



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique Et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère De L'enseignement Supérieur Et De La Recherche Scientifique



Université Constantine 1 Frères Mentouri      الإخوة منتوري1جامعة قسنطينة      Faculté des Sciences de la  
Nature et de la Vie      كلية علوم الطبيعة والحياة

**Département : Biochimie et Biologie Cellulaire et Moléculaire**

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master Domaine :  
Sciences de la Nature et de la Vie Filière : Sciences Biologiques / Biotechnologies  
/ Écologie et Environnement Spécialité : Biochimie de la Nutrition**

Intitulé :

---

## **Activité antifongique, antibactérienne et antioxydante du fruit *Phoenix dactylifera* L.**

**Présenté par : KOUADRI AYA**

**Le : 12/06/2024**

**Jury d'évaluation :**

**Président:      MOSRANE Y.    Maitre de conférences «B» U. Constantine1. Frères Mentouri**

**Encadrant :      DJAALAB I.      Maitre de conférences «A» U. Constantine1. Frères Mentouri**

**Examineur(s): OULABANI R    Maitre de conférences «B» U. Constantine1. Frères Mentouri**

**Année universitaire 2023 - 2024**

## **Remerciements**

*Tout d'abord, je remercie le dieu **ALLAH** le tout puissant de nous avoir donné la santé, d'avoir pu entamer et terminer ce mémoire.*

*J'adresse mes remerciements et ma gratitude à **Dr. DJAALAB Imen**, Maitre de conférences A à l'Institut des Sciences Vétérinaires El khroub, d'avoir proposé et diriger ce thème. Je la remercie pour ces conseils, ses orientations et sa patience pour la réalisation de ce travail.*

*Je remercie également **Dr. MOSRANE Yousra** Maitre de conférences B à la Faculté des Sciences de la Nature et de la vie d'avoir accepté de présider le jury cette soutenance ainsi que **Dr. OUELBANI Rayene** d'avoir examiné notre travail*

*Je remercie aussi tous les ingénieurs des différents laboratoires du centre de recherche en biotechnologie CRBt qui m'ont aidé dans l'accomplissement de ce modeste travail.*

*Au final, je remercie toute personne ayant contribué de près ou de loin pour l'aboutissement de ce travail.*

## ***Dédicaces***

*Celui qui embrasse la poussière avant que ses vœux ne se réalisent, le secret de ma force et de ma détermination est ma défunte chère mère*

*Que Dieu l'accueille dans son vaste paradis.*

*A celui qui a éclairé mon chemin de connaissance d'une lumière inextinguible, à celui qui a parcouru tous les chemins que j'ai empruntés pour arriver ici;*

*Mon chère père*

*Je voudrais dédier ce travail à ma merveilleuse famille et profiter de cette joie pour leur dire merci d'être toujours à mes côtés dans les moments les plus durs pour moi*

*À mes sœurs **CHAIMA** et **YOUSRA***

*À mes petites frères **ABDELRAHMEN** et **ABDELLAH***

*Je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mes pensées et mon affection fraternelles*

## LISTE DES ABREVIATIONS

**ABTS** : Sel d'ammonium de l'acide 2,2 – azinobis-(3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique

**BHT** : Butylhydroxynisole

**BHA** : Butylhydroxynisole

**BRIX** : Mesure de la densité et de la concentration en sucre des sirops

° : Degré Celsius

**Cm** : Centimètre

**DP** : Phoenix dactylifera

**DPPH** : a,a-diphénul-β-Picrylhdrazyl

**E.Coli** : *Escherichia coli*

**FRAP** : pouvoir réducteur

**FeCl3** : Ferric chlore

**FAO** : L'organisation pour l'alimentation et l'agriculture

**g** : Gramme **H** : Heure **Kg** : Kilogramme **mg** :

Milligramme **MeOH**: Méthanol **Mg**: Milligramme **min**:

Minute **mM**: milimole

**ml**: millilitre

**nm**: Nanomètre est une unité de longueur

**N** : Noyau

**P** : Pulpe

**P+N** : Pulpes et Noyau de dattes ou datte entière

**pH** : potentiel hydrogène **TCA** : tri-chloro  
acetic acid

**µg**: Microgramme **µl**

: Microlitre **µmol** :

Micromole

**%** : Pourcentage

## LISTE DE FIGURES

<b>Figure 01</b> : Palmier dattier ( <i>Phoenix dactylifera L.</i> ).....	5
<b>Figure 2</b> : Présentation schématique du palmier dattier .....	7
<b>Figure 3</b> : Structures des constituants chimiques de <i>P. dactylifera</i> Linné.....	9
<b>Figure 4</b> : Carte mondiale des dix principaux pays producteurs de dattes en 2014 ...	11
<b>Figure 4</b> : Carte géographique illustrant la répartition des 10 oasis échantillonnées en Algérie	12
<b>Figure 5</b> : Maturation, Morphologie et anatomie du fruit et de la graine du palmier dattier .....	13
(Munier, 1973) .....	
<b>Figure 5</b> : Différents étapes de la culture des dattes: <b>a</b> Hababouk, <b>b</b> kimiri, <b>c</b> Khalal, <b>d</b> Rutab, <b>e</b> Tamar, <b>F</b> Tamar (Khajur doux), <b>g</b> Tamar (khajour dur) .....	18
<b>Figure 6</b> : Types de dattes : <b>A</b> : Ajwa ; <b>B</b> : Soukhary ; <b>C</b> : Sabaka ; <b>DMunif</b> .....	20
<b>Figure 7</b> : Variété de produits alimentaires à base de datte et de coproduits	32
<b>Figure 8</b> : <i>Phoenix dactylifera</i> récoltées dans la région d'Oued-Souf : échantillons de noyaux de dattes: à gauche, dattes entières: au centre et pulpe de dattes: à droite.....	35
<b>Figure 9</b> : Séchage puis broyage des dattes <i>Phoenix dactylifera L.</i> .....	36
<b>Figure 10</b> : Macération, agitation à froid, filtration puis évaporation des solutions macérées à l'aide de l'évaporateur rotatif ( <i>Fisher Scientific</i> ).....	37
<b>Figure 11</b> : Protocole d'extraction des extraits bruts des différentes parties de <i>Phoenix</i> <i>dactylifera</i> L (pulpes P, noyaux N et dattes entières N+P).....	37
<b>Figure 12</b> : Eppendorfs contenant les dilutions des extraits brut hydro-méthanoliques des noyaux, des pulpes et des dattes entières de <i>Phoenix dactylifera</i> .....	39
<b>Figure 13</b> : Extraits bruts de <i>Phoenix dactylifera L</i> (datte entière N+P, noyaux N, pulpe P)....	39
<b>Figure 14</b> : Pesée des extraits bruts de <i>Phoenix dactylifera</i> L (datte entière N+P, noyau pulpe P) .....	40
<b>Figure 15</b> : Bain ultrason pour homogénéisation des extraits bruts de <i>Phoenix dactylifera L</i> (datte entière N+P, noyaux N, pulpe P) .....	40
<b>Figure 16</b> : microplaque de dosage de l'activité anti radicalaire (DPPH) des extraits bruts de noyau, de pulpe et de datte entière de <i>Phoenix dactylifera L.</i> .....	41

