

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLICQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
جامعة عمار ثليجي بالأغواط  
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT  
كلية العلوم  
FACULTE DES SCIENCES  
قسم البيولوجيا  
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



## Mémoire

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

*Filière : Sciences Biologiques*

*Option : Biochimie Appliquée*

*Présente Par : SAIDOUN Meriem*

### THEME

---

**Etude phytochimique et de l'activité antioxydante de  
trois variétés de dattes d'Algérie (*Phoenix dactylifera L.*)**

---

Soutenu publiquement devant le jury composé de :

<b>Mr. CHAIBI Rachid</b>	M.C.A	Président
<b>Mr. LEBOUKH Mourad</b>	M.A.A (ENS OUARGLA)	Examinateur
<b>Mr. GOUZI Hicham</b>	professeur (UATL)	rapporteur
<b>Mr. BENACEUR Farouk</b>	M.C.A (UATL)	Co-rapporteur

*Année Universitaire 2019-2020*

## Dédicaces

À ma Mère et à mon Père,

J'exprime mes sincères remerciements et toute ma reconnaissance pour leurs efforts, sans lesquels je n'aurai jamais pu achever mes études.

A mes sœurs :nour el houda,khawla,loubna et zineb

A mon frère fares.

Mes chères amis wafa et nesrine pour leurs encouragements

permanents, et leur soutien moral,

Toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours

universitaire,

*meriem*

## Remerciement

Je tiens tout d'abord à remercier notre Dieu "Allah" le tout puissant et miséricordieux, qui ma donnée la force et la patience pour accomplir ce modeste travail.

En second lieu, je tiens à remercier mes encadreurs Monsieur GOUZI HICHAM pour avoir accepté de diriger ce travail, et pour leur précieux conseils, de leur aide et de m'avoir encouragé durant toute la période de réalisation de ce travail.

Je remercie également tous les membres du jury, d'avoir accepté d'examiner mon travail.

Je tiens à remercier aussi mes chers parents, pour leur contribution, leur soutien et leur patience.

## Sommaire

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

### Partie 1 : Synthèse bibliographique

#### Chapitre 1 : Généralité sur les palmiers et les dattes

1. Le palmier dattier.....	2
1.1. Historique .....	2
1.2. Généralités sur le palmier dattier .....	2
1.3. Etymologie .....	3
1.4. Systématique du <i>Phoenix dactylifera</i> .....	4
1.5. Production de dattes et répartition géographique.....	4
2. La datte.....	4
2.1. Le fruit « la datte ; Tmar » .....	4
2.2. Morphologie de la datte .....	5
2.3. Composition biochimique de la datte .....	6
2.4. Les variétés des dattes étudiées .....	8

#### Chapitre 2 : Les oxydants, les antioxydants et le stress oxydatif

1. Antioxydants.....	10
1.1. Les antioxydants synthétiques .....	10
1.2. Les antioxydants naturels .....	10
2. Stress oxydant : Stress oxydatif .....	10
2.1. Les maladies liées au stress oxydatif .....	11
3. Les radicaux libres.....	11

#### Chapitre 3 : les composés phénoliques et les flavonoïdes

1. Définition .....	12
2. Classification des composés phénoliques .....	13
2.1. Les acides phénoliques .....	13
2.2. Les flavonoïdes .....	14
2.3. Tanins .....	15

#### Matériels et méthodes

1. Matériels.....	16
1.1. Matériel biologique .....	16
1.2. Produits chimiques .....	16
2. Méthodes .....	16
2.1. Préparation de l'extrait méthanolique .....	16
2.2. Tests phytochimiques .....	17
2.2.1. Les composés réducteurs .....	17
2.2.2. Les tannins .....	17
2.2.3. Terpenoïde .....	17

2.2.4. Coumarine .....	17
2.2.5. Flavonoïde .....	17
2.3. Dosage de quelques constituants phytochimiques .....	18
2.3.1. Dosage des phénols totaux .....	18
2.3.2. Dosage des flavonoïdes .....	19
2.3.3. Dosage des caroténoïdes .....	20
2.4. Evaluation des activités antioxydante et antiradicalaire .....	20
2.4.1. Piégeage du radical 2,2 diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH•).....	20
2.4.2. Puissance antioxydante de réduction du fer (analyse FRAP) .....	22
2.4.3. Test ABTS .....	23

## **Résultats et discussion**

1. Rendement d'extraction .....	25
2. Tests phytochimiques .....	25
3. Teneur en polyphénols totaux, en flavonoïdes et en caroténoïdes .....	26
4. Détermination du pouvoir antioxydant et antiradicalaire .....	28
4.1. Du piégeage du radical DPPH .....	28
4.2. Test de piégeage du radical ABTS .....	30
4.3. Evaluation du pouvoir réducteur de l'ion ferrique (FRAP).....	31
<b>Conclusion.....</b>	<b>32</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>33</b>

# Liste des tableaux

**Tableau 1 :** Teneur en sels minéraux pour 100g des dattes dénoyautées.

**Tableau 2 :** Composition biochimique des noyaux de dattes Irakiennes

**Tableau 3 :** Les principales classes de composés phénoliques

**Tableau 4:** Les rendements d'extraction des extraits méthanoliques de trois variétés de datte (*Phoenix dactylifera* L.) d'Algérie.

**Tableau 5 :** Résultats des tests phytochimique sur sept variétés des dattes.

**Tableau 6:** Les teneurs en polyphénols totaux, flavonoïdes et en caroténoïdes des extraits méthanoïques de trois variétés de datte (*Phoenix dactylifera* L.) d'Algérie.

**Tableau 7 :** Les valeurs d'EC<sub>50</sub> des activités antioxydants de l'extrait méthanolique de trois variétés de datte (*Phoenix dactylifera* L.) d'Algérie et de l'acide ascorbique obtenues par les tests DPPH, ABTS et FRAP.

# Liste des figures

**Figure 1 :** Palmier dattier Phoenix.

**Figure 2 :** Schéma du palmier dattier.

**Figure 3 :** Variété de datte (Tantbouchet).

**Figure 4 :** Fruit et graine du dattier.

**Figure 05 :** Caractéristiques morphologiques de datte de variété Tekerbouchet (**Meriem, 2020**).

**Figure 06:** Caractéristiques morphologiques de datte de variété Timjuhart (**Meriem, 2020**).

**Figure 07 :** La variété de dattes (Degla-Baida) (**Meriem, 2020**).

**Figure08.** Structure du phénol

**Figure 09 :** exemple de dérivés de l'acide benzoïque identifiés chez des plantes halophytes

**Figure 10 :** exemple de dérivés de l'acide hydroxycinnamique rencontrés chez des plantes (**Ksouri et al, 2012**).

**Figure 11 :** structure de base des flavonoïdes.

**Figure 12 :** squelette de base des sous classe de flavonoïdes (**Fiorucci, 2006**).

**Figure 13 :** extraction par macération.

**Figure14 :** Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux.

**Figure 15 :** Courbe d'étalonnage de quercétine (mg/ml) pour le dosage des flavonoïdes.

**Figure 16 :** Réaction d'un donneur d'hydrogène (antioxydant) avec le radical DPPH<sup>•</sup>

**Figure17 :** Structure des formes réduite et du radical cation de l'ABTS (**Prouillac, 2006**).

**Figure 18:** Pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH<sup>•</sup> en fonction des concentrations des extraits méthanoliques de trois variétés de datte (*Phoenix dactylifera* L.) d'Algérie (A) et d'acide ascorbique (B).

**Figure 19:** Courbes représentant la variation du pourcentage de réduction d'ABTS en fonction de la concentration des extrais méthanoliques de trois variétés de datte (*Phoenix dactylifera* L.) (A) et de la concentration d'acide ascorbique (B).

**Figure 20:** Résultats du pouvoir réducteur du fer des extraits méthanoliques de trois variétés de datte (*Phoenix dactylifera* L.) (A) et d'acide ascorbique (B).

## Liste des abréviations

<b>abréviation</b>	<b>Nom complet</b>
<b>DPPH</b>	1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl.
<b>NaOH</b>	Sodium hydroxide.
<b>KH<sub>2</sub> PO<sub>4</sub></b>	potassium dihydrogenphosphate
<b>Na<sub>2</sub> HP<sub>4</sub></b>	Sodium hydrogen phosphate.
<b>Na<sub>2</sub> CO<sub>3</sub></b>	Sodium carbonate.
<b>Al</b>	Aluminum
<b>ArOH</b>	Polyphénols : Composé aromatique
<b>Abs<sub>c</sub></b>	Absorbance du contrôle
<b>Abs<sub>e</sub></b>	Absorbance de l'échantillon testé
<b>ARP</b>	Puissance anti radicalaire
<b>FRAP</b>	Fluorescence recovery after photobleaching
<b>TPTZ</b>	Tripyri-dyltriazine
<b>FeCl<sub>3</sub></b>	Ferric chloride
<b>ABTS</b>	2,2-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid)
<b>ABTS<sup>•+</sup></b>	Forme radicalaire de l'ABTS
<b>A<sub>0</sub></b>	Absorbance de la réaction de commande (en absence d'extrait).
<b>A<sub>E</sub></b>	Absorbance en présence de l'extrait.
<b>IC<sub>50</sub></b>	Concentration efficace à 50%
<b>ROS</b>	Reactive oxygen species
<b>EAG</b>	Equivalent d'acide gallique
<b>BHA</b>	beta hydroxy acide
<b>g/l</b>	gramme par liter
<b>Mg</b>	milligramme
<b>Min</b>	minute
<b>ml</b>	millilitre

# **INTRODUCTION**

Le palmier dattier (*Phœnix dactylifera* L.) est considéré comme l'arbre des régions désertiques du globe connues pour leur climat chaud et sec. En raison de ses vertus alimentaires, écologiques, sociales et économiques, le palmier dattier est l'arbre fruitier le plus apprécié par les populations des oasis (**Trichine., 2010**).

L'Algérie avec la richesse et la diversité du patrimoine de palmiers dattiers, plus de 13 millions de palmiers et 940 cultivars sont recensés avec une production totale de dattes évaluée à 440 000 tonnes/an (**Hannachi et al.,1998; MA/DSAEE, 2001**), compte parmi les grands producteurs de datte en occupant le 7<sup>ème</sup> rang mondial. La production de dattes en Algérie a connu une hausse avec plus de 8,5 millions pour l'année2012, contre 7,8 millions lors de la campagne 2010-2011, ainsi que 6,5 millions durant la saison 2009-2010 (**Dounia B., Iman B. 2015**).

Ces dernières années ont connu une exploitation appréciable des palmiers, les fruits notamment (**Ben Abbes, 2011**). La datte (*Phoenix dactylifera* L.) est le fruit du palmier dattier, produit dans les régions sahariennes et considéré comme un aliment de grande importance pour la population habitant ces régions (**Daas Amiour, 2009**).

L'objectif principal de notre étude consiste à la recherche du pouvoir antioxydant des extraits bruts de trois variétés de dattes, Degla Baida, Tekerbouchet et Timjoughert, provenant de la région de Laghouat en utilisant le méthanol comme solvant d'extraction .

La présente étude a été scindée en trois parties :

**La première partie :** est consacrée à l'étude bibliographique, le palmier dattier (*Phœnix dactylifera* L), la datte, les antioxydants et le stress oxydatif.

**La deuxième partie :** décrit les principales les procédures expérimentales.

**Dans la troisième partie :** nous discutons les résultats obtenus. Enfin, une récapitulation succincte des résultats ainsi que les perspectives ouvrant la voie à des études ultérieures, sont regroupées dans la conclusion.

# **CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LES PALMIERS ET LES DATTES**

## I- Palmier dattier

### 1-Historique

Le palmier dattier est l'un des arbres fruitiers le plus anciennement cultivé. Les documents les plus anciens en Mésopotamie (Irak actuellement) montrent que sa culture se pratique depuis 3500 ans avant (J.C). Dans la même époque, les dattiers étaient cultivés en Irak occidental, à travers l'Arabie et jusqu'en l'Afrique du Nord (Fig 01).

Ce n'est qu'au milieu du XIX ème siècle que les plantations furent établies dans les vallées chaudes de Californie et dans l'Arizona méridional. Au cours des siècles et au Maghreb, le palmier a fait l'objet de différentes plantations réparties dans les lieux disposants relativement d'eau. Le palmier dattier permet une pérennité de la vie dans les régions désertiques. Ses fruits sont un excellent aliment grâce à leurs effets toniques et légèrement laxatifs (**Hassina et Hayet, 2018**).



**Figure 01** : Palmier dattier *Phoenix dactylifera* L.

### 2-Généralités

*Phoenix dactylifera* est une espèce dioïque, monocotylédone, appartenant à la famille des Palmaceae, et à la sous-famille des Coryphineae. La famille des Palmaceae compte environ 235 genres et 4000 espèces (**Munier, 1973**).

Le palmier est une composante essentielle de l'écosystème oasien (**Toutain et al., 1990**), grâce à sa remarquable adaptation aux conditions climatiques, la haute valeur

nutritive de ses fruits , les multiples utilisations des ses produits (Bousdira et al., 2003 ; Bakkaye, 2006) et sa morphologie favorisant d'autres cultures sous-jacentes (El Homaizi, 2002).

