries pharmaceutique et nutraceutique et dans le développement des produits industriels à base de substances naturelles.

---

*CONCLUSION*  
&  
*PERSPECTIVES*

---

## Conclusion

La connaissance et l'usage des fruits constituent un vrai patrimoine de l'être humain et leur importance dans le domaine alimentaire. Cette synthèse de littérature montre l'intérêt d'étudier les propriétés physicochimiques ainsi les activités biologiques associées aux dattes et au jujubier qui présentent des ressources naturelles locales prometteuses pour ses qualités nutritionnelles et thérapeutiques.

Le jujube sauvage est caractérisé par :

- Un faible taux de protéine mais qui n'est pas négligeable comme complément ou supplément protéique.
- Une fraction minérale importante, composée de calcium, potassium, zinc, magnésium et notamment le fer et le manganèse.
- Une teneur intéressante en polyphénols conjuguée à une teneur en flavonoïdes, leur confèrent une activité antioxydante très importante et une bonne saveur.

Les dattes montrent également :

- Une grande teneur en sucre et une grande valeur énergétique.
- Richesse en éléments minéraux, vitamines et fibres.
- Une teneur moyenne en composés phénoliques.
- Taux de protéines et humidité élevés.

La complémentarité entre les deux fruits secs étudiés semble remarquable et pourrait être utilisée dans l'industrie alimentaire pour développer d'autres produits alimentaires de haute valeur nutritionnelle.

Le fruit de jujube et les dattes possèdent de multiples propriétés fonctionnelles et représentent une source intéressante de composés bioactifs, ce qui leur confère des avantages dans les applications biotechnologiques. Ainsi, les préparations des formules complémentaires des fruits de dattes et de jujubier montre également des avantages dans les conditions de promotion de la santé et encourage leurs applications comme utiles aux industries pharmaceutique et nutraceutique et dans le développement des produits industriels à base de substances naturelles.

Comme perspectives de recherches, nous proposons d'effectuer des études suivantes :

- Screening phytochimique approfondi des molécules bioactives
- Etude des activités biologiques *in vitro*
- Dosage des enzymes et molécules de défense du stress oxydatif *in vivo* (Catalase, SOD, MDA, Glutathion peroxydase)

---

*RÉFÉRENCES*  
*BIBLIOGRAPHIQUES*

---

1. **Abdeddaim M., Lombarkia O., Fahloul D., Abdedaim D., Radhia F. Saadoudi M., Noui Y., Lebkir A. and Bacha A. (2014)** - Biochemical characterization and nutritional properties of *Zizyphus lotus* L. fruits in Aures region, Northeastern of Algeria. *Annales : Science et Technologie de l'Alimentation*. **15**:75-81.
2. **Abdel-Zaher A.O., Salim S.Y., Assaf M.H. and Abdel-Hady R. (2005)** -Antidiabetic activity and toxicity of *Ziziphusspina-christi* leaves. *Journal of Ethnopharmacology*, **101**: 129-138.
3. **Abdoul-Azize S., Bendahmane M., Hichami A., Dramane G., Simonin A. M., Benammar C. and Khan N.A. (2013)** - Effects of *Zizyphus lotus* L.(Desf.) polyphenols on Jurkat cell signaling and proliferation. *International immunopharmacology.*, **15**(2), 364-371.
4. **Abou-Zeid A.A., Nabeh A. and Baghlafl O. (1991)** - The formation of oxytetracycline in a date coat medium. *BioresourceTechnologie*.**37**: 179-184.
5. **Acourene S., Buelguedj M., Tama M. et Taleb B. (2001)** - Caractérisation, évaluation de la qualité de la dattes et identification des cultivars rares de palmier dattier des Zibans. *Recherche Agronomique, 8Ed. INRAA*, 19-39.
6. **Ahmad I.I., Ahmed A.W.K. Robinson R.K. (1995)** - Chemical composition of date varieties as influenced by the stage of ripening. *Food Chemistry*. **54**: 305-309.
7. **AitAbderrahim L., Taïbi K. and AitAbderrahim C. (2019)** - Assessment of the Antimicrobial and Antioxidant Activities of *Zizyphus lotus* and *Peganumharmala*. *Journal of Science and Technology, Transactions A: Science*. **43**: 409-414.
8. **Al-Farsi M.A. and Lee C.Y. (2008)** - Nutritional and functional properties of dates: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*.**48**:877-887.
9. **AlHarthi S.S., Mavazhe A., AL Mahroqi H. and Khan S.A. (2015)** - Quantification of phenolic compounds, evaluation of physicochemical properties and antioxidant activity of four date (*Phoenix dactylifera* L.) varieties of Oman. *Journal of TaibahUniversityMedical Sciences*. **10**(3): 346-352.
10. **Ali N.A.A., Julish W.D. Kusnick C. and Lindequist U. (2001)** - Screening of Yemeni medicinal plants for antibacterial and cytotoxic activities. *Journal of Ethnopharmacology*. **74**: 173-179.
11. **Al-Shahib W. and Marshall R. J. (2002)** - Dietary fibre content of dates from 13 varieties of date palm *Phoenix dactylifera*L. *International Journal of Food Science and Technology*.**37**(6): 719-721.
12. **Al-Shwyeh H.A. (2019)** - Date palm (*Phoenix dactylifera* L.) as potential antioxidant and antimicrobial agents. *J. Pharm. BioalliedSci.*, **11**(1):1-11.
13. **Amara M. et Benabdeli K. (2020)** - Potentialités écologiques de *Zizyphus lotus* et possibilités de développement durable des espaces arides : cas de la région de Naâma (Algérie). *Geo. Eco.Trop.*, **44** : (2) : 65-73.
14. **Amellal-Chibane H. (2008)** - Aptitudes technologiques de quelques variétés communes de dattes : formulation d'un yaourt naturellement sucré et aromatisé. *Thèse de Doctorat, faculté des sciences de l'ingénieur, UMBB*.131pages.
15. **Aspenström-Fagerlund B., Tallkvist J., Ilbäck N.G. and Glynn A.W. (2015)** - Oleic acid increases intestinal absorption of the BCRP/ABCG2 substrate, mitoxantrone, in mice. *Toxicology Letters*. **237**(2):133-139.
16. **Audigie D., Dupont G. et Zonszain T. (1987)** - Manipulation d'analyse biochimique. *Ed. Doin. Paris*. 27-74.
17. **Badiaga M. (2011)** -Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologique de *Nauclea la Tifolia* Smith une plante médicinales africaine récoltée au Mali .*Thèse de Doctorat. Université de Bamako*. 184pages.