<b>Figure 17:</b> microplaque de dosage de l'activité anti radicalaire (ABTS) des extraits bruts de noyau, de pulpe et de datte entière de <i>Phoenix dactylifera</i> L.....	42
<b>Figure 18 :</b> Illustration de la méthode des aromagrammes sur boite de pétri (Bacar etMeskine, 2014).....	45
<b>Figure 19:</b> Préparations du milieu de culture PDA : Ébullition des morceaux de pomme de terre avec l'eau distillée dans une fiole jaugée .....	47
<b>Figure 20:</b> Agitation avec plaque chauffante et filtration du milieu PDA .....	47
<b>Figure 21:</b> Milieu de culture PDA transvasé dans des flaconsprêts pour être stérilisé .....	48
<b>Figure 22:</b> Homogénéisation par vortex des trois extraits bruts des différentes parties du fruit de <i>Phoenix dactylifera</i> .....	48
<b>Figure 23:</b> Champignon <i>Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici</i> .....	49
<b>Figure 24:</b> Coulage du milieu de culture PDA dans les boites de pétri .....	49
<b>Figure 25:</b> Stérilisation de la pipette pasteur et ensemencement de la suspension mycélienne <i>Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici</i> sur boite Pétri .....	50
<b>Figure 26:</b> Dépôt de 10 ml d'extraits bruts hydro-méthanoliques du fruit de <i>Phoenix dactylifera</i> par micropipette sur les champignons <i>Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici</i> .....	51
<b>Figure 27:</b> Préparation des dilutions des extraits bruts hydro-méthanoliques des trois parties du fruit de <i>Phoenix dactylifera</i> (pulpe P, noyau N et datte entière P+N) .....	52
<b>Figure 28:</b> Ensemencement des suspensions bactériennes <i>Staphylococcus aureus</i> et <i>Escherichia coli</i> .....	53
<b>Figure 29:</b> Préparation des milieux de cultures et utilisation du micro-onde.....	54
<b>Figure 30:</b> Mise en place des disques imprégnés d'extraits bruts hydro-méthanoliques du fruit de <i>Phoenix dactylifera</i> sur les boites de Pétri ensemencées avec les deux souches testées <i>Staphylococcus aureus</i> et <i>Escherichia coli</i> .....	54
<b>Figure 31 :</b> Microplaques pour dosage de l'activité anti radicalaire (DPPH) des extraits bruts hydro-méthanoliques des différentes parties de dattes de <i>Phoenix dactylifera</i> L.....	58
<b>Figure 32 :</b> Valeurs CI <sub>50</sub> du test DPPH .....	58
<b>Figure 33:</b> Courbe d'étalonnage du DPPH .....	59

<b>Figure 34:</b> Microplaque de dosage de l'activité anti-radicalaire ABTS des extraits des rebuts de datte de <i>Phoenix dactylifera</i> .....	<b>61</b>
<b>Figure 35:</b> Valeurs $CI_{50}$ du test ABTS.....	<b>61</b>
<b>Figure 36 :</b> Courbe d'étalonnage de l'ABTS .....	<b>62</b>
<b>Figure 37 :</b> Courbe d'étalonnage du complexe $Fe^{+2}$ -phenanthroline .....	<b>63</b>
<b>Figure 38:</b> Courbe d'étalonnage FRAP .....	<b>64</b>
<b>Figure 39:</b> Diamètre d'inhibition moyen (DI) et pourcentage d'inhibition (PI) des extraits bruts des noyaux (N), des pulpes (P) et des dattes entières (N+P) vis-à-vis de la souche fongique <i>Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici</i> .....	<b>65</b>
<b>Figure 40:</b> Diamètre d'inhibition (DI) des témoigne <sup>8</sup> positifs (T+) et négatifs (T-) vis-à-vis de la souche fongique <i>Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici</i> .....	<b>65</b>
<b>Figure 41 :</b> Comparaison des diamètres d'inhibition (DI) entre l'extrait brut des noyaux de datte (N) et du témoigne positif (T+) vis-à-vis de la souche fongique <i>Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici</i> .....	<b>66</b>
<b>Figure 42:</b> Comparaison des diamètres d'inhibition (DI) entre l'extrait brut des pulpes de dattes (P) et du témoigne positif (T+) vis-à-vis de la souche fongique <i>Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici</i> .....	<b>66</b>
<b>Figure 43:</b> Comparaison des diamètres d'inhibition (DI) entre l'extrait brut des dattes entières (N+P) et du témoigne positif (T+) vis-à-vis de la souche fongique <i>Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici</i> .....	<b>67</b>
<b>Figure 44:</b> Diamètre d'inhibition des extraits bruts hydro-méthanoliques des noyaux, des pulpes et des dattes entières de <i>Phoenix dactylifera</i> . vis-à-vis de deux souches bactériennes <i>Staphylococcus aureus</i> et <i>Echerichia coli</i> .....	<b>69</b>
<b>Figure 46:</b> Diamètre d'inhibition des extraits bruts hydro-méthanoliques des noyaux, des pulpes et des dattes entières de <i>Phoenix dactylifera</i> . vis-à-vis de deux souches bactériennes <i>Staphylococcus aureus</i> et <i>Echerichia coli</i> .....	<b>70</b>