### 3-Etymologie

Le palmier dattier est une mono cotylédone nommée *Phoenix dactylifera* par Carl von Linné en 1753<sup>1</sup>. *Phoenix* dérive de phonix, un mot grec pour désigner le dattier. *Dactylifera* dérive du grec *dactulos* qui signifie doigt, en relation avec la forme du fruit. (Amin B, 2009).

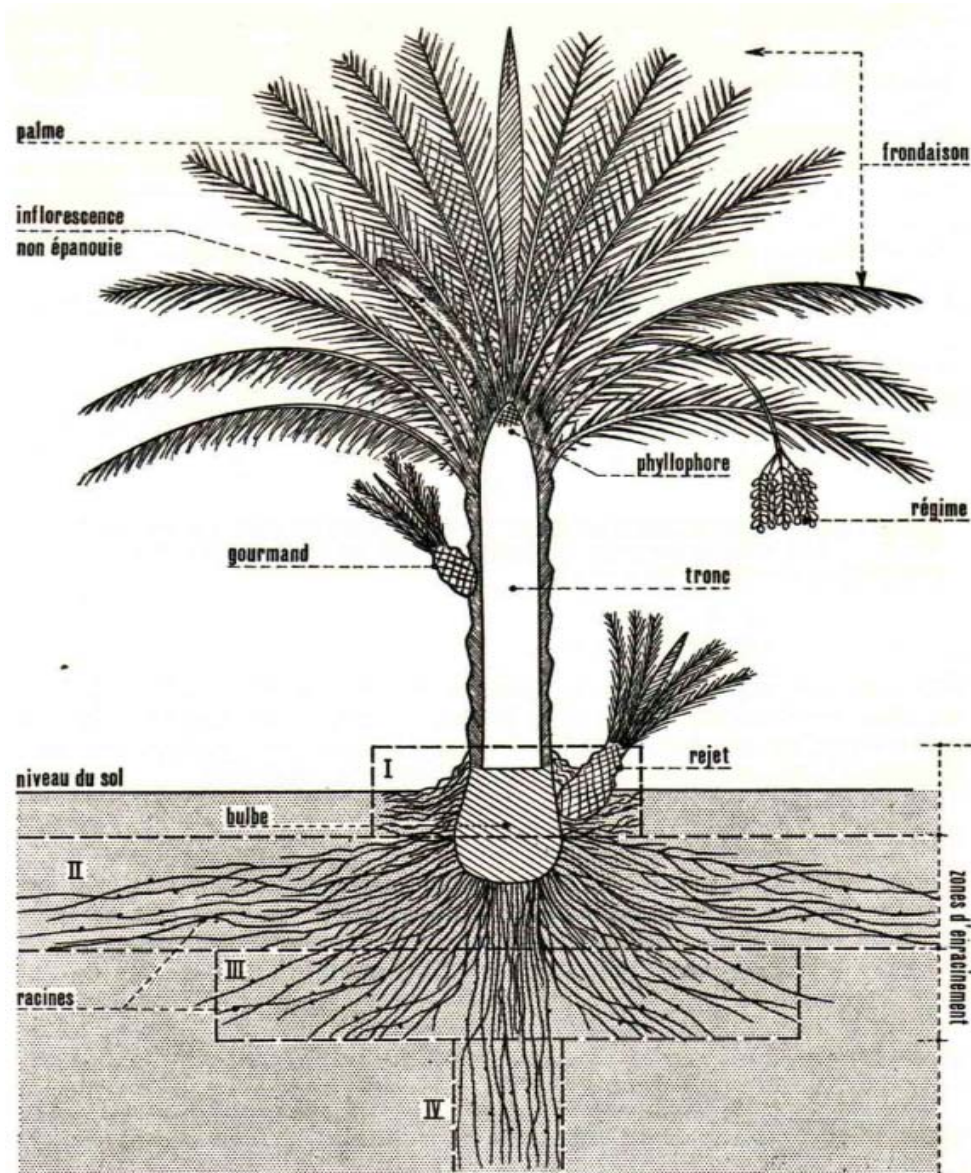


Figure 2 : Schéma du palmier dattier (Munier, 1973).

## 4- Systématique

Le genre Phoenix comporte au moins douze espèces, parmi eux est dactylifera (Nixon, 1950), Sa position systématique actuelle, basée sur des données récentes de International Code of Botanical Nomenclature:

<b>Embranchement</b>	Angiospermes
<b>Classe</b>	Monocotylédones
<b>Ordre</b>	Arecales
<b>Famille</b>	Acéracées
<b>Sous- famille</b>	Coryphoidées
<b>Tribu</b>	Phoenicées.
<b>Genre</b>	Phoenix
<b>Espèce</b>	<i>Phoenix dactylifera</i> L (Fadlaoui, 2017).

## 5- Production de dattes et répartition géographique du palmier dattier

La production est estimée à 492.217 tonnes dont 244.636 tonnes (50 %) de dattes demi molles (Deglet Nour), 164.453 tonnes (33 %) des dattes sèches (Degla Beida et analogues) et 83.128 tonnes soit 17 % des dattes molles (Ghars et analogues). Actuellement, la palmeraie algérienne est constituée de plus de 11 millions de palmiers répartis à travers 09 wilayas sahariennes : Biskra, El-Oued, Ouargla, Ghardaïa, Adrar, Béchar, Tamanrasset, Illizi et Tindouf. Le palmier dattier se trouve également dans d'autres wilayas situées dans des zones de transition entre la steppe et le Sahara que l'on considère par rapport aux palmeraies sahariennes, de « marginales » (Buelguedj, 2007).

En Algérie, la superficie occupée par le palmier dattier couvre 103.129ha. Elle diffère d'une wilaya à une autre. La superficie la plus importante concerne les wilayas de Biskra et d'El-Oued atteignant toutes les deux 53.533ha soit 52%, soit plus de la moitié de la superficie totale par le palmier dattier (Djoudi, 2013).

## II-La datte

### 1-Le fruit « la datte :Tmar »

Le fruit du Palmier Dattier est une baie appelée « Datte, Tmar en arabe», contenant une seule graine « noyau » après fécondation, l'ovule évolue pour donner un fruit de couleur verte (taille d'un pois puis d'un fruit de raisin jusqu'à la taille normale de la datte) (Sedra, 2003). Elle est de forme généralement allongée, oblongue ou arrondie, ovoïde, parfois

sphérique. Cas de la variété TANTEBOUCHET, elle est composée d'un noyau, ayant une consistance dure, entouré de chair (Rima A, 2013) (Fig 3).



Figure 3 : Variété de Datte (TANTBOUCHET).

## 2-Morphologie

La partie comestible de la datte, est dite « Chair » ou « pulpe », donc elle se compose de : (Hassina A et Hayet R,2018).

- **Partie comestible**, représentée par le mésocarpe dont la consistance peut être selon les variétés, le climat ainsi que la période de maturation :

- Molle ; le mésocarpe est très humidifié avec peu de saccharose (31% d'eau).
- Demi molle ; telle que la Deglet Nour (18% d'eau).
- Sèche ; telle que la Deglet Beida, Hamraia et la Mech Degla (12% d'eau) (Fig 04).

- **Partie non comestible** : formée par la graine ou le noyau, ayant une consistance dure. Le noyau représente 10% à 30% du poids de la datte (fig. 05) (Hassina A et Hayet R,2018).

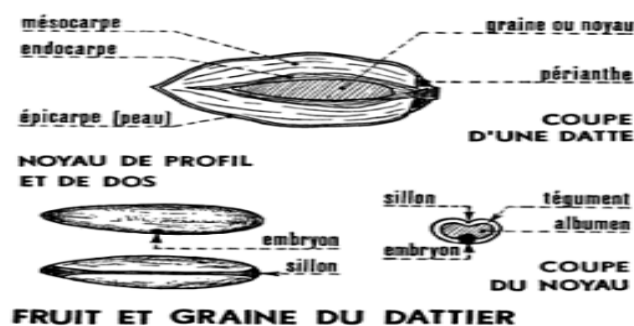


Figure 04 : Fruit et graine du dattier (Munier, 1973).

### 3-Composition biochimique

#### 3.1 Composition biochimique de la partie comestible « pulpe »

La datte est constituée de deux parties, une qui est comestible, représentée par la pulpe (mésocarpe), et l'autre, non comestible, qui est le noyau, ayant une consistance dure. Ce dernier représente 10 à 30% du poids de la datte, il est constitué d'un albumen protégé par une enveloppe cellulosique. Selon Estanove (1990), la datte se compose essentiellement d'eau, de sucres réducteurs « glucose et fructose » et de sucres non réducteurs, « saccharose ». Les constituants non glucidiques représentent les protides, les lipides, la cellulose, les cendres (sels minéraux), les vitamines et les enzymes.

**L'eau :** La teneur en eau des dattes évolue en fonction du stade de maturation. L'humidité décroît des stades verts au stades mûrs (Booij et al., 1992). La teneur en eau varie d'une classe à une autre, les dattes de consistances molles ont une humidité supérieure à 20%, par contre les dattes sèches ont une humidité inférieure à 20% et les dattes de consistance demi-molles ont une humidité variant entre 20-30% (Munier, 1973).

**Les sucres totaux et sucres réducteurs :** Les sucres sont les constituants majeurs de la datte. L'analyse des sucres de la datte a révélé essentiellement la présence de trois types de sucres : le saccharose, le glucose et le fructose (ESTANOVE., 1990 ; ACOURENE et al., 1997).

**Les fibres :** La datte est riche en fibres, elle en apporte 8.1 à 12.7 % du poids sec (Al-Shahib et Marshall, 2002).

**Les protéines :** Les dattes sont caractérisées par une faible teneur en protéines. Elle varie entre 0,38 et 2,5% du poids sec (RAZI., 1993).

**Les acides gras :** La datte renferme une faible quantité de lipides. Leur taux varie entre 0,43 et 1,9 % du poids frais, qui se concentre dans l'épicarpe (OULAMARA., 2001).

**Les éléments minéraux :** L'étude de 58 variétés de dattes cultivées dans la région des Ziban, montre que le taux de cendres est compris entre 1,10 et 3,69 % du poids sec, la datte est l'un des fruits les plus riches en éléments minéraux, essentiellement le potassium, le magnésium, le phosphore et le calcium (Tableau 1) (ACOURENE et al., 1997).

**Tableau 1 :** Teneur en sels minéraux pour 100g des dattes dénoyautées (SIBOUKEUR, 1997).

Eléments minéraux	Teneur en mg
Potassium	649 -754
Chlore	268 -290
Calcium	58.3 -67.8
Phosphore	54.8 -63.8
Magnésium	50.3 -58.5
Soufre	43.8 -51.10
Sodium	4.1 -4.8
Fer	1.3 -2.0
Cuivre	0.18 -0.2

**Les vitamines :** La pulpe de dattes contient des vitamines en quantités variables avec les types de dattes et leur provenance. En général, elle contient des caroténoïdes et des vitamines du groupe B en quantités appréciables, mais peu de vitamine C (Munier, 1973).

**Les composés phénoliques :** L'analyse qualitative des composés phénoliques de la datte a révélé la présence des acides cinnamiques, des flavones, des flavonones et des flavonols (Mansouri et al , 2005).

**Les enzymes :** Les enzymes jouent un rôle important dans le processus de conversion se produisant pendant le stade de formation et la maturation du fruit (Ben Abbes, 2011).

Bien que 95% des constituants sont cités ci- dessus, il existe d'autres composés sous forme de traces dans la partie comestible tels que :

- Les acides organiques : l'acide citrique, l'acide malique.
- Les substances volatiles : l'éthanol, l'isobutanol, l'isopentanol.
- Les pigments : les caroténoïdes, la chlorophylle. (Benchabane, 1996).

### 3.2 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 (Espirad, 2002). Le tableau 6 révèle la composition biochimique des noyaux de dattes irakiennes

**Tableau 02 :** Composition biochimique des noyaux de dattes Irakiennes (Munier, 1973).

Constituants	Teneur en %
Eau	6.46
Glucides	62.51
Protides	5.22
Lipides	8.49
Cellulose	16.20
Cendres	1.12

## 4. Les variétés des dattes étudiées

### 4.1 Variété Tekerbouchet

Elle est composée d'une pulpe, ayant une consistance demie molle (Djouab, 2007). La forme de cette variété est Arrondie. À maturité, la dattes est d'une couleur noire ambrée avec un épicarpe lisse légèrement peu plissé, le mésocarpe présente une couleur beige et une texture fibreuse (Figure 05).



**Figure 05 :** Caractéristiques morphologiques de dattes de variété Tekerbouchet (Meriem, 2020).

#### 4.2 Variété Timjouhart

La datte est de forme ovoïde Allongée, légèrement aplatie du coté périanthe. Au stade Tmar, la couleur est Marron foncé avec des fibres beige sur un côté, avec un épicarpe peu lisse, brillant et de consistance demi molle. Le mésocarpe est fin, de texture Fibreuse (Figure 06) (Djouab, 2007).



**Figure 06:** Caractéristiques morphologiques de datte de variété Timjuhart (Meriem, 2020).

#### 4.3 La Degla Baida (garbai)

Elle a une forme sub-cylindrique et à maturité complète, sa couleur est beige. L'épicarpe est épais et lisse. Le mésocarpe est charnu, de consistance sèche et de texture farineuse (Belguedj, 1996).