18. **Bakhtaoui F.Z., Lakmichi H., Megraud F. and Chait A. (2014)** - Gastro-protective, Anti-*Helicobacter pylori* and, antioxidant properties of Moroccan *Zizyphus lotus* L. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. **4**(10):81-87.
19. **Bamouh A. (2002)** - La lutte chimique contre le jujubier. Programme National de transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA). Ed. DERD, Rabat. **94**: 1- 4.
20. **Barrevelde W.H. (1993)** - Date palm products. *FAO. Bulletin 101. Rome*. 275 pages.
21. **Barquissau, V., Morio, B., 2011** - Physiopathologie de l'insulinorésistance dans le muscle squelettique et implication des fonctions mitochondriales. *Nutrition Clinique et Métabolisme* **25**, 114–130.
22. **Bayer E., Buttler K.P., Finkenzeller X. et Grau J. (2001)** - Guide de la flore Méditerranéenne. Ed. Delanchaux et Niestlé, Italie. 280pages.
23. **Belguedj M. (1996)** - Caractéristiques des cultivars de dattiers du Sud-Est du Sahara Algérien. *Vol I. Conception et réalisation : Filière "Cultures pérennes" de l'ITDAS*. 67p.
24. **Belguedj M. (2002)** -Les ressources génétique du palmier dattier : caractéristiques des cultivars de dattier dans les palmeraies du sud -Est Algérien. *Revue annuelle de l'INRAA*. **1** :28-29.
25. **Belkacemi D. et Rahmani S. (2019)** - Essai d'Incorporation de la poudre de datte obtenue par séchage dans une formulation alimentaire (Madeleine). *Mémoire de Master. Université Akli Mohand Oulhadj de Bouira*. 72pages.
26. **Bellakhdar J. (1997)** - La Pharmacopée Marocaine traditionnelle, Médecine arabe ancienne et savoir populaires. Ed. TEC et DOC, St-Etienne. 465pages.
27. **Belmekki N., 2009** - Etude phytochimique, activités antimicrobiennes et antioxydantes de *Saccocalyxatureioïdes*, *Salviaverbenaca* et *Teucriumpolium* de la région Ouest d'Algérie. *Mémoire de Magister en Biologie, Université Abou BakrBelkaid Tlemcen*. 126 p.
28. **Beloued A., (1998)** - Etymologie des noms de plantes du Bassin Méditerranéen. *OPU (Ed). Alger*. 91pages.
29. **Benammar C., Hichami A., Yessoufou A., Simonin A.M., Belarbi M., Allali H. and Khan N.A. (2010)** - *Zizyphus lotus* L.(Desf.) modulates antioxidant activity and human T-cell proliferation. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, **10**: 54.
30. **Benchabane A. (1996)** - Rapport de synthèse de l'atelier "Technologie et qualité de la datte". In Options Méditerranéennes. Ed. IAM, Zaragoza, Spain. **28** : 205-210.
31. **Benchelah A.C. et Maka M. (2006)** -Les dattes, de la préhistoire à nos jours. *Phytothérapie (Ethnobotanique)Springer*, **1** :43-47.
32. **Benchelah A.C. et Maka M. (2008)** - Les Dattes, intérêt et nutrition. *Phytothérapie (Ethnobotanique) Springer*. **6** : 117 -121.
33. **Benidir M., El Massoudi S., El Ghadraoui L., Lazraq A., Benjelloun M. and Errachidi F. (2020)** - Study of nutritional and organoleptic quality of formulated juices from jujube (*Zizyphus lotus* L.) and Dates (*Phoenix dactylifera* L.) Fruits. *Scientific World Journal*. **2020**:9872185.
34. **Bennamia A. et Messaoudi B. (2006)** - Contribution à étude de la composition des dattes «DegletNour » et « Ghars » dans le pédocpaysage de la cuvette d'Ouargla. *Mémoire Diplôme d'Étude Supérieure*. 30pages.
35. **Bessas A., Benmoussa L. et Kerarma M. (2008)** -Dosage biochimique des composés phénoliques dans les dattes et le miel récolté dans le sud Algérien. *Mémoire d'ingénieur d'état en contrôle de qualité et analyse. Université DjillaliLiabes, Sidi Bel Abbes*. 120pages.