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1 :</b> Phytoconstituants signalés chez <i>Phoenix dactylifera</i> Linné.....	8
<b>Tableau 2 :</b> Espèce du genre <i>Phoenix</i> ainsi que leur nom local commun et leur répartition géographique.....	10
<b>Tableau 3 :</b> Des méthodes non thermiques utilisées pour la conservation des dattes .....	27
<b>Tableau 4 :</b> Méthodes thermiques pour la conservation des dattes.....	29
<b>Tableau 5 :</b> Rendement des extraits bruts des différentes parties (noyaux, pulpes et 15 dattes entières) du fruit de <i>Phoenix dactylifera</i> L. ....	56
<b>Tableau 6 :</b> Activité antioxydante et inhibition du radical DPPH par les extraits bruts méthanoliques (N: noyau, P : pulpe et datte entière : P+N) de <i>Phoenix dactylifera</i> L.....	57
<b>Tableau 7 :</b> Activité antioxydante et inhibition du radical ABTS par les extraits bruts méthanoliques de <i>Phoenix dactylifera</i> L (N: noyau, P : pulpe et datte entière : P+N).....	60
<b>Tableau 8 :</b> Activité antioxydante et réduction du complexe Fe <sup>+2</sup> -phenanthroline pour les extraits bruts méthanoliques (N: noyau, P : pulpe et datte entière : P+N) de <i>Phoenix dactylifera</i> L.....	63
<b>Tableau 9:</b> Diamètre d'inhibition moyen (DI) et pourcentage d'inhibition (PI) des extraits bruts des noyaux (N), des pulpes (P) et des dattes entières (N+P) vis-à-vis de la souche fongique <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> .....	65
<b>Tableau 10 :</b> Activité antibactérienne des extraits bruts hydro-méthanoliques des noyaux, des pulpes et des dattes entières de <i>Phoenix dactylifera</i> . vis-à-vis de deux souches bactériennes <i>Staphylococcus aureus</i> et <i>Echerichia coli</i> .....	64



## SOMMAIRE

Remerciements Liste des figures Liste des tableaux

INTRODUCTION ..... 1

### ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

#### CHAPITRE 1 : Etude Botanique du Palmier dattier

1. Historique du palmier dattier.....	4
2. Taxonomie .....	5
2.1 Classifications du palmier dattier .....	5
3 Description Botanique .....	6
3.1 Les feuilles .....	6
3.2 Les fleurs .....	6
3.3 Les fruits .....	6
4 Ecologie .....	7
5 Propagation .....	7
6 6 Constituants chimique .....	8
7. Répartition Géographique .....	9
7.1 Dans le monde .....	9
7.2 En Algérie .....	11
8 Exigences climatique .....	12
8.2 Humidité .....	12
8.3Eaux .....	13
8.4 Lumière .....	13

#### CHAPITRE II : Etude Phytochimique de *Phoenix dactylifera*

1.Description de la datte .....	14 2.
Propriétés nutritionnelles .....	15 2.1
Les glucides .....	16
2.2 Les fibres .....	16
2.3. Les protéines .....	16
	16
2.4 Les lipides .....	16
2.522 Les produits phytochimiques .....	17
2.6 Les vitamines et minéraux .....	17
3 Stades de développement des fruits du palmier dattier .....	17

4. les différents Types des dattes .....	19
5 Caractéristiques physico-chimiques des dattes .....	20
6 Le rôle des dattes dans la prévention des maladies via leur activité .....	21
6.1 Activité anti-oxydante .....	21
6.2 Activité anti tumoral .....	22
6.3 Activité antimicrobien .....	22
6.4 Activité antidiabétique .....	22
6.5 Activité anti inflammatoire .....	23
6.6 Effet néphroprotecteur .....	23
6.7 Effet sur l'infertilité.....	23
6.8 Accouchement et relaxation du travail .....	24

### **CHAPITRE III: Utilisation et transformations de la datte**

1 Production et qualité des dattes en Algérie .....	25
2 Conservation de la datte .....	25
2.1 Traitements thermiques de la datte .....	25
2.1.1 Tri et nettoyage .....	25
2.1.2 Fumigation .....	26
2.1.3 Irradiation .....	26
2.1.4 Emballage .....	26
2.1.5 Ozonation .....	26
2 traitements non thermiques de la datte .....	27
2.3 Entrepôts froid .....	28
2.4 Déshydratation .....	28
3 Transformation de la datte .....	29
3.1 Pâte de datte .....	29
3.2 Date jam .....	30
3.3 Cornichons .....	30
3.4 La gelée .....	30
3.5 Sirop de datte .....	31
3.6 Datte en poudre .....	31
3.7 Huile de graines .....	31
3.8 Gâteaux de la datte .....	31
4 Application des produits et coproduits à base des dattes dans les aliments	32
4.1 Produits carnés .....	32

4.2 Les Produits laitiers .....	33
4.3 Les produits de boulangerie .....	33

## ETUDE EXPERIMENTALE

### CHAPITRE III : Matériel et Méthodes

1 Matériel végétal .....	35
1.1 Broyage et tamisage .....	36
2 Méthode d'extraction	
2.1 Extraction Solid liquide .....	36
2.2 Le rendements d'extraction.....	38
2.3 Activités biologiques de <i>Phoenix dactylifera L</i> .....	38
2.3.1 Activité anti-oxydante .....	38
.2.3.1 Activité anti radicalaire au DPPH .....	39
2.3.2 Activité du piégeage du cation radical ABTS.....	41
2.3.3. Activité de réduction par la formation du complexe Fe <sup>+2</sup> -	
phenanthroline.....	42
	43
2.3.4 Activité du pouvoir réducteur (FRAP).....	43
2.3.2 Activité antifongique .....	44
2.3.2.1. Préparation de l'inoculum fongique .....	44
2.3.2.2. Technique de l'Aromatogramme .....	44
2.3.3. Activité antibactérienne .....	51
2.3.3. 1. Souches bactériennes .....	51
2.3.3. 3. Préparation des cultures jeunes .....	52
2.3.3.4. Préparation de l'inoculum .....	52
2.3.3.5. Méthode de diffusion .....	53
2.3.3.5. Préparation des dilutions .....	53
2.4. Analyses statistiques .....	55