**Figure 07 :** La variété de dattes (Degla-Baida) (Meriem, 2020).

## **CHAPITRE 2 : LES OXYDANTS, LES ANTIOXYDANTS ET LE STRESS OXYDATIF**

## **I- Les antioxydants**

Les agrumes sont importants en raison de leurs propriétés nutritionnelles et anti-oxydantes.

Les antioxydants les plus connus sont les caroténoïdes (surtout  $\beta$ -carotène), l'acide ascorbique, les tocophérols (vitamine E) et les polyphénols. Ces derniers incluent les flavonoïdes, les tanins et les acides phénoliques (**Hercberg et al, 2004**).

Les antioxydants sont des composés qui peuvent atténuer, inhiber ou prévenir l'oxydation des matières oxydables en éliminant les radicaux libres et en diminuant le stress oxydatif (**Kim et Lee., 2004**). Les antioxydants sont classés selon différents critères:

- Leur origine : naturelle ou synthétique.
- Leur nature : hydrosoluble ou liposoluble.
- Leur mode d'action : primaires ou secondaires.

### **1. Les antioxydants synthétiques**

Les plus utilisés dans l'industrie agroalimentaire sont: butylate hydroxyanisole (BHA), butylate hydrox toluène (BHT), propylgallate et le tert-butyle hydroxyquinone. Mais leur emploi est astreint à des règlements rigoureux à cause des soupçons qui planent sur leur toxicité (troubles Hépatiques et cancers) (**Gulcin Et Al., 2010**).

### **2. Les antioxydants naturels**

Ils incluent des espèces chimiques différentes (composés phénoliques, vitamines...etc.) qui sont d'origine végétale pour la plupart (**Berger, 2005**).

## **II- Le stress oxydant**

Dans les circonstances quotidiennes normales, des radicaux libres sont produits en permanence et en faible quantité, et cette production physiologique est parfaitement maîtrisée par des systèmes de défense, d'ailleurs adaptatifs par rapport au niveau de radicaux présents. Dans ces circonstances normales, dit que la balance antioxydants/pro-oxydants est en équilibre. Si tel n'est pas le cas, que ce soit par déficit en antioxydants ou par suite d'une surproduction énorme de radicaux libres, l'excès de ces radicaux est appelé stress oxydant (**Favier, 2003**).

Chaque individu ne possède pas le même potentiel antioxydant selon ses habitudes alimentaires, son mode de vie, ses caractéristiques génétiques ou l'environnement dans lequel il vit (**Diallo, 2005**).

### **1. Les maladies liées au stress oxydatif**

En faisant apparaître des molécules biologiques anormales et en surexprimant certains gènes, le stress oxydant sera la principale cause initiale de plusieurs maladies: cancer, cataracte, sclérose latérale amyotrophique, syndrome de détresse respiratoire aiguë, œdème pulmonaire, vieillissement accéléré, Alzheimer, Parkinson, infections intestinales, rhumatisme, l'athérosclérose, le diabète (**Atawodi, 2005 ; Georgetti et al., 2003**).

### **2. Les radicaux libres**

Un radical libre est une espèce, atome ou molécule, contenant un électron non apparié. Ce déséquilibre n'est que transitoire et il est comblé soit par l'acceptation d'un autre électron soit par le transfert de cet électron libre sur une autre molécule. Ces espèces radicalaires très instables et très réactives sont produites d'une manière continue au sein de notre organisme, dans le cadre de nombreux phénomènes biologiques. Par exemple, lors de la respiration cellulaire, l'oxygène moléculaire se transforme en diverses substances oxygénées, communément appelées radicaux libres de l'oxygène ou espèces réactives oxygénées (ERO) (**Gutteridge, 1993**). Sa durée de vie est très courte (quelques millisecondes voir quelques nanosecondes) et il est symbolisé par un point qui indique où l'électron libre se situe (exemple :<sup>•</sup>OH) (**Mac Laren, 2007; Sayre et al., 2008; Gotte et al., 2008**).

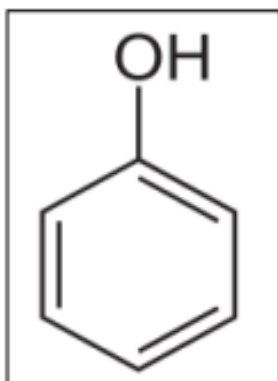
**CHAPITRE III : LES COMPOSES PHENOLIQUES ET LES  
FLAVONOÏDES**

## I- Composés phénoliques

### 1. Définition

Les composés phénoliques sont des métabolites secondaires synthétisés par les végétaux, non essentiels à la survie de la plante. Au niveau végétal, les composés phénoliques sont un moyen de défense contre le rayonnement U.V, les agressions par les pathogènes et ils contribuent à la pigmentation des plantes (**Manach et al., 2004; Ignat et al., 2011**). Ils sont caractérisés par la présence d'un cycle aromatique et d'un ou plusieurs groupements phénoliques dans leur structure (Figure 08) et se différencient par le nombre et l'enchaînement des noyaux aromatiques, le nombre et la position des groupes hydroxyles ainsi que la présence de divers substituant (groupes alkyles, glycosyles, acides organiques...) (**Macheix et al., 2006; Hollman et al., 2010**).

**Tableau 3** : Les principales classes de composés phénoliques (**Harborne, 1980; Macheix et al, 1990**).



**Figure08.** Structure du phénol

Squelette carboné	Classe	Exemple	origine
C <sub>6</sub>	Phénols simples	Catéchol	
C <sub>6</sub> -C <sub>1</sub>	Acides hydroxybenzoïques	<i>p</i> -Hydroxybenzoïque	Epices, fraise
C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub>	Acides hydroxycinnamiques	Acides caféique, férulique	Citrus
	Coumarines	Scopolétine, esculétine	Citrus
C <sub>6</sub> -C <sub>4</sub>	Naphtoquinones	Juglone	Noix
C <sub>6</sub> -C <sub>2</sub> -C <sub>6</sub>	Stilbènes	Resvératrol	Vigne
C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub> -C <sub>6</sub>	Flavonoïdes		
	• Flavonols	Kaempférol, quercétine	Fruits, légumes, fleurs
	• Anthocyanes	Cyanidine, pélargonidine	Fleure, fruits rouges
	• Flavanols	Catéchine, épicatechine	Pomme, raisin
	• Flavanones	Naringénine	Citrus
	Isoflavonoïdes	Déidzéine	Soja, pois
(C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Lignanés	Pinorésinol	Pin
(C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub> ) <sub>n</sub>	Lignines		Bois, noyau des fruits
(C <sub>15</sub> ) <sub>n</sub>	Tannins		Raisin rouge, Kaki

## 2. Classification des composés phénoliques

Ils forment une immense famille de plus de 8000 composés naturels qui sont divisés en plusieurs catégories : les flavonoïdes, les tanins, les acides phénoliques, les coumarines, les lignanes et d'autres classes existent en nombres considérables (Dacosta, 2003). Les plus importants sont: les acides phénols, les flavonoïdes et les tanins (Lounis, 2012).

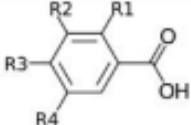
### 2.1. Les acides phénoliques

Un acide-phénol (ou acide phénolique) est un composé organique possédant au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique (Ignat *et al.*, 2011). Il sont présentés par deux sous-classes, les acides hydroxybenzoïque et les acides hydroxycinnamiques.

#### 2.1.1. Les dérivés de l'acide hydroxybenzoïque

Ils dérivent de l'acide benzoïque et ont structure de base de type C6-C1 (Ignat *et al.*, 2011). Ces acides hydroxybenzoïque sont très communs, aussi bien sous forme libre que sous forme d'esters ou d'hétérosides (Bruneton, 2015) (Figure 09).

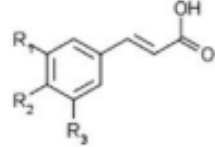
**Figure 09** : exemple de dérivés de l'acide benzoïque identifiés chez des plantes halophytes (Ksouri *et al.*, 2012).

Squelette	Composé	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>
	Acide vanillique	H	OCH <sub>3</sub>	OH	H
	Acide gallique	H	OH	OH	OH

#### 2.1.2. Les dérivés de l'acide hydroxycinnamique

Ils ont une structure de base de type C6-C3 (Ignat *et al.*, 2011). Les fonctions phénol(OH) de ces dérivés peuvent aussi être méthyles (-O-CH<sub>3</sub>) (Figure 10).

**Figure 10** : exemple de dérivés de l'acide hydroxycinnamique rencontrés chez des plantes (Ksouri *et al.*, 2012).

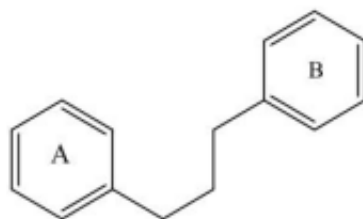
Squelette de base	Composé	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
	Acide <i>p</i> -coumarique	H	OH	H
	Acide férulique	OCH <sub>3</sub>	OH	H
	Acide caféique	OH	OH	H

## 2.2. Les flavonoïdes

Du latin flavus (jaune), sont des substances généralement colorées ré pondues chez les végétaux ; on les trouve dissoutes dans la vacuole à l'état d'hétérosides, ou comme constituants de plastes particuliers, les chromo plastes (**Guigniard, 2001**).

Les flavonoïdes sont les composés les plus abondants parmi tous les composés phénoliques. Ce sont des pigments quasiment | universels des végétaux. Ils interviennent aussi dans les processus de défense contre le rayonnement UV, les herbivores et les attaques microbiennes (**Bruneton, 2015**).

Le terme flavonoïde regroupe une très large gamme de composés naturels poly phénoliques. On dénombre près de 6500 flavonoïdes répartis en 12 classes (**Stöckigt et al, 2002**) et leur nombre ne cesse d'accroître. Par définition, les flavonoïdes sont des composés qui ont en commun la structure en C6-C3-C6 Du di-phényle-propane (figure 11), les trois carbones servant de jonction entre les deux noyaux benzéniques notés A et B forment généralement un hétérocycle oxygéné C (**De Rijke et al ., 2006**).



**Figure 11** : structure de base des flavonoïdes.

On peut distinguer dans les flavonoïdes *lato sensu*.les flavonoïdes (*stricto sensu*) qui regroupent les flavones, les flavonols, les flavonones, les di-hydro flavonols, les aurones et chalcones ; des dérivés flavaniques, isoflavonoïde et anthocyanosides (figure 12).

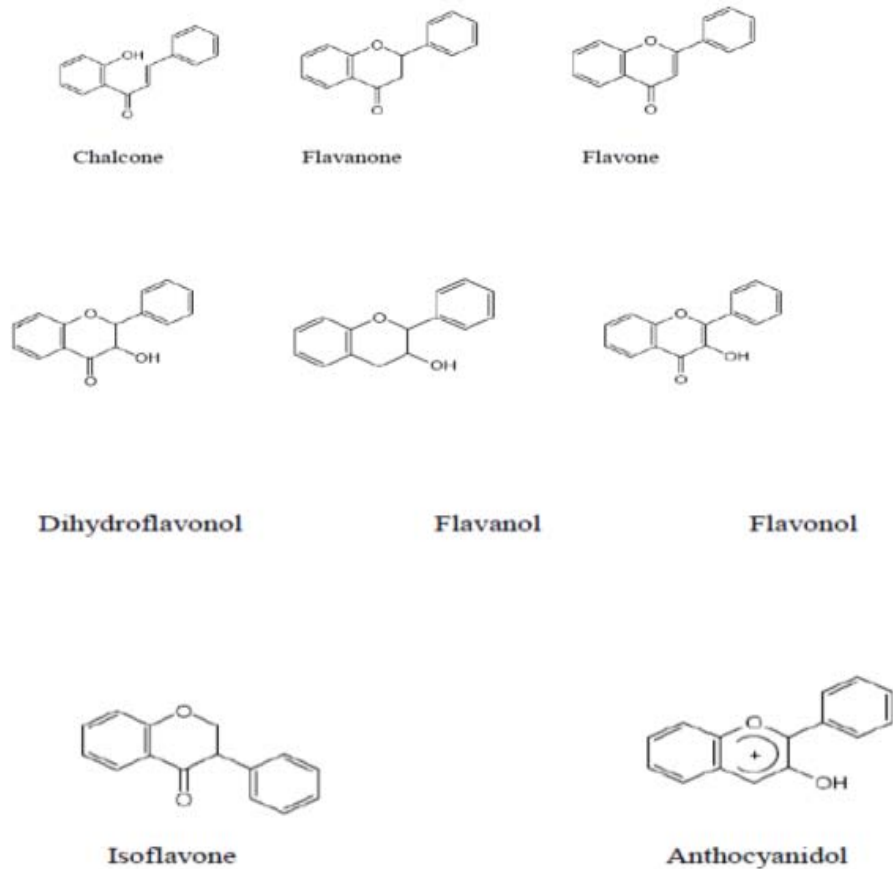


Figure 12 : squelette de base des sous classe de flavonoïdes (Fiorucci, 2006).