36. **Biglari F., Al Karkhi A. and Mateas A. (2008)** - Antioxidant activity and phenolic content of various date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruits from Iran. *Food Chemistry*, **107**: 1636-1641.
37. **Bonnet J. (2001)** - Dictionnaire des arbres et des arbustes. *Ed. Larousse Paris*. 512p.
38. **Bonnefont-Rousselot, D., 2004** - The Role of Antioxidant Micronutrients in the Prevention of Diabetic Complications. *Mol Diag Ther* 3, 41–52.
39. **Booij I., Piombo G., Risterucci J.M., Coupe M., Thomas D. et Ferry M. (1992)** - Etude de la composition chimique de dattes à différents stades de maturité pour la caractérisation variétale de divers cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). *Journal of Fruits*. **47**(6):667-77.
40. **Borgi W., Bouraoui A. and Chouchane N. (2007)** - Antiulcerogenic activity of *Zizyphus lotus* (L.) extracts. *Journal of Ethnopharmacology*. **112**(2): 228-231.
41. **Borgi W., Recio M-C., Rios J.L. and Chouchane N. (2008)** - Anti-inflammatory and analgesic activities of flavonoid and saponin fractions from *Zizyphus lotus* (L.) Lam. *South African Journal of Botany*. **74**: 320-324.
42. **Boudries H., Kefalas P. and Hornero-Méndez D. (2007)** - Carotenoid composition of Algerian date varieties (*Phoenix dactylifera*) at different edible maturation stages. *Food Chem.*, **101**:1372-1377.
43. **Bouguedoura N. (1991)** - Connaissance de la morphogénèse du palmier dattier. Etude *in tissu* et *in vitro* du développement morphogénétique des appareils végétatifs et reproducteurs. *Thèse de Doctorat, USTHB. Alger*, 201 p.
44. **Boumerfeg S., Baghiani A., Massaoudi D., Khennouf S. and Arrar L. (2009)** - Antioxidant properties and xanthine oxidase inhibitory effects of *Tamuscommunis* L. Root extracts. *Phytother. Res.* **23**: 283-288.
45. **Bourgeois C.M. et Larpent J.P. (1996)** - Microbiologie alimentaire : aliments fermentés et fermentations alimentaires. *Edition Techniques et documentations (Tome 2)*. 623 p.
46. **Branen A.L. Davidson P.M. and Katz B. (1980)** - Antimicrobial properties of phenolics antioxidants and lipids. *Food Technol.* **34** (5):42-63.
47. **Bross J. (2000)** - Larousse des arbres et des arbustes. *Larousse (Ed), Canada* .576p.
48. **Bruneton J. (1999)** - Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales. *Technique & Documentation, Paris*.721-741.
49. **Canja C.M., Măzârel A., Lupu M.I., Mărgean A. and Pădureanu V. (2016)** - Rôle et place des fibres alimentaires dans les produits de boulangerie. *Bulletin de l'Université Transilvania de Brasov. Série II.* **9** : 91.
50. **Catoire C., Zwang H and Bouet C. (1999)** - Le jujubier ou le *Zizyphus lotus*. Fruits oubliés. Article n°1.
51. **Choi S.H., Ahn J.B., Kozukue N., Levin C.E. and Friedman M. (2011)** - Distribution of free amino acids, flavonoids, total phenolics, and antioxidative activities of jujube (*Zizyphusjujuba*) fruits and seeds harvested from plants grown in Korea. *J. Agric. Food Chem.*, **59**: 6594-6604.
52. **Chouaibi M., Mahfoudhi N., Rezig L., Donsi F., Ferrari G. and Hamdi S. (2011)** - Nutritional composition of *Zizyphus lotus* L. seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. **6**: 1171–1177.
53. **Chung K.T. and Wei C.I. (2001)** - Are tannins a double edged sword in biology and health?. *Trends in Food Science et Technology*, **9**:168-175.
54. **Ciečlik E., Greda A. and Adamus W. (2006)** - Contents of polyphenols in fruit and vegetables. *Food Chemistry*, **94**: 135-142.
55. **Couplan F. (2000)** - Dictionnaire Etymologique de Botanique. *Delachaux et Nestlé (Eds). Paris*, 283p.