### CHAPITRE IV : Résultats et Discussion

1. Le rendement de l'extraction de <i>Phoenix dactylifera L</i> .....	56
2. Les activités biologiques de <i>Phoenix dactylifera</i> .....	57
2.1. Activité anti-radicalaire au DPPH .....	57
2.2. Activité anti-radicalaire par piégeage du cation radical ABTS .....	60
2.3. Activité de réduction par la formation du complexe Fe <sup>+2</sup> -phenanthroline et	

Reducing power FRAP .....	<b>63</b>
3. Evaluation de l'activité antifongique de <i>Phoenix dactylifera</i> .....	<b>64</b>
4. Activité antibactérienne de <i>Phoenix dactylifera</i> .....	<b>67</b>

**CONCLUSION ET PERSPECTIVES 72**

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 74**

**RESUME**

## INTRODUCTION

Le fruit de la datte (*Phoenix. dactylifera*) est l'une des cultures les plus importantes de la famille des *Arecaceae*. Il est cultivé depuis l'antiquité, il y a plus de 4000 ans, dans les pays du Moyen-Orient et d'Afrique du Nord et principalement dans les régions sèches et arides. Ce fruit été cultivé à des fins de développement culturel, nutritionnel, environnemental, religieux et social (**Ibrahim et al., 2021 ; Siddeeg et al., 2019**).

Les dattes sont retrouvées dans de nombreuses variétés avec plus de 600 cultivées dans le monde telles que Ajwa, Barhe, Halawi, Khlas, Lulu, Medjool et Sukkari qui diffèrent les unes des autres par leur formes et leurs propriétés organoleptiques (**Ibrahim et al., 2021**).

Les dattes peuvent être classées en fonction de leurs stades de maturation en cinq types principaux: Hababouk, Kimri, Khalal ou Bistr, Rutab et Tamer. Les cinq étapes peuvent être transformées et consommées de différentes manières. Plusieurs types de produits alimentaires peuvent être transformés à partir des différentes étapes des dattes ; tels que les dattes séchées, la pâtes de datte, le sirop de dattes, la confiture de dattes, le beurre de dattes et les dattes marinées. De plus, les déchets de dattes peuvent être transformés en différents produits tels que la transformation des noyaux de dattes (graines) en café et en huile (**Ibrahim et al., 2021 ; Hussain et al., 2020 ; Echegaray et al., 2020 ; Siddiq et al., 2013**).

Le Sahara Algérien, grande caractéristique du pays étendu sur trois quart de la surface totale, avec son riche patrimoine en palmiers dattier permet à l'Algérie d'occuper le 4<sup>ème</sup> rang mondial producteur de datte avec 789 357 tonnes (**FAO, 2010**) et le 1<sup>er</sup> producteur de l'union du Maghreb arabe (**FAO, 2012**). La production Algérienne en datte compte plus de 13 millions de palmiers et 940 cultivars (**Hannachiet et al., 1998**).

Les produits du palmier dattier sont couramment utilisés pour consommation humaine et animale pour plusieurs domaines. Dans la pharmacologie; comme produits de cosmétiques pour la beauté, comme calmant et contre la diarrhée. Dans la menuiserie; dans la fabrication du bois de chauffage. Dans l'alimentation animales; de nombreuses expériences scientifiques ont été réalisées pour exploiter les résidus de dattes pour l'alimentation des moutons et chèvres. Dans l'alimentation humaine ; considéré comme un aliment de base et peut servir à l'élaboration de produit

alimentaires de grande valeur énergétique et diététiques comme les jus, les sirops, le vinaigre, les pâtes de dattes, la confiserie, le sucre (**Oueld Elhadj et al., 2001**).

Ainsi, la datte joue un rôle économique, environnemental et social et afin de valoriser notre flore oasienne Algérienne, sources potentielle de molécule naturelles bioactives, nous inscrivons notre présent travail qui se propose d’approfondir les connaissances sur l’espèce botanique *Phoenix dactylifera* L. jouissant de grandes propriétés pharmacodynamiques.

Pour cela, nous nous sommes fixés comme principaux axes de recherche:

- L’étude phytochimique des différentes parties du fruit de la datte sèche *Phoenix dactylifera* L. de la variété « Hchef », à savoir : le noyau, la pulpe et la datte entière.
- L’évaluation *in vitro* de l’activité antioxydante, antifongique et antibactérienne des extraits bruts hydro méthanoliques des trois parties du fruit de *Phoenix dactylifera* L.

Avant d’aborder la partie expérimentale, une partie théorique est réalisée et est scindée en trois chapitres ; Le premier chapitre détaillant l’étude botanique du palmier dattier et de la datte , le deuxième chapitre traite l’étude phytochimique et biologique du fruit du palmier dattier *Phoenix dactylifera* L et le dernier chapitre présente les différentes utilisations et transformation de la datte. Enfin, dans la partie pratique, nous présentons le matériel et les méthodes utilisées, nous exposons et nous discutons les différents résultats obtenus.

# ***PARTIE THEORIQUE***

## CHAPITRE I :

### ETUDE BOTANIQUE DU PALMIER DATTIER (*Phoenix dactylifera L.*)

#### 1. Historique du palmier dattier

Les dattiers sont parmi les plus anciens du monde et constituent une culture du fruit importante dans les pays du Moyen-Orient (**Marzouk et al., 2011 ; Alalwan et al., 2020**). Les dattes ont une importance religieuse pour les musulmans, où le fruit est mentionné dans de nombreuses sections du saint Coran pour ses valeurs nutritionnelles et médicinales (**Ahmed et al., 2014**).

Ce fruit a été utilisé est traditionnellement utilisé pour rompre le jeûne pendant le mois sacré du Ramadan dans les pays Arabes et islamiques (**Miller et al., 2003 ; Al-Farsi et al., 2008**).

Les premières exemples d'utilisation de dattes au Moyen-Orient proviennent de deux sites ; Sabiyah au Koweït et L'île de Dalma aux Émirats arabes unis, comme en témoigne les graines et le noyaux de dattes carbonisées (**Ahmed et al., 2014 ; Tengberg et al., 2012**).