### 2.3. Tanins

Ils sont d'origine végétale et non azotée qu'on trouve dans de nombreux végétaux tels que les écorces d'arbres, les fruits (raisin, datte, café, cacao...) et les feuilles de thé. Se sont des composés poly phénoliques, solubles dans l'eau de masse molaire entre 500-2000 D, de structures variées ayant en commun la propriété de précipiter les alcaloïdes, la gélatine et les protéines. (Vermeris *et al.*, 2006). En distingue habituellement, chez les végétaux supérieurs, deux groupes de tanins différents par leur structure ; les tanins hydrolysables et les tanins condensés (Bruneton, 1999).

# **MATERIEL ET METHODES**

## I- Matériels

### 1.1. Matériel biologique

Nous avons effectué des expérimentations sur trois variétés de la datte Deglet Nour (*Phoenix dactylifera L.*) : Timjouhart , Degla baida (garbai) , et Tekerbouchet. Ces variétés de datte ont été achetées du marché local de la région de Laghouat.

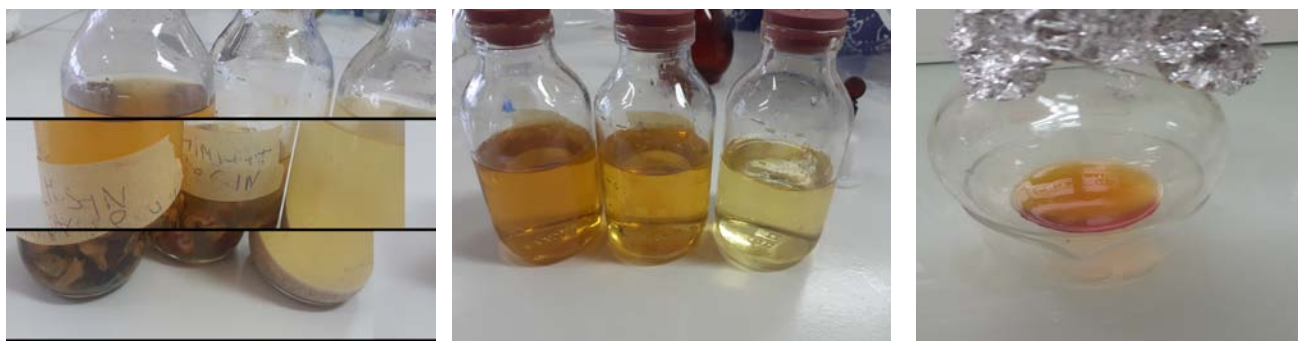
### 1.2. Produits chimiques

Le méthanol (99.5%), pyrogallol , l'acide sulfurique ( $H_2SO_4$  ) , l'ABTS (2, 2-azino-bis-(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid)) , persulfate de potassium ( $K_2S_2O_8$  ), le DPPH (2, 2-diphényl-1-picrylhydrazyl) , chlorure de fer ( $FeCl_3$  ),  $Na_2HPO_4$  ,  $KH_2PO_4$  , NaOH, acide trichloracétique , acide hydrochlorique , l'acide gallique, le carbonate de sodium , le Folin Ciocalteu, le nitrite de sodium , et le chlorure d'aluminium ( $AlCl_3$  ) sont fournis par Fluka . Tous les autres produits chimiques utilisés dans ce travail sont de grade analytique.

## II- Méthodes

### 2.1 Préparation de l'extrait méthanolique

La méthode de (Ladoh Yemeda Et Al., 2014) a été adoptée pour l'extraction des composés phénoliques totaux. L'extrait brut des échantillons étudiés est obtenu par macération (Figure 13). Ce type d'extraction est un simple contact entre le support solide et le solvant, 20 g de poudre ont été mélange avec 100 ml du méthanol à 99%. Le mélange a été mis sous agitateur magnétique à température ambiante pendant 24h. Après la macération, le mélange a été filtré à l'aide d'un papier wattman. Le filtrat correspond à la fraction méthanolique.



(A)

(B)

(C)

**Figure 13** : extraction par macération.

Le rendement d'extraction est déterminé à l'aide de l'équation suivante:

$$\text{Le rendement(\%)} = \frac{\text{masse u résidu sec après évaporation du solvant}}{\text{masse de la datte utilisée pour l'extraction}} * 100$$

Le rendement d'extraction est exprimé en gramme de résidu sec par 100 grammes de la matière végétale initiale.

## 2.2. Tests phytochimique

L'analyse phytochimique consiste à la mise en évidence des différentes familles de composés chimiques présents dans l'extrait méthanolique des différentes variétés de datte par la réalisation de réactions chimiques caractéristiques.

Les tests sont basés sur des essais de solubilité, des réactions de coloration et de Précipitation.

### 2.2.1. Les composés réducteurs

Leur détection consiste à traiter 1ml de l'extrait (50µl d'extrait + 0.95 ml méthanol) avec 2 ml de la liqueur de Fehling (1ml de solution A + 1ml de solution B), puis chauffer dans le bain marie (70°, 2 min). Un test positif est révélé par la formation d'un précipité rouge brique (**Trease et Evans, 1987**).

### 2.2.2. Les tannins

La présence des tannins est mise en évidence en ajoutant à 1ml de l'extrait méthanolique, 2ml d'eau et 2 à 3 gouttes de solution de FeCl<sub>3</sub> diluée (1 %). L'apparition d'une coloration bleu-noire caractérise la présence des tannins galliques, verte ou bleue-verte celle des tannins cathéchiques (**Trease et Evans, 1987**).

### 2.2.3. Terpenoïde

La réaction de détection des Terpenoïde consiste à traiter 5ml de l'extrait Méthanoïque avec 2ml de chloroforme et 3 ml de H<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. L'apparition d'une coloration Rouge-brique indique la présence des Terpenoïde. (**Lerato N et al., 2017**).

### 2.2.4. Coumarine

Un volume de 3ml de NaOH 10% est additionné à 2ml de l'extrait. la formation d'une couleur jaune indique la présence de coumarine. (**Lerato N et al., 2017**)

### 2.2.5. Flavonoïde

Leur détection consiste à traiter 1ml de l'extrait dilué dans l'eau distillée (5 fois) avec quelques gouttes d'AlCl<sub>3</sub>. La formation d'une couleur jaune indique la présence de flavonoïde.

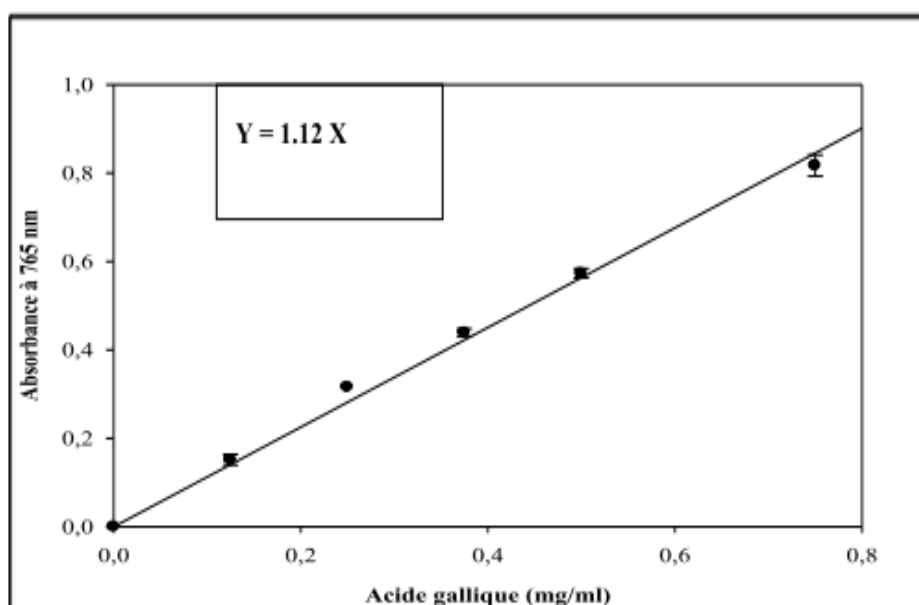
## 2.3. Dosage de quelques constituants phytochimiques

### 2.3.1. Dosage des phénols totaux

#### ❖ Principe :

La teneur phénolique totale est habituellement déterminée colorimétriquement avec un spectrophotomètre en utilisant l'essai de Folin-Ciocalteu. Les composés phénoliques réagissent avec le réactif de Folin-Ciocalteu. Le mélange d'acide phosphotungstique ( $H_3PW_{12}O_{40}$ ) et d'acide phosphomolybdique ( $H_3PMO_{12}O_{40}$ ) est réduit, lors de l'oxydation des polyphénols, en un mélange d'oxyde bleu de tungstène et molybdène. La coloration produite, dont l'absorption maximum est comprise entre 725 et 750 nm est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans les extraits végétaux.

(Boizot et Charpentier, 2006). La quantification des polyphénols a été faite à l'aide d'une courbe d'étalonnage linéaire, réalisée dans les mêmes conditions que l'échantillon, en utilisant l'acide gallique comme standard (Figure 14).



**Figure14 :** Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux.

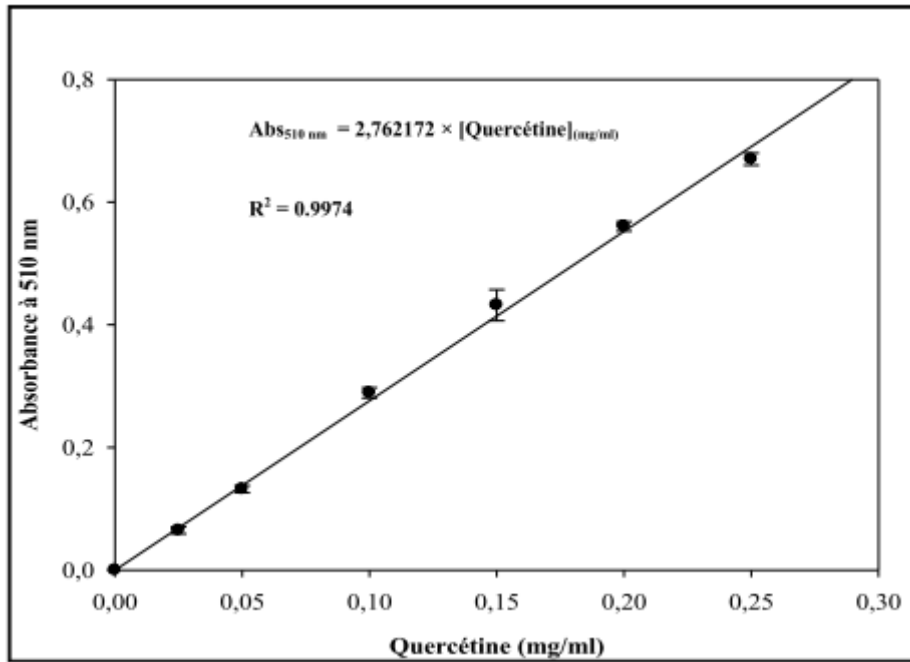
## ❖ B. Protocole

La méthode adoptée pour le dosage des polyphénols totaux est celle décrite par **Waterhouse (2001)**. Un volume de 40 µl de l'échantillon convenablement dilué ou de solution de standard, est introduit dans un tube à essai contenant initialement 3.16 ml d'eau distillée. On ajoute ensuite 200 µl du réactif de Folin -Ciocalteu et on l'agite. Après 3 minutes, une solution de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> d'une concentration de 200g/l (600 µl) est ajoutée tout en agitant. Après une incubation de 30 min à 40° C, l'absorbance est mesurée à 765 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV-Visible, contre un blanc (Le même mélange excepté l'échantillon qui est remplacé par le méthanol).

Les résultats sont exprimés en milligramme équivalent d'acide gallique par 100g de la matière végétale sèche en poudre (mg EAG/100g MS). Tous les essais sont reproduits au moins deux fois.

### 2.3.2. Dosage des flavonoïdes

- ❖ **Principe :** L'estimation de la teneur en flavonoïdes totaux dans les extraits est déterminée par la méthode de **Bahorun et al, (1996)**. Les flavonoïdes possèdent un groupement hydroxyl (OH) libre, en position 5 qui est susceptible de donner avec le groupement CO, un complexe coloré avec le chlorure d'aluminium (**Boulekbache, 2005**). La formation d'un complexe jaunâtre, lors de l'ajout du chlorure d'aluminium, est due à la fixation des ions Al<sup>3+</sup> sur les atomes d'oxygène, présents sur les carbones 4 et 5 des flavonoïdes. La quantité des flavonoïdes dans un extrait devrait être déterminée selon le flavonoïde prédominant, cependant la quercétine est largement utilisée comme standard pour la détermination de la teneur des flavonoïdes dans un échantillon (**Bahorun et al ., 1996**).
- ❖ **Protocole expérimentale :** La teneur totale en flavonoïde des extraits est mesurée selon la méthode spectrophotométrique décrite par (**Kim et al, 2003**). 25µl de l'extrait (300 µL l'extrait + 700µL méthanol) sont ajoutés à 300 µl de nitrite et 300 µl de chlorure d'aluminium à 10%. Les tubes à essai sont incubés à la température ambiante pendant 5 min, puis 0,1 ml d'hydroxyde de sodium (2%) est ajouté. L'absorbance du mélange est lue à 510 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV/Vis. La teneur en flavonoïdes a été calculée à partir d'une courbe d'étalonnage ( $y= ax+b$ ) réalisée par la quercétine à différentes concentrations dans les mêmes conditions que les échantillons (Fig.15). Les résultats sont exprimés en milligramme équivalent de quercétine par gramme de la plante.