56. **Cox P-A. et Balick M-J. (1994)** - The Ethnobotanical Approach to Drug Discovery - *Scientific American*. 82-87.
57. **Dangles O., Stoeckel C., Wigand M.C. and Brouillard R. (1992)** - Two very distinct types of anthocyanin complexation: Copigmentation and inclusion. *Tetrahedron Lett.***33**: 5227-5230.
58. **Djerbi M. (1994)** - Précis de phéniculture. *F.A.O, Rome*. p191-192.
59. **Djeridane A., Yousfi M., Nadjemi B., Boutassouna D., Stocker P. and Vidal N. (2006)** -Antioxydant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolics compounds. *Food Chemistry*. **97** : 654-660.
60. **Dowson V.H.W. et Aten A. 1963** - Récolte et conditionnement des dattes. *Ed. FAO*. 396pages.
61. **Dubois M., Gilles K.A., Hamilton J.K., Rebers P.A. and Smith F. (1956)** - Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, **28**:350-356.
62. **Elfalleh W., Kirkan B. and Sarikurku C. (2019)** - Antioxidant potential and phenolic composition of extracts from *Stachystrophia*: An endemic plant from Turkey. *Crops Prod.* **127**: 212–216.
63. **Elleuch M., Besbes S., Roiseux O., Blecker C., Deroanne C., Drira N-E. and Attia H. (2008)** - Date flesh: Chemical composition and characteristics of the dietary fibre. *Food Chemistry*.**111**(3): 676-682.
64. **El-Naga E.A. and Abd El-Tawab Y.A. (2012)** - Compositional characteristics of date syrup extracted by different methods in some fermented dairy products. *Annals of Agricultural Science*. **57**(1): 29-36.
65. **El-Sohaimy S.A. and Hafez E.E., 2010** - Biochemical and nutritional characterizations of date palm fruits (*Phoenix dactylifera* L.).*J. Appl. Sci. Res.*,**6**(8):1060-1067.
66. **Epfrain K.D., Osunkwo U.A., Onyeyilli P. and Ngulde A. (1998)** - Preliminary investigation of the possible antinociceptive activity of aqueous leaf extract of *Ziziphusspina-christi* (L.) Desf. *Indian Journal Pharmacol.***30**: 271-272.
67. **Espiard E. (2002)** - Introduction à la transformation industrielle des fruits. *Ed. Tech. et Doc. Lavoisier*, Paris. 147-155.
68. **Estanove P. (1990)** - Note technique : Valorisation de la datte. In Options méditerranéennes, série A, N°11. Systèmes agricoles oasiens. *Ed. CIHEAM*.318pages.
69. **Etienne E. (2002)** - Introduction à la transformation industrielle des fruits, *Tec Lavoisier, Paris, New York*, 147-151p.
70. **Favier J.C., Ireland R.J., Laussucq C. et Feinberg M. (1993)** – Répertoire général des aliments. Table de composition des fruits exotiques, fruits de cueillette d’Afrique. *Ed. ORSTOM, Lavoisier, INRA*. **3**:27-58.
71. **Filali T. (2017)** - Conditions optimales de la germination des graines de *Ziziphus lotus* à différentes températures et durées de trempage (Provenance : Bousâada, M’sila). *Master Ecologie, Université de Tlemcen*.56pages.
72. **Gao Q.H., Wu P.T., Liu J.R., Wu C.S., Parry J.W. and Wang M. (2011)** -Physico-chemical properties and antioxidant capacity of different jujube (*Ziziphusjujuba* Mill.) cultivars grown in loess plateau of China. *Sci. Hort.***130**: 67-72.
73. **Ghazanfar S.A. (1994)** - Handbook of Arabian medicinal plants. Boca Raton: *CRC Press*.272pages.
74. **Ghedira K. (2013)** -*Zizyphus lotus* (L.) Desf. (Rhamnaceae) : Jujubier sauvage. *Ethnobotanique Monographie*. **11**:149-153.
75. **Ghedira K., Chemli R., Caron C., Nuzillard J.M., Zeches M. and Le Men-Olivier L. (1995)** - Four cyclopeptide alkaloids from *Zizyphus lotus*. *Phytochemistry.*,**38**(3): 767-772.