Les dattes ont un statut social particulier Particulière dans les pays du Moyen-Orient (par exemples, le Koweït, l'Arabie Saoudite, Bahreïn) et chez les Arabes en général, car les dattes et les aliments à base de dattes sont servis lors des occasions et événements les plus propices tels que les mariages, les naissances, les réunions de famille, et les fêtes religieuses (**Alawan et al., 2017**). Bien que les dattes soient admirées pour les propriétés nutritionnelles et bénéfiques pour la santé par les autochtones du Moyen-Orient et d'Afrique du Nord, ce fruit est moins reconnu dans d'autres régions du monde en partie en raison d'une documentation scientifique limitée dérivée des traditions prophétiques islamiques (**Vayalil et al., 2012**).





**Figure 01** : Palmier dattier (*Phoenix dactylifera L*) (Munier, 1973)

## **2. Taxonomie**

Le nom scientifique du palmier dattier est *Phoenix dactylifera L.* est un nom très ancien utilisé par le philosophe Théophraste notamment que l'arbre a été introduit pour la première fois aux Grecs par les Phéniciens. Le nom spécifique dérive de la forme allongé des fruits ressemblent aux doigts de la main du mot grec *dactylos* (doigt) (Djerbi, 1994). Le fruit *Phoenix dactylifera* est une espèce dioïque, monocotylédone (Munier, 1973).

### **2.1. Classification du palmier dattier**

La place du palmier dattier dans le règne végétal est rappelée ci-dessous (Feldman, 1976) :

**Règne** : *Plantae*

**Sous Règne** : *Tracheobionta*

**Super division** : *Magnoliophyta*

**Classe** : *Liliopsida*

**Sous-classe** : *Arecidae*

**Ordre** : *Arecales*

**Famille** : *Areacacées*

**Genre** : *Phoenix*

**Espèce** : *Phoenix dactylifera L.*

### **3.Description botanique**

*Phoenix dactylifera* est une monocotylédone qui peut pousser dans des sols bien drainés jusqu'à 1500m d'altitude, il y avait des épines pennées sur le pétiole. Les fleurs sont jaunâtres et portent des fruits (**Masood et al., 2011**).

#### **3.1.Les feuilles**

Les feuilles sont des petites pennes linéaires et carénées adaptées en épines, pennées de 20 à 40 cm de long (**Belhabib, 1995**).

#### **3.2.Les fleurs**

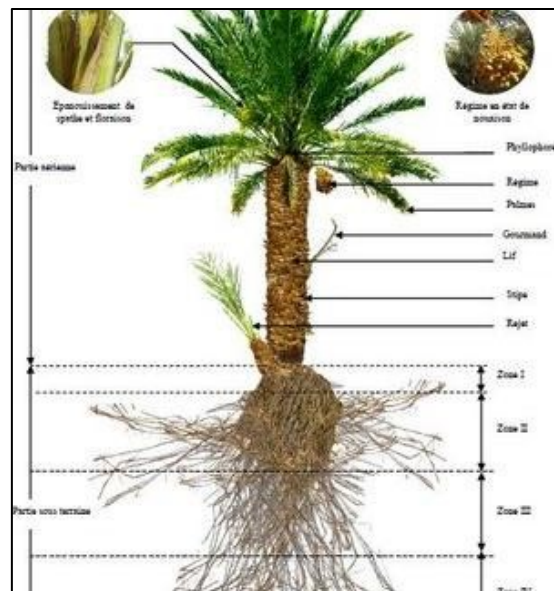
Les fleurs sont petites et rassemblées en spadice ramifiés. La partie inférieure de la fleur est reliée directement aux épillets qui se transformant au fruit.

#### **3.3.Les fruits**

Les fruits sont appelés dattes et se présentent sous la forme de baies oblongue, la taille du fruit est de 2,6 à 7,6 cm de long et son diamètre est d'environ 2 à 3 cm du couleur rouge ou jaune-brune à maturité. Lorsqu'il n'est pas mûr, ce fruit ressemble à une couleur vert foncé. Les variétés de fruits dépendent de la présence de sucre contenu dans les fruits.

#### **3.4.Les graines**

Les graines sont de forme ovale-cylindrique. Chaque fruit possède une seule graine avec un canal longitudinal. Les graines apparaissent de couleur rouge vif à jaune vif lorsqu'elles ne sont pas mûres.



**Figure 2 :** Présentation schématique du palmier dattier (Boulanouar, 2015)

#### 4.Écologie

Le palmier dattier peut résister à des températures élevées pendant une long période mais ne tolère pas les basses températures pendant longtemps ; en dessous de  $-8^{\circ}$  lui est nocif.

Les conditions appropriées pour la culture du palmier dattier sont des régions à faible humidité et où les précipitations sont très faibles. Les circonstances les plus préférables pour la floraison sont un environnement sec. Pour l'affinage proprement dit, il faut une température moyenne de l'ordre de  $30$  à  $35^{\circ}\text{C}$ .

Le palmier dattier peut pousser dans différents types de sols et l'alcalinité se situe entre pH 5 et 8,2. Les palmiers dattiers sont cultivés dans des conditions de trempage prévoyantes et contrôlées (Kwaasi, 2003).

#### 5.Propagation

Le *P. dactylifera* se développe normalement soit à partir des graines, soit à partir des pousses. Mais actuellement, les chercheurs se concentrent sur l'organogénèse pour sa croissance par un processus de culture tissulaire. Cette technique est très utile pour les agricultures car à partir d'une très petite quantité de tissu méristématique, de grandes quantités des plantes peuvent être produites en peu de temps (Kwaasi, 2003).