**Figure 15 :** Courbe d'étalonnage de quercétine (mg/ml) pour le dosage des flavonoïdes.

### 2.3.3. Dosage des caroténoïdes

Les extraits méthanoliques des trois espèces des dattes (10 mg/ml) ont été analysés à l'aide de spectrophotomètre UV-Vis à différentes longueurs d'ondes [470 à 653 et à 666 nm]. Les concentrations des caroténoïdes et des chlorophylles  $\alpha$  et  $\beta$  étaient déterminées par les équations rapportées par **Lichtenthaler et al , (1985)** comme suit :

$$\text{Chlorophylle } \alpha \text{ (mg/ml)} = 15.65 \text{ Abs}_{666} - 7.340 \text{ Abs}_{653}$$

$$\text{Chlorophylle } b \text{ (mg/ml)} = 27.05 \text{ Abs}_{653} - 11.21 \text{ Abs}_{666}$$

$$\text{Chlorophylle totaux (mg/ml)} = 1000 \text{ Abs}_{470} - 2.860C_A - \frac{129.2 * C_b}{245}$$

## 2.4. Evaluation des activités antioxydante et antiradicalaire

Différentes méthodes ont été utilisées pour évaluer l'activité antioxydante et antiradicalaire des extraits méthanoliques des trois variétés de dattes.

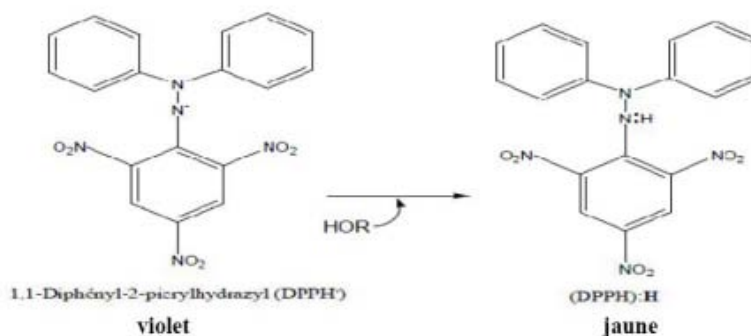
### 2.4.1. Piégeage du radical 2,2 diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH•)

#### ❖ Principe :

Le DPPH (2,2 diphényl-1-picrylhydrazyl) est généralement le substrat le plus utilisé pour l'évaluation rapide et directe de l'activité antioxydante en raison de sa stabilité en forme radicale libre et la simplicité de l'analyse. Il absorbe dans le visible à la longueur

d'onde de 515 à 520 nm (Bozin et al., 2008). Pour le test antiradicalaire, nous avons utilisés du 1-1-diphényl-2-picryl-hydrazyl (DPPH).

Le DPPH, radical libre de couleur violette est réduit en un composé de couleur jaune en présence de composés anti-radicalaires. L'intensité de la coloration, mesurée au spectrophotomètre à 517nm, est inversement proportionnelle à l'activité anti-radicalaire des composés dont on souhaite déterminer leurs activités (Arab et al, 2013).



**Figure 16 :** Réaction d'un donneur d'hydrogène (antioxydant) avec le radical DPPH ●

#### ❖ Méthode

Dans un tube à essai, une quantité de 2.9 ml de DPPH 0.001 μM (40 mg/100mL) préparé dans du méthanol pure a été ajoutée à 100 μl d'extrait méthanolique des dattes à des concentrations croissantes. Après incubation pendant 20 min à température ambiante et à l'abri de la lumière l'absorbance des échantillons est lue à l'aide d'un spectrophotomètre calibré à 517 nm (Williams et al, 1995).

#### Expression des résultats :

- **Calcul des pourcentages d'inhibition :**

Nous calculons ainsi les pourcentages d'inhibition par la formule suivante :

$$I\% = [(AC - AT) / AC] * 100$$

◆ AC : Absorbance du contrôle ;

◆ AT : Absorbance du test effectué

- **Calcul des IC<sub>50</sub> :** IC<sub>50</sub> ou concentration inhibitrice de 50 % (aussi appelée EC<sub>50</sub> pour Efficient concentration 50), est la concentration de l'échantillon testé nécessaire pour réduire 50% de radical DPPH<sup>•</sup>. Les IC<sub>50</sub> sont calculées graphiquement par les régressions

linéaires des graphes tracés, pourcentages d'inhibition en fonction de différentes concentrations des fractions testées (**Bertoncelj et al., 2007 ; Marxen et al., 2007 ; Scherer et al., 2009 ; Fabri et al., 2009**).

- **Calcul de l'activité antiradicalaire (Scavenging activity) :** Nous pouvons déduire l'activité anti-radicalaire de nos extraits en calculant l'inverse des valeurs des  $IC_{50}$  trouvées (**Maisuthisakul et al, 2007**).

$$AAR = 1/IC_{50}$$

#### 2.4.2. Puissance antioxydante de réduction du fer (analyse FRAP) :

##### ❖ Principe

L'analyse FRAP mesure la capacité des antioxydants à ramener le complexe ferrique de la tripyridyl-s-triazine 2.4.6 [Fe(III) - (TPTZ)<sub>2</sub>]<sup>3+</sup> intensément au complexe ferreux coloré par le bleu [Fe (II) - (TPTZ) <sub>2</sub>]<sup>2+</sup> dans un milieu acide (**Benzie et Strain, 1999**). Les valeurs sont calculées en mesurant l'augmentation de l'absorbance à 593 nm et en la rapportant à une solution étalon d'ions ferreux ou à une solution étalon d'antioxydants (**Tsao et al., 2003**).

Un point à prendre en compte est la production concomitante de Fe(II), qui est un prooxydant bien connu, et peut avoir comme conséquence la génération des radicaux additionnels dans le milieu de réaction. En plus, les composés qui absorbent à la même longueur d'onde peuvent s'y mêler, entraînant une surestimation des résultats (**Ou et al ., 2002**).

##### ❖ Méthode

Le test FRAP a été réalisé selon la méthode de **Benzie et Strain (1996)** modifiée. Les solutions mères comprennent le tampon d'acétate de 300 mM à pH 3.6 et le TPTZ à 10 mM. Préparer dans une solution d'acide chlorhydrique à 40 mM, et 20 mM de (FeCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O). La solution fraîche de travail a été préparée en mélangeant 100 ml de solution tampon d'acétate avec 10 ml de mélange TPTZ à 10 mM, et 10ml de FeCl<sub>3</sub> .6H<sub>2</sub>O en un rapport de volume (100:10:10). Cette solution finale est incubée à 37°C avant utilisation. Dans des tubes à hémolyse, 70 µl d'extrait méthanolique de chaque variété de datte est mélangés avec 2.1 ml de la solution FRAP. Après agitation au vortex, les tubes sont incubés à l'abri de la lumière pendant 30 min. Lire la couleur du produit

(complexe ferrique tripyridyltriazine) à 593 nm. Les résultats ont été exprimés en  $\mu$ moles équivalent des standards (BHA, Vit C et trolox) par g de résidu sec.

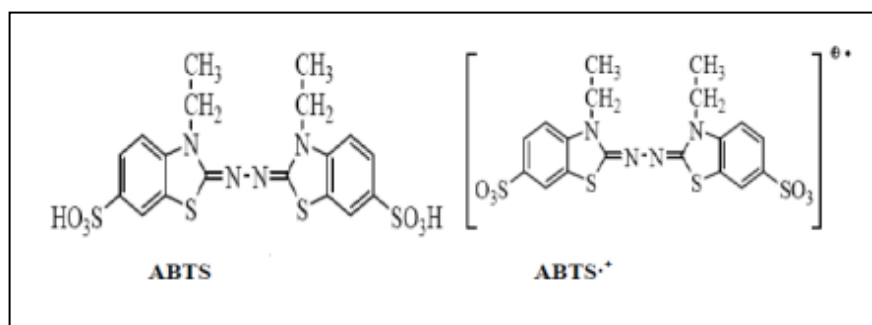
### 2.4.3. Test ABTS

#### ❖ Principe

Ce test est basé sur la capacité d'un antioxydant à stabiliser le radical cationique  $ABTS^{\bullet+}$  de coloration vert bleu en le transformant en ABTS incolore. Le radical préformé  $ABTS^{\bullet+}$  est généré en présence de la peroxydase (Fig 17).

$ABTS + \text{peroxydase} + H_2O_2 \longrightarrow ABTS^{\bullet+}$  (l'absorbance de l' $ABTS^{\bullet+}$  est mesurée).

En présence d'un antioxydant (extraits phénoliques), le passage du radical  $ABTS^{\bullet+}$  à la forme non radicalaire s'accompagne de la disparition de la coloration vert-bleu intense qui peut être suivie par mesure de la densité optique à une longueur d'onde de 734 nm (**Chen et al, 2004**). Ce test est simple opérationnel, reproductible, et diverse, et utiliser dans différents milieu.



**Figure17** : Structure des formes réduite et du radical cation de l'ABTS (**Prouillac, 2006**).

#### ❖ Méthode

Le test ABTS a été effectué selon la méthode décrite par **Re et al. (1999)**. Les solutions stockes contenant 7 mM ABTS et 2.4 mM de persulfate de potassium. La solution de travail est ensuite préparé en mélangeant les deux solutions stockes en quantités équivalentes et les laissées réagir pendant 12 heures à température ambiante à l'abri de la lumière.

La solution ainsi obtenue est diluée en mélangeant 1 ml de l' $ABTS^{\bullet+}$  avec 60 ml de méthanol pour avoir une absorbance de 0.8 mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre à 734 nm.

Dans des tubes à essai on mélange 0.9 ml de solution ABTS avec 100  $\mu$ l de différentes concentrations d'extrait méthanolique pour chaque variété de datte. Après

20 min d'incubation à l'abri de la lumière et à température ambiante, l'absorbance des échantillons est lue à 734 nm. Les pourcentages d'inhibition du radical d'ABTS ont été calculés par l'équation suivante :

$$\text{Inhibition de l'ABTS (\%)} = \left( \frac{A_0 - A_E}{A_0} \right) * 100$$

**Avec :**

**A<sub>0</sub>** : Absorbance de la réaction de commande (en absence d'extrait).

**A<sub>E</sub>** : Absorbance en présence de l'extrait.

La concentration en extrait provoquant l'inhibition de 50 % (IC 50) a été calculée à partir du graphe de l'effet de balayage d'ABTS contre la concentration en extrait, comparée avec l'acide ascorbique comme standard.




# **RESULTATS ET DISCUSSION**

**I- Rendement d'extraction**

Le méthanol est un solvant très efficace pour l'extraction des composés phénoliques relativement polaires et des polyphénols des plantes (Zeng et al, 2012).

D'après( le Tableau 4) le rendement d'extraction des composés phénolique des dattes est plus ou moins élevé et varie selon la variété. Un rendement d'extraction le plus élevé est obtenu avec la datte Timjouhert (78.72%) tandis que la date Degla baida (garbai) a le rendement d'extraction le plus faible (19.00%).

**Tableau 4:** Les rendements d'extraction des extraits méthanoliques de trois variétés de datte (*Phoenix dactylifera* L.) d'Algérie.

Variété de datte	Photo	Rendement d'extraction (g/100 g de la matière fraiche)
Timjouhert		78,72
Degla baida (Garbai)		19,00
Tekerbouchet		63,94

**II-Tests phytochimiques**

Les tests phytochimiques consistent à détecter les différentes familles des composés existantes dans la plante par les réactions qualitatives de caractérisation. Ces réactions sont basées sur des phénomènes de précipitation ou de coloration par des réactifs spécifiques à chaque famille de composé. Les résultats des tests phytochimiques sont regroupés dans (le tableau 5).

Dans les trois variétés des dattes, la recherche des composés réducteurs, des flavonoïdes, des terpenoïde, des tannins, coumarine ont montrée des différentes résultats positifs et négatif. On remarque l'absence totale des tannins dans les trois variétés de

datte. Les extraits méthanoliques de timjouhart et Takerbouchet sont les plus riches en coumarine. De plus, l'analyse phytochimique montre la présence des composés réducteurs, des Terpenoïde et flavonoïde dans toutes les variétés de datte.

**Tableau 5 :** Résultats des tests phytochimiques sur sept variétés des dattes.

Variété de datte	Degla baida	Timjouhart	Takerbouchet
Sucre réducteur	++	+++	+++
Terpenoïde	+++	++	++
Tannins	-	-	-
Coumarine	+	++	++
Flavonoïde	+	++	+++

- : Test négatif

++ : Test positif

+ : Test faiblement positif

+++ : Test fortement positif

### III- Teneur en polyphénols totaux, en flavonoïdes et en caroténoïdes

Il a été reporté que l'activité antioxydante des extraits de végétaux est parfaitement corrélée avec leur teneur en composés phénoliques, en flavonoïdes et en caroténoïdes (Velioglu et al., 1998). Les résultats du dosage de ces constituants phytochimiques sont regroupés dans le Tableau (6). D'après ces résultats, on constate que Takerbouchet est la variété de datte la plus riche en polyphénols et flavonoïdes.