76. **Ghestem A., Seguin E., Paris M. and Orecchioni A. M. (2001)** - Le préparateur en pharmacie. *Ed. Médicales Internationales, Paris*. 119pages.
77. **Girotti-Chanu C. (2006)** - Etude de la lipolyse et de la synthèse de composés d'un derme sous l'effet de la cirsimarine, flavone extraite de *Microteadebilis*. *Université de Lyon, Thèse de Doctorat en Biochimie*.136pages.
78. **Glombitza K.W., Mahran G.H., Mirhom Y.W., Michel K.G. and Mtawi T.K. (1994)** - Hypoglycemic and antihyperglycemic effects of *Zizyphusspina-christi* in rats. *Planta-media*, **60**: 244-247.
79. **Graille J. (2003)** - Lipides et corps gras alimentaires. *Ed. Tec et Doc-Lavoisier*. 389 pages.
80. **Grassmann J. and E.F. Elstner E.F. (2003)** -Essential Oils: Properties and Uses. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*2<sup>nd</sup> Ed. 2177-2184.
81. **Griffiths M. and Lawes M. (2006)** - Scarification and maternal plant effects on seedling emergence in *Ziziphusmucronata* (Rhamnaceae). *Afr. J. Ecol.*, **44**: 273-276.
82. **Guillausseau, P.-J., Meas, T., Virally, M., Laloi-Michelin, M., Médeau, V., Kevorkian, J.-P., 2008** - Abnormalities in insulin secretion in type 2 diabetes mellitus. *Diabetes & Metabolism, Incretins: a new approach* 34, S43–S48.
83. **Haddadi H. (2005)** - Détermination de l'activité antioxydant de quelques fruits. *Mémoire de Magister. Université deBéjaia (FSNV)*. 76 p.
84. **Hagerman A.E., Riedl K.M., Jones G.A., Sovik K.N., Ritchard N.T., Hartzfeld P.W. and Richel T.L. (1998)** - High molecular weight plant polyphenolics (tannins) as biological antioxidants. *J. Agric.FoodChem.*, **46**: 1887-1892.
85. **Hammi K.M., Jdey A., Abdelly C., Majdoub H. and Ksouri R. (2015)** - Optimization of ultrasound-assisted extraction of antioxidant compounds from Tunisian *Zizyphus lotus* fruits using response surface methodology. *Food Chemistry*. **184**: 80-89.
86. **Han B.H.and Park M.H. (1986)** - Folk Medicine: The Art and Science. *The American Chemical Society (Ed).Washington*, 205p.
87. **Hannachi S., khitri D., Benkhalifa A. et Brac de Perrière R.A. (1998)** - Inventaire variétal du palmier Algérien. *Ed. Anep. Rouiba, Alger*. 225pages.
88. **Harborne J.B. (1989)** - Recent advances in chemical ecology. *Nat. Prod. Rep.*, **25** (7): 85-109.
89. **Harrak H.H., Reynes M., Hamouda A. and Brat P. (2005)** - Identification et comparaison des composés volatils des fruits de huit variétés de Datte Marocaines. *Fruit*.**60**: 276-278.
90. **Hartmann T., (2007)** - From wast products to ecochemicals : Fifty years research of plant secondary metabolism. *Phytochemistry*.**68** : 2831-2846.
91. **Hebi M. et Eddouks M. (2016)** - Évaluation de l'activité antioxydante de *Steviarebaudiana*. *Phytothérapie*. **14**(1):17-22.
92. **Henk J., Zwir E. et Rik L. (2003)** - Caroténoïdes et flavonoïdes contre le stress oxydatif. *Arome IngrédientsAdditifs*, **44** :42-45.
93. **Hernandez. E. (2000)** - Essential Oils : Distillation.*Encyclopedia of Separation Science*. 2739-2744.
94. **Hossain A., Hamood A. and Humaid M.T. (2016)** - Comparative evaluation of total phenols, flavonoids content and antioxidant potential of leaf and fruit extracts of Omani *Ziziphusjujuba* L. *Pacific Science Review A: Nat. Sci. Eng*. **18**: 78-83.
95. **Houghton P.J., Oh M.H., Whang W.K. and Cho J.H. (2004)** - Screening of Korean herbal medicines used to improve cognitive function for anti-cholinesterase activity. *Phytomedicine*, **11**: 544-548.

96. **Huang Y.L., Yen G.C., Sheu F. and Chau C.F. (2008)** - Effects of water soluble carbohydrate concentrate from Chinese jujube on different intestinal and fecal indices. *J. Agric. Food Chem.*, **56**:1734-1739.
97. **Hutchens A.R. (1973)** - Indian Herbage of North America. *Shambhala (Ed). Boston*, 382p.
98. **Jeyakumar S.M., Vijaya Kumar P., Giridharan N.V. and Vajreswari A. (2011)** - Vitamin A improves insulin sensitivity by increasing insulin receptor phosphorylation through protein tyrosine phosphatase 1B regulation at early age in obese rats of WNIN/Ob strain. *Diabetes, Obesity and Metabolism*.**13**(10):955-958.
99. **Jürgen R., Paul S., Ulrike S. and Reinhard S. (2009)** - Essential oils of aromatic plants with antibacterial, antifungal, antiviral, and cytotoxic properties – an overview. *Forsch Komplementmed*.**16**: 79-90.
100. **Kędzierska-Matysek M., Florek M., Wolanciuk A., Skalecki P. and Litwińczuk A. (2016)** -Characterisation of viscosity, colour, 5-hydroxymethylfurfural content and diastase activity in raw rape honey (*Brassica napus*) at different temperatures. *J. Food Sci. Technol.*, **53**(4):2092-2098.
101. **Kendri S. (1999)** - Caractéristique biochimiques de la biomasse ‘*Saccharomyces cerevisiae*’ Produite à partir des dattes ‘variété Ghars’.*Mémoire d’Ingénieur. Département d’agronomie. Batna*.51pages.
102. **Khaleel S.M.J., Jaran A.S. and Haddadin M.S.Y. (2016)** - Evaluation of total phenolic content and antioxidant activity of three leaf extracts of *Ziziphusspina-christi* (Sedr) grown in Jordan. *Br. J. Med. Med. Res.* **14**: 1-8.
103. **Kolb C.A., Kaiser M.A., Kopecky J., Zotz G., Riederer M. and Pfundel E.E. (2001)** - Effects of natural intensities of visible and ultraviolet radiation on epidermal ultraviolet screening and photosynthesis in grape leaves. *Plant Physiol.* **127**: 863-875.
104. **Kone D. (2009)** -Enquête ethnobotanique de six plantes médicinales maliennes extraction, identification d’alcaloïdes-caractérisation, quantification de polyphénols : Etude de leur activité antioxydant. *Thèse de Doctorat.France*. 189pages.
105. **Krishna H.A., Parashar O.P., Awasthi and Singh K. (2014)** - Tropical and sub tropical fruit crops: Crop improvement and varietal wealth. *Delhi:JayaPublishing House*. 1: 137-155.
106. **Lahlou M., El Mahi M. and Hamamouchi J. (2002)** - Evaluation of antifungal and molluscidal activities of Moroccan *Zizyphus lotus* (L.)Desf. *Annales Pharmaceutiques Françaises*, **60**(6) : 410-414.
107. **Le Crouéour G., Thépenier P., Richard B., Petermann C., Ghédira K. and Zèches-Hanrol M. (2002)** -Lotusine G: A new cyclopeptidealkaloïd from *Zizyphus lotus*. *Fitoterapia*. **73** : 63-68.
108. **Li H., Wang X., Li Y., Li P. and Wang H. (2009)** - Composés polyphénoliques et propriétés antioxydantes de certains vins chinois. *Chimie alimentaire*. **112**(2):454-460.
109. **Li J.W., Ding S.D. and Ding X.L. (2005)** - Comparison of antioxidant capacities of extracts from five cultivars of Chinese jujube. *Process Biochemistry*. **40**:3607-3613.
110. **Litescu, S. C.; Eremia, S and Radu, G.L.** « Methods for the Determination of AntioxidantCapacity in Food and Raw Materials », In Giardi, M.T; Rea, G. and Berra, B. (Eds.), *Bio-Farms for Nutraceuticals: Functional Food and Safety Control by Biosensors. Landes Bioscience and Springer Science*, 2010, 241–249.
111. **Lowry O.H., Rosenbrough N.J., Farr A.L.and Randall R.J. (1951)** - Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, **193**: 265- 275.
112. **Macheix J.J., Fleuriet A. and Billot J. (1990)** - Fruit Phenolics-Boca Raton, USA:*CRC Press*. 378p.