## 6. Constituants chimiques

La datte *P.dactylifera* est constituée chimiquement de glucides, de stéroïdes, de flavonoïdes, d'alcaloïdes, de vitamines et de tanins. Les structures chimiques de divers composés chimiques isolés du palmier dattier sont présentées dans le tableau et la figure ci-dessous (Biglari, 2008 ; Hussein, 1998) :

**Tableau 1** : Phytoconstituants signalés chez *Phoenix dactylifera* Linné

	<b>Type chimique</b>	<b>Constituants chimique</b>
<b>1</b>	Composés phénoliques	Acide coumarique, acides cinnamiques et acide sinapique
<b>2</b>	Glycosides flavonoïdes	Méthyl lutéoline, méthyl quercétin, lutéolin et quercétin
<b>3</b>	Acides phénoliques liés	Acid gallique, acide seringue, acide caféique, acide phydroxybenzoïque, acide vanillique, p-acide coumarique, o-coumarique acide protocatéchique et ferulic
<b>4</b>	Acides phénoliques libres	Acide vallique, acide férulique, acide procatéchique et acide seringue
<b>5</b>	Flavones	Épicatéchine et catéchine
<b>6</b>	Les acides gras	L'acide palmitique, acide palmitoléique, acides linoléiques, acides lauriques, acides myristoléiques, acides capriques et acide myristique
<b>7</b>	Pigments	Anthocyanes
<b>8</b>	Caroténoïdes	a-carotène et lutéine
<b>9</b>	Stéroïdes	Campestérol, cholestérol, stigmastérol, isofucostérol et B-sitostérol
<b>10</b>	Triterpénoïd	a-amirin
<b>11</b>	Enzymes	Peroxydase phytase et inverser
<b>12</b>	vitamines	A, B1, B2, B3, B5, B6, B9 et C

13	Autres constituants	Galactomannas a-D glucan et Hétéroxyllone
<p>The figure displays the chemical structures of eleven compounds: Coumaric acid (4-hydroxycinnamic acid), Cinnamic acid (trans-3-phenylacrylic acid), Quercetin (a flavonol with multiple hydroxyl groups), Syringic acid (4-hydroxy-3,5-dimethoxybenzoic acid), Ferulic acid (4-hydroxy-3-methoxycinnamic acid), Catechin (a flavan-3-ol), p-coumaric acid (4-hydroxycinnamic acid), Nicotinic acid (pyridine-3-carboxylic acid), Gallic acid (2,3,4-trihydroxybenzoic acid), Stigmasterol (a sterol with a side chain containing a double bond and a methyl group), and Campesterol (a sterol with a side chain containing a double bond and two methyl groups).</p>		

**Figure 3 :** Structures des constituants chimiques de *P. dactylifera* Linné(Biglari, 2008)

## 7.Répartition géographique du palmier dattier

### 7.1.Dans le monde

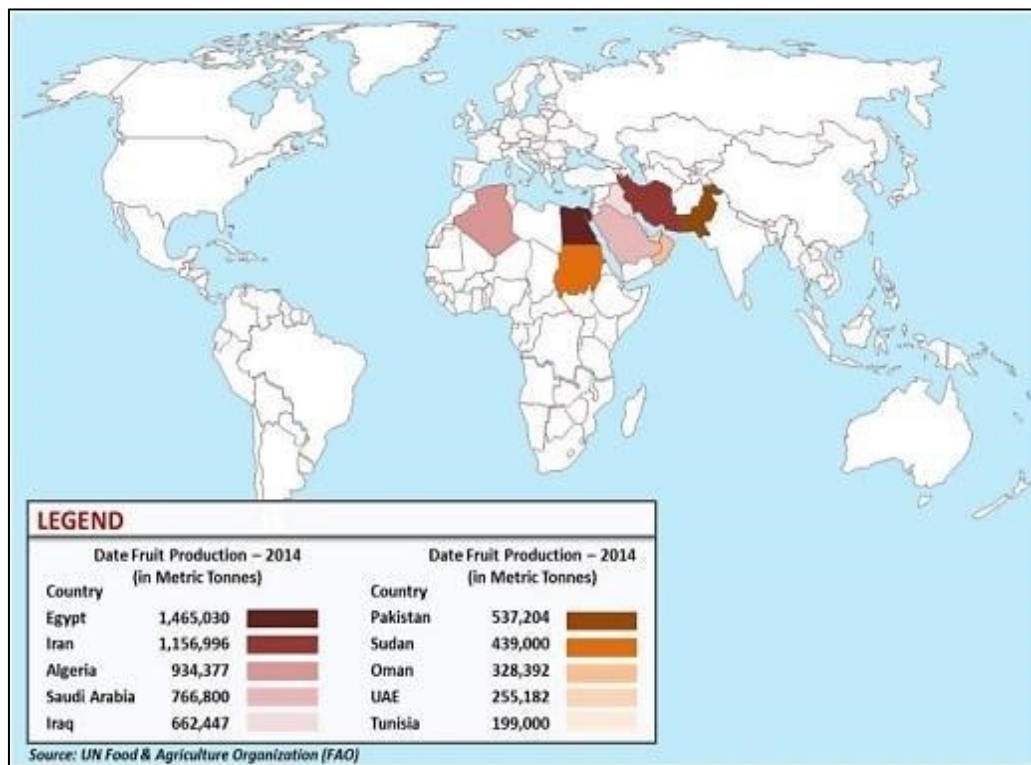
Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) est considéré comme l'un des cultures de bases les plus anciennes d'Asie du Sud-Ouest et d'Afrique du Nord. En outre, les dattes peuvent être cultivées en Australie, au Mexique, en Amérique du Sud, en Afrique australe et aux États-Unis, en particulier dans le sud de la Californie, en Arizona et au Texas (Chao et Krueger, 2007 ; Al Harassi et al 2014Hazzouri et al ...,2015).

Le palmier dattier appartient à la famille des *Arecaceae* (Angiospermes, monocotylédones) composée d'environ 200 genres et plus de 2500 espèces. *Phoenix* (*Coryphoideae phoeniceae*) est l'un des genres comptant environ 14 espèces (réf. Tableau 2).