**Tableau 6:** Les teneurs en polyphénols totaux, flavonoïdes et en caroténoïdes des extraits méthanoliques de trois variétés de datte (*Phoenix dactylifera* L.) d'Algérie.

Variété de datte	Polyphénols totaux (mg EAG/100 g <sub>MF</sub> )	Flavonoïdes totaux (mg EQ/100g)	Caroténoïdes totaux (mg/mL)
Takerbouchet	56,14±1,34	44,49±1,60	495,72±2,94
Degla baida (Garbai)	25,22±1,92	30,42±0,57	543,23±5,49
Timjouhert	38,89±1,65	41,17±0,27	334,70±14,86

MF : Matière Fraiche, EAG : Equivalent Acide Gallique, EQ : Equivalent Quercétine

**Zineb G et al. (2012)** ont trouvé que la teneur des phénols varie de 41.8 à 84.73 mg EAG/100g dans des variétés de dattes d'Algérie. Ces teneurs étaient beaucoup plus ou moins comparables par rapport à nos résultats.

De plus, **Benmeddour et al. (2012)** ont trouvé que la teneur des phénols varie de 2,25 à 9,54 mg EAG/g dans des variétés de dattes d'Algérie. Ces teneurs étaient beaucoup plus ou moins comparables par rapport à nos résultats. Cette grande différence de la teneur en composé phénolique est probablement due aux conditions de stockage des dattes, de leur origine, et au taux différent de matière fraîche des échantillons. La méthode et les conditions d'extraction des composés phénoliques peuvent influencer également les résultats.

**Macheix et al. (1990)** signalent que la concentration des polyphénols est très variable d'une espèce à une autre et d'une variété à autre et diminue régulièrement durant la maturation et le stockage par différentes voies du brunissement des dattes (**Amiot et al, 1995 ; Nicolas et al, 1994**).

**Zineb et al. (2012)** ont trouvé que la teneur en flavonoïdes varie de 7.52 à 14.1 mg EAG/100g dans des variétés de dattes d'Algérie. Ces teneurs étaient beaucoup plus ou moins comparables par rapport à nos résultats. De plus les variétés de datte, Degla Baida, et Tekerbouchet possèdent la teneur la plus élevée en caroténoïdes (543.23 à 495.72 mg/g résidu sec) tandis que timjouhart a la teneur la plus faible (334.70 mg/g résidu sec) (Tableau 6).

D'après **Abbès(2013)** l'augmentation du contenu en caroténoïdes peut être due à l'hydrolyse de la pectine et de la cellulose avec la libération des caroténoïdes dans les chloroplastes et dans les fluides cellulaires.

**Ben-Amotz et al. (1998)** suggèrent que la différence en teneur en caroténoïde entre les variétés de datte peut être expliquée par la variété, la maturation et les conditions du stockage des dattes.

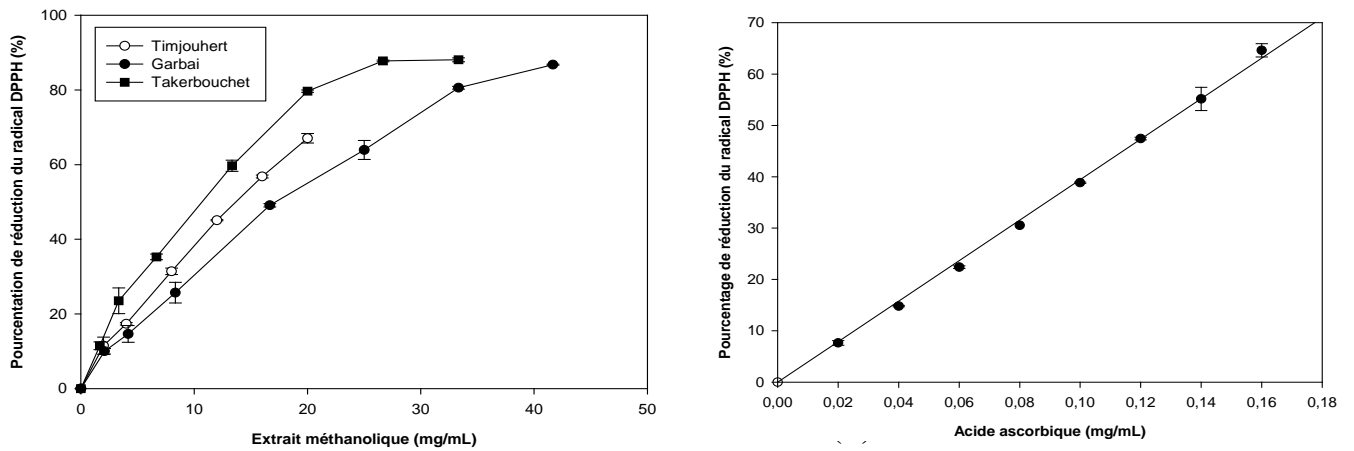
#### **IV- Détermination du pouvoir antioxydant et antiradicalaire**

##### **1. Test de piégeage du radical DPPH**

Le DPPH<sup>•</sup> est un radical libre stable capable d'accepter des électrons ou d'atome d'hydrogène radicalaire pour se transformer en molécule stable (Yim et *al*, 2010). La couleur du DPPH change du violet vers le jaune lorsqu'il est réduit par ces processus soit d'un donneur l'hydrogène ou d'électrons. Les substances qui provoquent cette réaction sont considérées comme des antioxydants et par conséquent des piègeurs de radicaux libres. Le test de DPPH a été réalisée afin d'évaluer les propriétés antioxydants et antiradicalaires des extraits méthanoliques des dattes par la mesure de la diminution de l'absorbance du radical DPPH après exposition aux piègeurs des radicaux. L'étude de la capacité de piégeage de DPPH<sup>•</sup> est une méthode largement utilisée pour évaluer l'activité antioxydante dans un temps court. Nous avons constaté que le taux d'inhibition du DPPH augmente avec l'augmentation de la concentration de l'extrait méthanolique de datte (Kanoun, 2011). Ce résultat confirme que cet extrait contient des donneurs d'hydrogène ou d'électrons capables de piéger le radical DPPH. Le piégeage ce radical libre dépend aussi de la concentration de l'extrait méthanolique de datte. La Figures (18) montre que le taux d'inhibition du DPPH augmente avec l'augmentation de la concentration de l'extrait méthanolique de datte. L'extrait méthanolique de Takerbouchet inhibe le radical DPPH de façon plus importante par rapport aux autres extraite ceci est démontré par l'allure exponentielle du graphe avec l'apparition d'une phase stationnaire qui indique une réduction totale du radical DPPH (Kanoun, 2011).

Dans le but d'une comparaison entre le pouvoir antioxydant des extraits méthanoliques de différentes variétés de dattes d'Algérie les valeurs IC<sub>50</sub> ont été calculées où IC<sub>50</sub> est la concentration de l'extrait nécessaire pour réduire la concentration initiale de DPPH à 50% dans les conditions expérimentales. L'activité de piégeage du radicale DPPH est plus élevée pour une valeur IC<sub>50</sub> plus faible (Nandhakumar, 2012).

L'acide ascorbique est utilisé comme antioxydant standard et sa valeur d'IC<sub>50</sub> ainsi calculée est 0.12 mg/ml. Il possède donc une activité anti-radicalaire très puissante par rapport aux extraits méthanoliques des trois variétés de datte étudiées (Bougandoura, 2011).



**Figure 18:** Pourcentage d’inhibition du radical libre DPPH’ en fonction des concentrations des extraits méthanoliques de trois variétés de datte (*Phoenix dactylifera* L.) d’Algérie (A) et d’acide ascorbique (B).

D’après les valeurs d’ $IC_{50}$  (Tableau 7), on remarque que l’extrait méthanolique de datte Takerbouchet donne une activité de piégeage de DPPH la plus élevée ( $CE_{50} = 9.99$  mg/ml).

**Tableau 7 :** Les valeurs d’ $EC_{50}$  des activités antioxydantes de l’extrait méthanolique de trois variétés de datte (*Phoenix dactylifera* L.) d’Algérie et de l’acide ascorbique obtenues par les tests DPPH, ABTS et FRAP.

	DPPH ( $EC_{50}$ ; mg/ml) <sup>a</sup>	ABTS ( $EC_{50}$ ; mg/mL)	FRAP ( $EC_{50}$ ; mg/mL)
Timjouhert	13.57±0.07	4.34±0.11	47,42±0,45
Degla baida (Garbai)	17.70±0.11	4.85±0.20	58,07±1,02
Takerbouchet	9.99±0.01	1.45±0.00	32,62±0,31
Acide ascorbique	0.12	0.0016	0.08

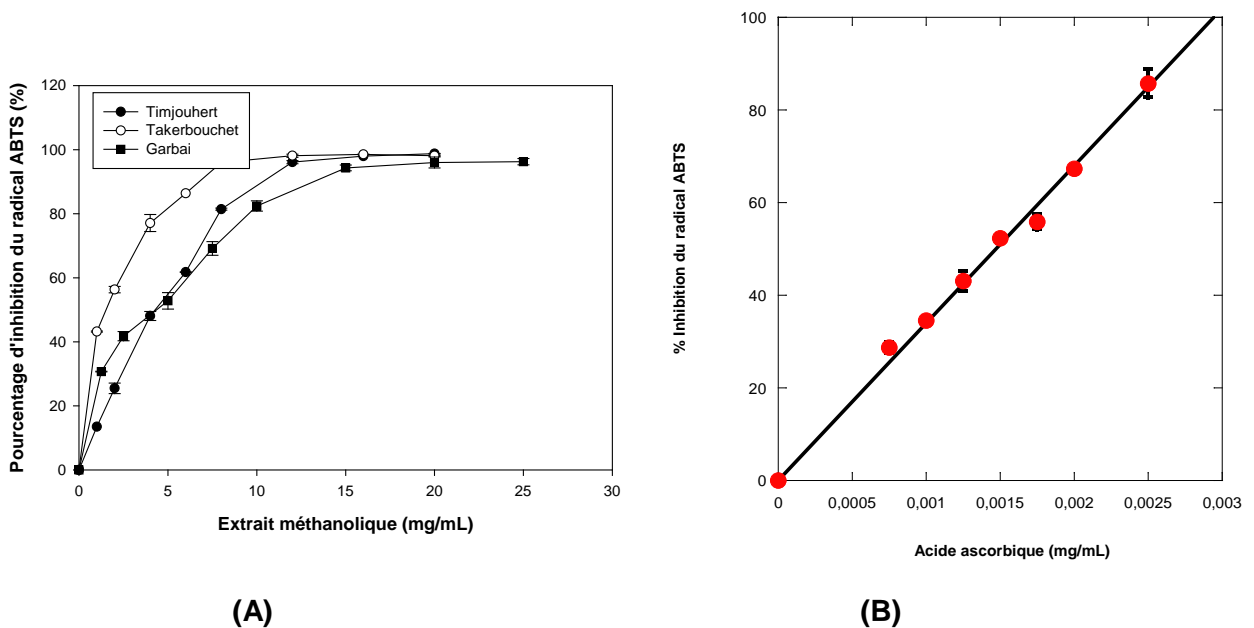
L’extrait méthanolique de datte Degla baida possède l’activité de piégeage de DPPH la plus faible ( $IC_{50}=17.70$  mg/ml). Ces résultats corrént parfaitement avec les teneurs en caroténoïdes et en composés phénoliques des différents extrait méthanoliques des variétés

de dattes étudiées (Bulda et al, 2008). Les valeurs d'IC<sub>50</sub> des extraits méthanoliques de dattes d'Algérie sont dans la gamme des valeurs trouvées par Zineb G et al (2012).

La capacité de piégeage du radical DPPH par l'extrait méthanolique des dattes peut être expliqué par la présence des composés plus donneur d'hydrogène ou aux composés phénoliques non polaires comme les caroténoïdes et les tocophérols (Barros et al, 2008).

## 2. Test de piégeage du radical ABTS

Le radical cation ABTS<sup>•+</sup> est une méthode spectrophotométrique courante pour la détermination du pouvoir antioxydant des composés. Ce chromogène (bleu vert) est facile à utiliser, possède une sensibilité élevée et permet l'analyse rapide de l'activité antioxydante d'un grand nombre d'échantillons. La Figure (19) montre que la capacité de piégeage de l'ABTS<sup>•+</sup> par l'extraits méthanoliques de variétés Takerbouchet est significativement élevée par rapport aux autre variétés de datte. Par conséquent, cette variétés de datte puissent contenir des composés phénoliques de poids élevé et peuvent être considéré donc comme une excellente source de piègeur du radical cationique (Yim et al, 2010).