113. Mahato S.B., Nandy A.K and Roy G. (1992) -Triterpenoides. *Phytochemistry*. **32**: 2199.
114. Mansouri A., Embarek G., Kokkalou E. and Kefalas P. (2005) - Phenolic profil and antioxydant activity of the Algerian ripe date palm fruit (*Phoenix dactylifera*). *Journal Food Chemistry*. **89**:411-420.
115. Martin C. (2004) - Hémisynthèse de saponosides à hédéragénine. Etude de l'influence de la chaine osidique sur l'activité hémolytique. *Thèse de Doctorat. Paris*. 223pages.
116. Masmoudi N. (2000) - Essai de production de biomasse '*Saccharomyces cerevisiae*' à partir des dattes 'variété Ghars'.*Mémoire d'ingénieur. Département d'agronomie. Batna*.52p.
117. Maatallah S. (1970) - Contribution à la valorisation de la datte Algérienne. *Thèse Ing. I.N.A. EL-Harrach*, 78 pages.
118. Memellink J., Verpoorte R., and Kijine J.W. (2001) -Organization of jasmonate responsive gene expression in alkaloid metabolism. *Trends Plant Science*. **65**: 212-219.
119. Messaid H. (2008) - Optimisation de processus de réhydratation de système dattes sèches- Jus d'orange. *Thèse de Doctorat, UMBB*, 109 pages.
120. Messar E.M. (1996) - Le secteur phoenicicole Algérien : Situation et perspectives à l'horizon 2010. *Options Méditerranéennes*. **28**: 23-44.
121. Michel T. (2011) - Nouvelles méthodologies d'extraction, de fractionnement et d'identification: Application aux molécules bioactives de l'argousier (*Hippophaerhamnoides*). *Thèse de Doctorat, Université d'Orléans*. 287pages.
122. Molyneux P. (2004) - The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxydant activity. *Songklanakarinn J. Sci .Technol.*, **26**(2):211–219.
123. Munier P., 1973 - Le palmier dattier. *Ed Maisonneuve et Larose*. 221pages.
124. Ndhkala A.R., Kasiyamburi A., Mupure C., Chitindingu K., Benhura M.A. and Muchuweti M. (2006) - Phenolic composition of *Flacourtia indica*, *Opuntiamegacantha* and *Sclerocaryabinea*. *Food Chemistry*.**103**(1) : 82-87.
125. Noui Y. (2007) - Caractérisation physico-chimique comparative des deux tissus constitutifs de la pulpe de datte Mech-Degla. *Mémoire de Master en génie alimentaire, UMBB*.33pages.
126. O'Kennedy R. and Thornes R.D. (1997) -Coumarins: Biology, applications and mode of action. *John Wiley. Sons, Inc., New York, N.Y.*360pages.
127. Oni, S. O., Adeosun, A. M., Ladokun, O. A., Ighodaro, O. M., & Oyedele, M. (2015) - Nutritional and phytochemical profile of niger cultivated date palm (*Phoenix dactylifera* L). *Journal of Food and Nutrition Sciences*, **3**, 114e118.
128. Ouattara G. S., Soro D., Chatigre K. O. et Koffi E.K. (2016) - Caractérisation physico-chimique et sensorielle de diverses formulations de jus à base de pomme de cajou et d'ananas. *Revue Internationale des Sciences Biologiques et Chimiques*.**10**(6):2447-2460.
129. Ould El Hadj M.D., Sebihi A.H. et Siboukeur O. (2001) - Qualité hygiénique et caractéristiques physicochimiques du vinaigre traditionnel de quelques variétés de dattes de la cuvette de Ouargla. *Rev. Energ. Ren*, 87-92.
130. Paris R. et Dillemann G. (1960) - Les plantes médicinales des régions arides. *UNESCO Ed. Paris*.99pages.
131. Pawlowska A.M., Camangi F., Bader A. and Braca A. (2009) - Flavonoids of *Zizyphusjujuba* L. and *Zizyphusspina-christi* (L.) Willd (Rhamnaceae) fruits. *Food Chem.*, **112**: 858-862.
132. Pokorny J., Yanishlieva N. and Gordon M. (2001) - Antioxydants in food. *Woodhead Publishing Limited*. 153-155.