**Tableau 2 :** Espèce du genre *Phoenix* ainsi que leur nom local commun et leur répartition géographique

<b>Espèces</b>	<b>Nom local</b>	<b>Répartition géographique</b>
<i>Phoenix acaulis</i>	Palmier dattier sans tige	Bhoutan, Népal, Inde du Nord
<i>Phoenix andamanensis</i>	Palmier dattier de l'Île d'Andaman	Myanmar
<i>Phoenix atlantica</i>	Île du Cap-vert	Îles du Cap-vert
<i>Phoenix caespitosa</i>	Palmier dattier	Djibouti, Oman, Arabie Saoudite, Somalie, Yémen
<i>Phoenix canariensis</i>	Palmier dattier des Canaries	Australie, Bermudes, Îles Canaries, Italie, Espagne
<i>Phoenix dactylifera L</i>	Palmier dattier	Péninsule arabique, Australie, Californie, Chine, El Salvador, Fidji, Iran, Inde, Maurice, Afrique du Nord et de l'Ouest, Pakistan, Espagne
<i>Phoenix loureiroi</i>	Dattier des montagnes	Chine, Himalaya, Inde, Indochine, Philippines
<i>Phoenix paludosa</i>	Palmier dattier des mangroves	Andman, Inde, Indochine, Saumatra
<i>Phoenix pusilla</i>	Palmier dattier de Ceylan	Inde, Sri Lanka
<i>Phoenix reclinata</i>	Palmier dattier du Sénégal	Afrique, Péninsule Arabique, Comores, Madagascar
<i>Phoenix roebelenii</i>	Dattier pygmée	Chine (Yunnan) jusqu'au nord de l'Indochine
<i>Phoenix rupicola</i>	Cliff dattier Îles	Andaman, Bhoutan, Inde
<i>Phoenix sylvestris</i>	Palmier dattier indien	Myanmar, Chine du Sud

<i>Phoenix theophrasti</i>	Palmier dattier	Crétois Îles grecques, Turquie
----------------------------	-----------------	-----------------------------------



**Figure 4 :** Carte mondiale des dix principaux pays producteurs de dattes en 2014 (FAO, 2014)

### 7.2.En Algérie :

Les palmiers dattiers sont cultivés dans les oasis Algériennes, principalement au sud des montagnes du Sahara-Atlas.

En 2002, les forêts de palmiers dattiers de l'Algérie comptaient 13,5 million d'arbres sur une superficie de 120 830 hectares, alors qu'en 2015, on comptait 18 millions de palmiers dattiers sur une superficie de 169 380 hectares (Bouguedoura et al., 2015)

Environ 1 000 variétés ont été cataloguées, multipliées par clonage par bouturage, et leur répartition est très clairement divisée entre les parties orientales, centrales et occidentales du pays. Certaines variétés se trouvent dans deux ou trois régions, mais la plupart sont limitées à leur région d'origine (Bouguedoura et al., 2008).



**Figure 4:** Carte géographique illustrant la répartition des 10 oasis échantillonnées en Algérie (Bouguedoura et al., 2008).

Selon **Bouguedoura et al. (2008)**, 414 échantillons ont été obtenus des oasis des wilayas suivantes :

- Biskra : 13 variétés.
- Oued Souf : 22 types.
- Touggourt 30 variétés.
- Ouargla : 5 variétés.
- Ghardaïa : 17 variétés. □M'niaa : 10 variétés
- Timimoune : 16 variétés □Adrar : 18 variétés
- Beni Abbes : 14 variétés
- Tamanrasset : 4 variétés

### **8.Exigence climatique du palmier dattier**

*Phoenix dactylifera* est cultivé dans les zones où les températures moyennes annuelles de surface sont supérieures à 16 °C comme dans le sud de l'Iran (**Tengberg et al., 2011 ; Global Biodiversity information, 2012 ; Woodcok et al., 2010**), le sud-est de l'Irak et l'est du Pakistan(**Elshibli et al., 2009**) ainsi que le Nord et le centre de l'Algérie (**Elshibli et al., 2009 ; Saadi et al., 2006**).



La limite inférieure de températures est comprise entre 13°C et 16 °C, la température maximale critique a été fixée à 46°C car les températures estivales dans les endroits climatiquement très adaptés à cette espèce dépassent rarement 46°C selon les variétés (**Burt, 2005**). Les températures comprises entre 20 °C et 39°C sont répertoriées comme température préférées pour les palmiers dattiers, de sorte que les températures optimales inférieure et supérieure sont respectivement de 20°C et 39°C (**Burt, 2005**).

## **8.2 Humidité**

Le seuil inférieur d'humidité représentant le point de flétrissement permanent de la plante a été fixé à 0,007 de plus, ce nombre correspond bien à la répartition des palmiers dattier observée en Amérique du Sud, en Asie et au Moyen-Orient (**Kriticos et al., 2007**).

Les seuils d'humidité optimaux inférieure (SM1) et supérieure (SM2) ont été fixés respectivement à 0,013 et 0,81 pour améliorer la croissance de l'espèce en Egypte , en Arabie Saoudite, en Iran, en Inde et dans certains pays africains le seuil supérieur d'humidité du sol (SM3) a été fixé à 0,9 car cette espèce et ses fruits peuvent être affectés négativement par une humidité élevée du sol de plus, cette valeur correspond raisonnablement à la distribution observée (**Elshaibi et al., 2009**).

## **8.3 Eaux**

La culture du palmier dattier s'est développée principalement dans les régions à pluie hivernal. les précipitations ne nuisent pas aux fruits du palmier dattier, mais elles profitent aux sols des plantations en réduisant les dépôts de sels à la surface et en empêchant le mouvements ascendant du sel depuis les couches plus profondes (**Nixon et Carpenter,1978 ; Dowson, 1982 ;McColl, 1972**).

## **8.4 Lumière**

La croissance du palmier dattier est inhibée par les rayons situés aux extrémités violettes et jaunes du spectre, mais pas par les rayons situés à l'autre extrémité du spectre H.

La lumière rouge est amplifiée .ces derniers rayons favorisent le plus activement la photosynthèse. Bien que les nuages puissent réduire les niveaux de lumière, malheureusement, dans les pays producteurs de dattes, le ciel est clair pendant la période de maturation (Juillet à Octobre dans l'hémisphère nord et février à mai dans l'hémisphère Sud) (**Lasserre,1922**).

## **CHAPITRE II :**

### **ETUDE PHYTOCHIMIQUE DE *PHOENIX DACTYLIFERA***

#### **1. Description de la datte**

Le fruit du palmier dattier s'appelle la datte qui est une baie. Ce fruit est généralement allongé ou ellipsoïdal avec une seule graine entourée d'un fin endocarpe membraneux. Pour les caractéristiques morphologiques des fruits et des graines, la couleur et le goût varient selon les variétés. Elle est également influencée par les conditions agro-climatiques.