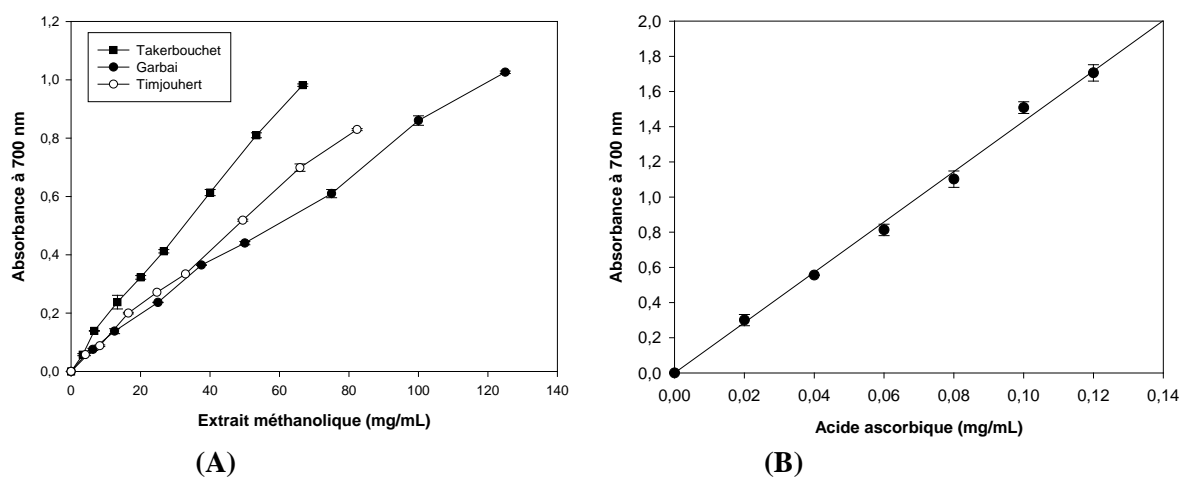


**Figure 19:** Courbes représentant la variation du pourcentage de réduction d'ABTS en fonction de la concentration des extraits méthanoliques de trois variétés de datte (*Phoenix dactylifera* L.) (A) et de la concentration d'acide ascorbique (B).

## 3. Evaluation du pouvoir réducteur de l'ion ferrique (FRAP)

La méthode de FRAP permet de mesurer l'habilité d'une molécule antioxydante à réduire l'ion ferrique à pH faible (Singleton et al, 1999). D'après les résultats indiqués sur

la Figure (20), on remarque que les extraits méthanoliques de datte Tekerbouchet a un pouvoir antioxydant le plus élevé par rapport aux autres variétés de datte donc ils sont capables de réduire l'ion  $Fe^{3+}$  en  $Fe^{2+}$ . Le pouvoir antioxydant de ces variétés de datte est dû à leur richesse en composés phénoliques et en flavonoïdes qui possèdent des propriétés antioxydants (Goh et al, 2010). D'après les résultats regroupés dans (le Tableau 8), l'acide ascorbique possède un pouvoir antioxydant plus élevé par rapport aux extraits méthanoliques des variétés de datte étudiées.



**Figure 20:** Résultats du pouvoir réducteur du fer des extraits méthanoliques de trois variétés de datte (*Phoenix dactylifera* L.) (A) et d'acide ascorbique (B).

# **CONCLUSION**

Ce travail consiste portera sur l'étude phytochimique et l'évaluation des activités antioxydants et antiradicalaire des extraits de trois variétés des dattes d'Algérie (Timjouhert , Takerbouchet , Degla baida) en utilisant le méthanol comme solvant d'extraction.

Le dosage des principaux constituants phytochimiques tels que : les polyphénols, les flavonoïdes et les caroténoïdes montrent que Takerbouchet est la variété de datte la plus riche en polyphénols et flavonoïdes. De plus, Degla baida possède la teneur la plus élevée en caroténoïdes. Cette richesse est corrélée aux capacités antioxydants.

L'extrait méthanolique de la datte de Takerbouchet semble avoir les activités les plus élevées puisqu'il possède les valeurs d' $CE_{50}$  les plus faibles.

On peut dire que les dattes d'Algérie peuvent être considérées comme étant une excellente source naturelle d'antioxydants très utiles dans le domaine agroalimentaire comme conservateurs.

Cette étude n'a pas exploré toutes les propriétés biologiques des dattes. Par conséquent, il serait intéressant, dans un avenir plus ou moins proche, de compléter notre étude par la réalisation d'autres activités biologiques des extraits méthanoliques des différentes variétés de datte comme l'activité antimicrobienne.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

- ACOURENE S., TAMA M., (1997).** Caractérisation physicochimique des principaux cultivars de datte de la région de Ziban. *Revue recherché Agronomique*, (1), 59-66.
- Al-Shahib W. et Marshall R J. (2002).** Dietary fibre content of dates from 13 varieties of date palm *Phoenix dactylifera L.* *Inter .J. Food .Sci and Tech*, vol.37, P 719-721.
- Amin B. ,2009.** Caractérisation phytochimique et activité antioxydant de quelque cultivars de *Phoenix dactyliferaL.* De Magister, biochimie végétal appliquée, Université d'ORAN- Es Senia.4p.
- Amiot M J., Tacchini M., Aubert S Y., olezek W. (1995).** Influence of cultivar, maturity stage, and storage condition on phenolic composition and enzymatic browning of pear fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.
- Arab.K., Bouchenak.O., et Yahiaoui.K., 2013.** Évaluation de l'activité biologique des feuilles de l'olivier sauvage et cultivé Laboratoire de Valorisation et Conservation des Ressources Biologique, Afrique SCIENCE ISSN 1813-548X.
- as the Probe, *Journal Agric Food Chem*, 2002, Vol. 50 (10); pp 2772-2777.
- Atawodi S. E. Antioxidant potential of African plants.***African J. of Biotec.* 2005, Vol.4 (2); pp 128-133.
- Bahorun T., Gressier B., Trotin F., Brunet C., Dine T., Luyckx M., VasseurJ., Cazin M., Cazin J.C. and Pinkas M. (1996):** Oxygen species scavenging activityof phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations.*Journal of Arzneim-Forsch drug Research.* 46: 1086-1108.
- Bakkaye S., 2006.** Lexique phoenicicole en arabe et en mozabite. CWANA, HCA et RAB98/G31. P14-16, 24-25,31.
- Barros, L., Cruz ,T., Baptista ,P., Estevinho, L .M., Ferreira. I. C.F.R. (2008).** Wild and commercial mushrooms as source of nutrients and nutraceuticals. *Food and Chemical Toxicology*, vol.46, P2742–2747.
- Belguedj M., 1996.** Caratéristiques des cultivars de dattiers du sud-Est du sahara Algérien. Vol. I. Conception et réalisation : Filière « cultures pérennes » de l'IIDAS, 67 p.
- Ben Abbes F. (2011).** Etude de quelques propriétés chimiques et biologiques d'extraits de dattes « *Phoenix dactylifera L.* ». Mémoire du Magister, Génie des procédés pharmaceutiques, Université Ferhat Abbas-Setif, 79P.
- Ben-Amotz A., Fishler M. (1998).** Analysis of carotenoids withemphasis on 9-cis $\beta$ -carotene in vegetables and fruits common-ly consumed in Israel. *Food Chem*, vol.62, P515–520.
- Benmeddour Z. (2013).** Phenolic composition and antioxidant capacities of ten Algerian date (*Phoenix dactylifera L.*) cultivars: A comparative study. *Journal Of Functional Foods*, P346 –354
- BentabetLasgaa N.** Étude phytochimique et évaluation des activités biologiques de deux plantes *Fredoliaaeretioides* et *echiumvulgare* de l'ouest algérien. Thèse de doctorat 2015, P 20-21. Available on : [www.phytojournal.com/archives/2017/vol6issue2/.../6-1-53-637.pdf](http://www.phytojournal.com/archives/2017/vol6issue2/.../6-1-53-637.pdf)
- Benzie I. and Strain J. (1996).** The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of “Antioxidant Power: The FRAP Assay”. *Analytical Biochemistry*, vol. 239, P70-76.
- Benzie, I.F.F., Strain, J.J.** Ferric reducing (antioxidant) power as a measure of antioxidant capacity: the FRAP assay, *Methods Enzymol*, 1999, Vol. 299; pp 15-36.
- Berger, M.M. (2005).** Can oxydatif damage be treated nutritionally? *Clinical nutrition*, 24: 172-183.
- Bertoncelj, J., Dobersek, U., Jamnik, M., Golob, T.** Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey, *Food Chemistry*, 2007, Vol. 105; pp 822-828.

- Biglari et al. (2008)** dattes Biglari, F., Alkarkhi, A.F.M., & Easa, A.M. (2008). Antioxidant activity and phenolic content of various date palm (*Phoenix dactylifera*) fruits from Iran. *Food Chemistry*, 107,
- BOIZOT N. et CHARPENTIER J.-P.(2006):** Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier ; Le Cahier des Techniques de l'INRA, numéro spécial : 79-82.
- Booij I., Piombo G., Risterucci J.M., Coupe M., Thomas D., 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.). *Fruits*, vol.47, N.6, P 667-678.
- Boulekbache, L. (2005).** Profil GC-MS des polyphénols d'une plante médicinale : *Eucalyptus globulus*. Mémoire de Magister. Département de biologie physico-chimique. Béjaïa, 71P.
- Bousdira K., Tirichine A. et Ben Khalifa A., 2003.** Le palmier dattier et les savoir faire locaux : une centaine d'usages multiples. Journées d'étude sur l'importance de la biomasse dans le développement durable des régions sahariennes. Adrar, 26 Janvier 2003.
- Bozin, B., Mimica-Dukic, N., Samojlik, I., Goran, A., Igic, R.** Phenolics as antioxidants in garlic (*Allium sativum* L., Alliaceae), *Food Chemistry*, 2008, Vol. 111; pp 925–929.
- Bruneton J, 1999.** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales, 3<sup>ème</sup> éd. Lavoisier, Paris. 1120 p.
- Bruneton J (2015)** Pharmacognosie (5<sup>o</sup> Éd.) Phytochimie - Plantes médicinales, Tec and Doc, Lavoisier, Paris. 1504pp.
- Cavin A., 1999.** Investigation phytochimique de trois plantes Indonésiennes aux propriétés antioxydante et antiradicalaire: *Tinospora crispa* (Ménispermacées), *Merremia emarginata* (Convolvulacées) et *Oropea enneandra* (annonacées). Thèse de Doctorat, Lausanne, p.241.
- Chen T., Chang S., Tsai C., Juang K. (2004).** Prevalence of depressive and anxiety disorders in an assisted reproductive technique clinic. *Hum Reprod*, vol.19 N.10, P 2313–2318.
- Daas Amieur S. (2009).** Etude quantitative des composés phénoliques des extraits de trois variétés de dattes (*Phoenix dactylifera* L.) et évaluation in vitro de leur activité biologique. Mémoire de magister, Biochimie appliquée, Université El-Hadj Lakhdar – Batna, 159P.
- Dacosta, Y. (2003)** Les phytonutriments bioactifs. Ed Yves Dacosta. Paris. 317 p.
- De Rijke E, Out P, Niessen W M A, Ariese F, Gooijer C, Brinkman U A T (2006)** Analytical separation and detection methods for flavonoids, *Journal of Chromatography A*, 1112, 31 – 63.
- Djerbi, M., 1994.** Précis de phoéniculture. FAO, 192 p.
- Djouab A., 2007.** Préparation et incorporation dans la margarine d'une extrait de dattes des variétés sèches. Mémoire de Magister. Université M'hamed Bougara. Boumerdes. 102 p.
- Djoudi I. (2013).** Contribution à l'identification et à la caractérisation de quelques accessions du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L) dans la région de Biskra. Mémoire de Magister, Agriculture et environnement en régions arides, Université Mohamed Kheider Biskra, 96P.
- Dounia B., Imane B. (2015).** Contribution à l'étude des caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques de quelques variétés des dattes algériennes. Mémoire de Master, Sciences de la Nature et de la Vie, UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA, 1p.
- Elhoumaizi, M., Saaidi, M., Oihabi, A., Cilas, C., 2002.** Phenotypic diversity of date-palm cultivars (*Phoenix dactylifera* L.) from Morocco. *Genet. Resour. Crop Evol* 49, 483–490