133. **Pomilio A.B, Buschi C.A., Tomes C.N. and Viale A.A. (1992)** - Antimicrobial constituents of *Gomphrenamartiana* and *Gomphrenaboliviana*. *J. Ethnopharmacol.* **36**: 155-161.
134. **Quezel P. et Santa S. (1962)** - Nouvelle flore de l'Algérie et régions désertiques méridionales. *Tome 2. Centre National de la Recherche, Paris.* 565pages.
135. **Reynes M., Bouabidi H., Piombo G. and Rirtterucci A.M. (1994)** - Caractérisation des principales variétés de dattes cultivées dans la région du Djerid en Tunisie., *Fruits* (49): 189-198.
136. **Ribéreau-Gayon, P. (1968)**- Les composés phénoliques des végétaux. Ed. *Dunod*, Paris.
137. **Rigalleau, V., Lasseur, C., Raffaitin, C., Beauvieux, M.-C., Barthe, N., Chauveau, P., Combe, C., Gin, H., 2007** - Normoalbuminuric Renal-Insufficient Diabetic Patients: A lower risk group. *Diabetes Care* **30**, 2034–2039.
138. **Rodier J. (1997)** - L'analyse de l'eau, eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer. 8<sup>ème</sup> Ed. *Dunod*. 57-65.
139. **Rsaissi N. et Bouhache M. (2002)** - La lutte chimique contre le jujubier. Programme National de transfert de Technologie en Agriculture (*PNTTA*), *DERD (Ed) Rabat.* 94pages.
140. **Rygg L. (1946)** - Compositional changes in the date fruit during growth and ripening. *USDA, Tech. Bull.* 51pages.
141. **Saadoudi M., Hambaba L., Abdeddaim M., Lebkir A., Bacha A., Boudraa S. and Zidani S. (2017)** - Nutritional composition, physical properties and sensory evaluation of biscuit produced from jujubes (Fruits of *Zizyphus lotus* L.). *Annals Science et Technologie de l'Alimentation.* **18**(3): 395-401.
142. **Sankarikutty B. and Narayanan C.S. (2003)** - Essential Oils: Isolation and Production. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition 2<sup>nd</sup> Ed.*, 2185-2189.
143. **Sarni-Manchado P. et Cheynier V. (2006)** - Les polyphénols en agroalimentaire, Ed. *Lavoisier (Tec & Doc), Paris.* 398pages.
144. **Sawaya W.N., Khalil J.K., Sati W.M. and Al-Shalat A. (1983)** - Physical and chemical characterization of three Saudi date cultivars at various stages of development. *Can. Ins. Food Sci. Technol. J.*, **16**(2):87-93.
145. **Scalbert A. (1991)** - Antimicrobial properties of tannins. *Phytochemistry*, **30**: 3875-3883.
146. **Scalbert A. and Williamson G. (2000)** - Chocolate: modern science investigates an ancient medicine dietary intake and bioavailability of polyphenols. *Journal of Nutrition.* **130**: 2073-2085.
147. **Scalbert A., Morand C., Manach C. and Rémésy C. (2002)** - Absorption and metabolism of polyphenols in the gut and impact on health. *Biomed. Pharmacother.*, **56**:276-282.
148. **Selvakumar G., Saha S. and Kundu S. (2007)** -Inhibitory activity of pine needle tannin extracts on some agriculturally resourceful microbes. *Indian J. microbial.*, **47**: 267-270.
149. **Siboukeur O. (1997)** - Qualité nutritionnelle hygiénique et organoleptique du jus de datte. *Mémoire de Magister INA, EL Harach.* 289pages.
150. **Singleton V.L. and Rossi J.A. (1965)** - Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture.* **16**(3):144-158.
151. **Sudharsan C. and Hussain J. (2003)** - *In vitro* clonal propagation of a multipurpose tree, *Ziziphusspina-christi* (L.)Desf. *Turkish Journal of Botany.* **27**: 167-171.