- Espiard, E., 2002.** Introduction à la transformation industrielle des fruits. Ed. Tech et Doc-Lavoisier, 360 p.
- Estanova P., 1990 .** Note technique : valorisation de la datte. IRFA, CIRAD(France)301-318p .
- Fadlaoui S. (2017).** Application de la technique de modélisation de l'architecture du palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*) pour la caractérisation des cultivars. Mémoire de Magister, Agriculture et environnement en régions arides, Université Mohamed Khider Biskra, 124P.
- Favier, A.(2003).** Le stress oxydant Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. L'actualité Chimique, p108-115.
- Fiorucci S., 2006.** Activité biologiques de composés de la famille des flavonoïdes : Approches par des méthodes de chimie quantique et de dynamique moléculaire. Thèse de doctorat. Université Nice-Sophia antipolis, 212p.
- Georgetti S.R., Casagrande R., Di Mambro V. M., Azzolini Ana ECS et Fonseca Maria J.V.** Evaluation of the antioxidant activity of different flavonoids by the chemiluminescence method. *AAPS Pharm Sci.* 2003, Vol. 5 (2): pp 5.
- Goh S-H., Yusoff F. M., et Loh S-P. (2010).** A comparison of the antioxidant properties and total phenolic content in a diatom, *Chaetoceros sp.* and a green microalga, *Nannochloropsis sp.* *J. Agr. Sci.,* Vol.2, P123 130.
- Goto M, Ueda K, Hashimoto T, Fujiwara S, Matsuyama K, Kometani T, Kanazaw K.** A formation mechanism for 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine mediated by peroxidized 2'-deoxythymidine. *Free Radical Biology and Medicine.* 2008, Vol.45; pp 1318–1325.
- Guignard J et al, 2001.** Botanique systématique moléculaire, 2 ème édition, Paris, 122 p.
- Gulçin, I., Huyut, Z.B., Elmastas, M., Hassan, Y. ET Aboul-Eein, d. (2010).** Radical scavenging and antioxidant activity of tannic acid. *Arabian Journal of chemistry.* 3: 43-53.
- Gutteridge, J.M. (1993).** Free radicals in disease processes: a compilation of cause and consequence. *Free Radic Res Commun,* 19:141-158.
- HANNACHI S., KHITRI D., BENKHALIFA A., BRAC DE LA PERRIERE R. A., 1998.** Inventaire variétal de la palmeraie Algérienne. Ed. Anep, Rouïba. P: 12-13.
- Hassina A., Hayet R., 2018.** Caractérisation nutritionnels et morphologiques de trois variétés de dattes : « Deglet-Nour », « Mech-Degla », « Ghars ». Mémoire du diplôme de sciences agronomiques Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, p2.
- Hercberg, S., Galan, P., Preziosi, P., Bertrais, S., Mennen, L., Malvy, D., Roussel, A.M., Favier, A., Briançon, S., 2004.** The SU.VI.MAX Study: a randomized, placebo-controlled trial of the health effects of antioxidant vitamins and minerals. *Archives of Internal Medicine* 164(21), 2335-2342.
- Jahiel M ., 1996.** Phénologie d'un arbre méditerranéen acclimaté en région tropicale. Le dattier au sud du Niger et son appropriation par la société Manga. Thèse de Doct Université Montpellier II .Sc. Tech .Languedoc . , p.239.
- Kanoun khadidja. (2011).** Contribution à l'étude phytochimique et activité antioxydante des extraits de *Myrtus communis L.* (Rayhane) de la région de Tlemcen (Honaine), En vue de l'obtention du Diplôme de Magister En Biologie, université ABOUBEKR BELKAID TLEMCEEN.
- KCHAOU W., ABBÈS F., ATTIA H., BESBES S., 2013.** In Vitro Antioxidant Activities of Three Selected Dates from Tunisia (*Phoenix dactylifera L.*). *Journal of Chemistry* , 8 p .
- Kim, D. k., Lee, C.Y. (2004).** Comprehensive Study on Vitamin C Equivalent Antioxidant Capacity (VCEAC) of Various Polyphenolics in Scavenging a Free Radical and its Structural Relationship. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition,* 44: 253–273.

- Kim, D. O., Jeong, S.W., & Lee, C. Y. (2003).** Antioxidant capacity of phenolic phyto-chemicals from various cultivars of plums. *Food Chemistry*, vol.81, P321–326.
- Ladoh Yemeda, C.F., Dibong, S.D., Nyegue, M.A., Djembissi Talla, R.P., Lenta Ndjakou, B., Mpondo, E., Yinyang, J., Wansi, J.D. (2014).** Activité antioxydante des extraits méthanoliques de *Phragmanthera capitata* (Loranthaceae) récoltée sur *Citrus sinensis*. *Journal of Applied Biosciences*. 84: 7636– 7643.
- Lerato N , Samkeliso T, Michael P .2017.** Preliminary Phytochemical Screening of Crude Extracts from the Leaves, Stems, and Roots of *Tulbaghia violacea*, *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research* 2017; 9(10); 1300-1308.
- Lichtenthaler H., Wellburn A. (1985).** Determination of total carotenoids and chlorophylls A and B of leaf in different solvents. *Biochem. Soc. Trans.*, vol.11, P591-592.
- LOUNIS S. (2012).** Les effets vasodilatateurs des composés phénoliques des végétaux. Mémoire d'Etude Supérieur, Biochimie, Université Abderrahmane MIRA –Bejaia-.
- Mac Laren D.** *Advances in sports and exercise science series. Nutrition and Sport*. 8. Antioxidants and free radicals by Close GL and Mc Ardle F. Elsevier. 2007
- Macheix, J.J., Fleuriet, A. et Jay-Allemand, C. (2005).** Les composés phénoliques des végétaux : un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. *EdPresses polytechnologiques et universitaires romandes*, 4-5.
- Macheix, J.J., Fleurit, A., et Billot, U. (1990).** *Fruits phenolics*. CRC Inc Boca a ton Florida. 378.
- Maisuthisakul,P., Suttajit, M., Pongsawatmmit, R.** Assessment of phenolic content and free radicalscavenging capacity of some Thai indigenous plants, *Food Chemistry*, 2007, Vol.100; pp 1409- 1418
- Manach, C., Scalbert, A., Morand C., Remesy C., Amenez L. (2004).** Polyphenols: Food sources and bioavailability. *The American journal of Clinical Nutrition*. 79: 727-747.
- Mansouri A., Embarek G., Kokkalou E. et Kefalas P. (2005).** Phenolic profile and antioxidant activity of the Algerian ripe date palm fruit (*Phoenix dactylifera*). *Food chem.*, vol.89, P411- 426.
- MUNIER P. (1973).** *Le palmier dattier*. Ed. G-P. MAISONNEUVE et LAROSE., Paris., 221p.
- Nandhakumar, E., Indumathi, P. (2012).** In vitro Antioxidant Activities of Methanol and Aqueous Extract of *Annona squamosa* (L.) Fruit Pulp. *Journal of Acupuncture and Meridian Studies*.
- Nicolas J.J., Richrd-Forget F.C., Goupy P.M., Amiot M.J., Aubert S.y.,( 1994).** Enzymatic browning reaction in apple products. *Crit. Rev. food Sci. Nutr*. 34, 109-157. of date palm *Phoenix dactylifera* L. *Int. J. Food Sci. Technol*. 37, 719–721.
- Nixon R W. (1950).** Imported varieties of dates in the United States. Circular. N° 834.Washington, D.C. 144P.
- Ou, B.X., Hampsch-Woodill, M., Flanagan, J., Deemer, E.K., Prior, R.L., Huang, D.J.** Novel Fluorometric Assay for Hydroxyl Radical Prevention Capacity Using Fluorescein
- OULAMARA H., (2001).** Essai d'incorporation de la farine de date en panification. Mémoire magister. IN.T.A.A .Constantine, 90.
- Prouillac C. (2006).** Synthèse et évaluation de nouveaux composés organiques et phosphorés contre les effets des rayonnements ionisants : étude de leur mécanisme d'action in vitro. Thèse de Doctorat, Chimie. Biologie. Santé, Université de Toulouse 3.
- RAZI M., (1993).** Contribution à l'étude de la valeur nutritive du jus de dattes de quatre variétés molles « Ghars, Litima, Tansilt et Takermoust »en comparaison avec le miel d'abeilles. Mémoire d'Ingénieur, I.T.D.A.S, OUAREGLA.66.
- Re ,R., Pellegrini, N., Proteggrente ,A., Pannala ,A., Yang,M., Rice-Evans (1999) :**

Antioxydante activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. free radical bio med ,26 :1231-1237.

- Rima A.,2013.** Analyse de la diversité variétale du Palmier Dattier (*Phoenix dactylifera L.*): Cas des Ziban (Région de Sidi Okba), Mémoire de Magister en sciences agronomiques, Université Mohamed Khider Biskra.
- Sayre LM, Moreira PI, Smith MA, Perry G.** Metal ions and oxidative protein modification in neurological disease. *Ann Ist Super Sanità.* 2008, Vol. 41(2); pp 143-164.
- SIBOUKEUR O., (1997).** Qualité nutritionnelle, hygiénique et organoleptique du jus de dattes. Thèse de Magister, INA. El-Harrach, Alger, 106.
- Stöckigt J, Sheludko Y, Unger M, Gerasimenko I, Warzecha H, Stöckigt D (2002)** High-performance liquid chromatographic, capillary electrophoretic and capillary electrophoretic-electrospray ionization mass spectrometric analysis of selected alkaloid groups, *Journal of chromatography A*, 967, 85-113.
- TIRICHINE H S., (2010).** Etude ethnobotanique, activité antioxydants et analyse photochimique de quelques cultivars de palmier dattier (*phoenixdactylifera L.*) du sud-Est Algérien. Mémoire du diplôme de Magister en Biologie. Université d'ORAN- Es Senia. 106.
- Toutain, G., 1979.** *Eléments d'agronomie saharienne : de la recherche au développement.* Ed. JOUVE, Paris, 276 p.
- Trease E., Evans W.C. Pharmacognosie1987.** Billiare Tindall. London 13th Edition. P, 61-62. In Karumi Y., Onyeyili P.A. et Ogugbuaja V.O. Identification des principes actif de l'extrait de feuilles de *M. balsamia* (Baume du pommé). *Journal of Medicine and Scientific.* 1987, Vol.4 (3); pp 179-182. Nigeria. ISSN 1682-4474.
- Tsao, R., Yang, R., Young, J.C.** Antioxidant Isoflavones in Osage orange, *Maclura pomifera* (Raf.) Schneid, *Journal Agric Food Chem*, 2003, Vol. 51 (22); pp 6445-6451.
- Vermerris, W.** *Phenolic compound biochemistry*, Springer, Dordrecht. ISBN-10 1- 4020-5163-8 (HB). 2006.
- Waterhouse. (2001).** Determination of Total Phenolics. In *Current Protocols in Food Analytical Chemistry.* I 1.1.1-11.1.8 Wiley, New York.
- Yim, HS., Chye, FY., Tan, CT., Ng, YC., and Ho, CW. (2010).** Antioxidant Activities and Total Phenolic Content of Aqueous Extract of *Pleurotus ostreatus* (Cultivated Oyster Mushroom). *Mal J Nutr*, vol.16 N.2, P281 – 291

---

**ملخص :** الهدف الرئيسي من هذا العمل هو الدراسة الكيميائية النباتية وتحديد القوة المضادة للأكسدة والمضادة للجذور الحرة للمستخلصات الميثانولية من ثلاثة أصناف من التمور التي يتم تسويقها في منطقة الأغواط (تاكربوشة ، دجلة بيدا ، (جارباي) ، وتمجوهرت). تم الحصول على عوائد استخلاص عالية باستخدام الميثانول كمذيب. صنف Takerbouchet هو الأغنى في البوليفينول والفلافونيدات بينما صنف Degla baida هو الأغنى في الكاروتينات.

تظهر نتائج اختبارات إزالة الجذور الحرة وخفض الحديد DPPH و ABTS أن المستخلص الميثانولي من صنف تاكربوشيه يحتوي على أعلى قوة مضادة للجذور الحرة ومضادات الأكسدة. ترتبط الأنشطة المضادة للأكسدة والجذور الحرة لأنواع المختلفة من التمور بمحتواها من المركبات الفينولية والفلافونويد. التمر الجزائري مصدر طبيعي ممتاز لمضادات الأكسدة.

**الكلمات المفتاحية :** التمر ، خلاصة الميثانول ، قوة مضادة للأكسدة ، مضاد للجذور .

---

**Résumé :** L'objectif principal de ce travail est l'étude phytochimique et la détermination du pouvoir antioxydant et anti-radicalaire des extraits méthanoliques de trois variétés de dattes commercialisées dans la région de Laghouat (Takerbouchet, Degla baida, (Garbai) et Timjoughert). Des rendements d'extraction élevés ont été obtenus avec le méthanol comme solvant. La variété Takerbouchet est la plus riche en polyphénols et en flavonoïdes tandis que la variété Degla baida est la plus riche en caroténoïdes.

Les résultats des tests de piégeage des radicaux libres DPPH et ABTS et de la réduction du fer montrent que l'extrait méthanolique de la variété Takerbouchet a le pouvoir anti radicalaire et antioxydant le plus élevé. Les activités anti-oxydantes et anti-radicalaire des différentes variétés de dattes sont liées à leur teneur en composés phénoliques et en flavonoïdes. Les dattes d'Algérie sont une excellente source naturelle d'antioxydants.

**Mots clés :** Dattes, extrait méthanolique, pouvoir anti-oxydants, anti- radicalaire.

---

**Abstract.** The main objective of this work is the phytochemical study and determination of the antioxidant and anti-free radical power of methanolic extracts from three varieties of dates marketed in the Laghouat region (Takerbouchet, Degla baida, (Garbai) and Timjoughert). High extraction yields were obtained with methanol as a solvent. The Takerbouchet variety is the richest in polyphenols and flavonoids while the Degla baida variety is the richest in carotenoids.

The results of the DPPH and ABTS free radical scavenging and iron reduction tests show that the methanolic extract of the Takerbouchet variety has the highest anti-free radical and antioxidant power. The antioxidant and anti-free radical activities of the different varieties of dates are linked to their content of phenolic compounds and flavonoids. Algerian dates are an excellent natural source of antioxidants.

**Keywords:** Dates, methanolic extract, antioxidant power, anti-radical.

---