152. **Taouda H., Mrani Alaoui M., Errachidi F., Chabir R. and Aarab L. (2014)** - Etude comparative des caractéristiques morpho-métriques et biochimiques des dattes vendues sur le marché régional de FES/Maroc. *Revue Internationale de l'Innovation et des Etudes Appliquées*. **8**:1-10.
153. **Toutain G. (1996)** - Rapport synthèse de l'atelier "Techniques culturelles du palmier dattier". In : Options méditerranéennes, série, N° 28. Le palmier dattier dans l'agriculture d'oasis des pays Méditerranéens. Ed. IAM. Zaragoza. Spain, 201-205.
154. **Tripathi M.K., Santra A., Chaturvedi O.N. and Karim S.A. (2004)** - Effect of sodium bicarbonate supplementation on ruminal fluid pH, feed intake, nutrient utilization and growth of lambs fed high concentrate diets. *Animal feed science and technology*. **111**: 27-39.
155. **Wang C., Cheng D., Cao J. and 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.
156. **Yahia Y., Benabderrahim M.A., Tlili N., Bagues M. and Nagaz K. (2020)** - Bioactive compounds, antioxidant and antimicrobial activities of extracts from different plant parts of two *Ziziphus* Mill. Species. *PLoS ONE*. **15**(5): 3-7.
157. **Yang C., Landau J., Huang M. and Newmark H. (2001)** -Inhibition of carcinogenesis by dietary polyphenolic compounds. *Annual Review of Nutrition*. **21**:381-406.
158. **Youssef M.K.E., El-Geddawy M.A.H., El-Rify M.N. and Ramadan B.R. (1992)** - Study of amino acid, organic acid and free sugar composition of new valley dates and certain date products. *Acta Alimentaria*. **21**:325-335.
159. **Zhao Z.H., Liu M.J. and Tu P.F. (2008)** - Characterization of water soluble polysaccharides from organs of Chinese jujube (*Ziziphus jujuba* Mill. cv. Dongzao). *Eur. Food Res. Technol.*, **226**:985-989.
160. [www.eufic.org](http://www.eufic.org)

---

# *RÉSUMÉS*

---

## Bioactive compounds and antioxidant activity of extracts from *Ziziphus lotus* and date fruits

Wild jujube and date, as a widespread fruits in Algeria, are well known for their medicinal and food uses and has been consumed since ancient times. The aim of the present study was to screen the content of total polyphenols, flavonoids with the radical scavenging capacity and the physicochemical analysis of leaves, fruits extracts of *Ziziphus lotus* and date fruit from arid region. Meta-analysis showed that both fruits extracts presented the highest phenolic compounds and highest total antioxidant capacity. Some therapeutic uses of *Ziziphus lotus* and date fruit such as antibacterial, antioxidant, sedative, hepato-protective and anti-hyperlipidemic activities have been shown in modern pharmacological studies. The main study showed that the studied fruits of *Ziziphus* and date are an excellent source of natural bioactive molecules that could be an interesting material for industrial, food and therapeutic purposes.

**Keywords:** *Ziziphus lotus*, date, bioactive compounds, antioxidant.

## Composés bioactifs et activité antioxydante des extraits de *Ziziphus lotus* et des dattes

Le jujube sauvage et les dattes, en tant que fruits répandus en Algérie, sont bien connus pour leurs utilisations médicinales et alimentaires et sont consommés depuis l'Antiquité. Le but de la présente étude était de déterminer la teneur en polyphénols totaux, flavonoïdes et l'activité antioxydante ainsi que l'analyse physicochimique des extraits des feuilles et fruits de *Ziziphus lotus* et des fruits des dattes des régions arides. La méta-analyse a montré que les deux extraits de fruits présentaient des taux élevés en composés phénoliques et une activité antioxydante totale très importante. Certaines utilisations thérapeutiques de *Ziziphus lotus* et des dattes ont été démontrées dans des études pharmacologiques modernes, telles que les activités antibactériennes, antioxydantes, sédatives, hépato-protectrices et anti-hyperlipidémiques. L'étude principale a montré que les fruits étudiés de *Ziziphus* et des dattes sont une excellente source de molécules bioactives naturelles qui pourraient être un matériel intéressant à des fins industrielles, alimentaires et thérapeutiques.

**Mots-clés:** *Ziziphus lotus*, datte, composés bioactifs, antioxydant.

## المركبات النشطة بيولوجيا ونشاط مضادات الأكسدة لمستخلصات السدر و التمر

يعتبر النبق والتمر من الفواكه المنتشرة في الجزائر، وهما معروفان جيداً باستخداماتهما الطبية والغذائية وقد تم استهلاكهما منذ العصور القديمة. الهدف من هذه الدراسة هو فحص محتوى البوليفينول الكلي والفلافونويد و النشاط المضاد للأكسدة وكذلك التحليل الفيزيوكيميائي لمستخلصات أوراق وثمار السدر والتمر المزروعة في المناطق الجافة. أظهرت التحاليل أن كل المستخلصات المدروسة تحتوي على أعلى نسبة من المركبات الفينولية وتتميز بقدرة مضادة للأكسدة جد عالية. كما أظهرت الدراسات الدوائية الحديثة بعض الخصائص العلاجية للنبق و التمر مثل مضادات الجراثيم ومضادات الأكسدة والمهدئات و حماية الكبد و مخفضات لنسبة الدهون. نستنتج من الدراسة الرئيسية أن ثمار شجرة السدر والتمر مصدر ممتاز للمواد الطبيعية النشطة بيولوجيا والتي يمكن أن تكون مواد مثيرة للاهتمام للأغراض الصناعية والغذائية والعلاجية.

**الكلمات المفتاحية:** النبق، تمر، مركبات نشطة بيولوجيا، مضاد للأكسدة.