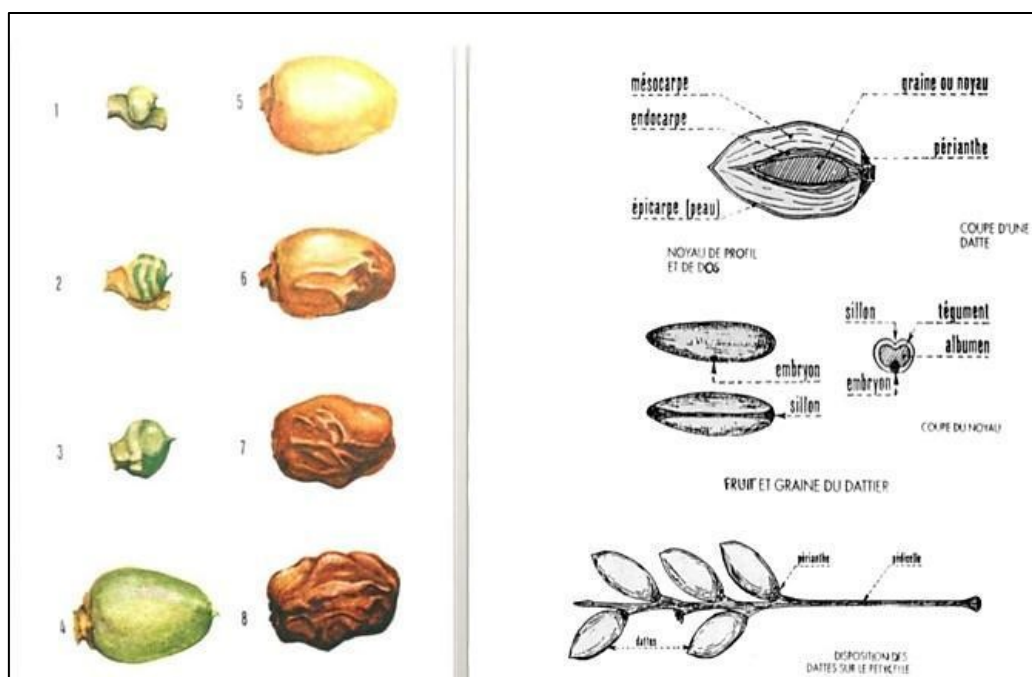
Le poids du fruit est d'environ 2 à 60 g, la longueur est de 3 à 11 cm et le diamètre est de 2 à 3 cm.

Le mésocarpe, qui constitue la majorité du fruit, est charnu et composé de cellules de parenchyme. Ce mésocarpe est divisé en mésocarpe externe et mésocarpe interne et est protégé par le péricarpe. Les graines de palmier dattier présentent des rainures et des petits trous (monticules) dont les caractéristiques, la profondeur et l'emplacement varient selon la variété (**Gnimi et al., 2007**)

Le poids des graines est de 0,5 à 4,0 g, leur longueur de 2,3 à 3,6 cm et leur diamètre de 0,6 à 1,3 cm. Le développement de la datte suit une courbe de croissance en forme de S au début de la saison, mais le taux de croissance diminue plus tard dans la saison à mesure que le fruit perd de l'eau (**Zaid et al., 2002**).

Les dattes passent par cinq étapes de maturation au cours de leur développement (Hanaboku, Kimuri, Halal, Rutab Et Tamals) et atteignent leur pleine maturité en sept mois (**Munier, 1973**) (figure 5).

Ceux-ci représentent des stades de développement tels que le vert foncé, la couleur mûre, la brune tendre et le raisin dur. À maturité, le fruit devient comestible car il devient moins amer, plus sucré, plus doux et plus juteux. Par conséquent, les dattes subissent des changements externes et internes au cours de la croissance et de la maturation, qui affectent leur qualité et leur valeur nutritionnelle (**Echergray et al., 2012**).



**Figure 5:** Maturation, Morphologie et anatomie du fruit et de la graine du palmier dattier  
(Munier, 1973)

## 2. Propriétés nutritionnelles des dattes

La datte se compose principalement de glucides, de fibres, de protéines et de petites quantités de graisses. Elle est également riche en micronutriments, notamment en vitamines telles que la thiamine, la riboflavine, C et E, minéraux tels que le potassium et le magnésium et divers substance végétales secondaires.

### 2.1 Les glucides

Les fruits de *Phoenix dactylifera* sont principalement constitués de glucides avec un poids sec variant de, de 40 à 80 % ou plus, selon la variété cultivée. Plusieurs études ont examiné différentes variétés de dattes et ont révélé que parmi une large gamme, de plus de 600 variétés cultivées dans le monde, la bruni a la teneur totale en glucides la plus élevée, soit plus de 80 %. Par contre, la valeur la plus basse de sucres solubles est pour la variété Khasab qui est inférieur à 50 % (Hussain et al., 2020).

## **2.2 Les Fibres**

Les dattes sont considérées comme source importante de fibres avec une teneur en fibres de 2 à 8%. La variété Degret Nour, cultivée principalement en Algérie et en Tunisie, présente la plus forte teneur en fibres avec 8%. La célèbre variété de datte marocaine (Medjool) possède également sur une teneur élevée en fibres de 6,7%. En comparaison, le pourcentage le plus faible a été trouvé chez la variété Lulu des Émirats arabes unis, soit 2,7% (**Amadou et al., 2016**).

Un niveau moyen de fibres de 4,35% a été détecté dans les dattes Sukkari cultivées en Arabie Saoudite (**Aljutaily et al., 2021**).

La fibre de datte est composée de fraction de fibres de haute qualité telles que le  $\beta$ -glucane, l'arabinoxylane et la cellulose, ce qui en fait une meilleure source de fibres tels que les céréales (**Hussain et al., 2020**).

## **2.3 Les protéines**

La teneur en protéine des dattes est considérée comme faible, allant de 1,7 à 4,7% mais ces concentrations sont plus élevées que dans les autres fruits (**Ayad et al., 2020 ; Assirey et al., 2015 ; Sissiq et al., 2015**).

Une teneur en protéine allant jusqu'à 4,7% a été détectée dans la variété Saoudienne Shalaby et un minimum de 1,7% dans une autre variété Saoudienne Mabroum (**Assirey et al., 2015**).

Une teneur moyenne en protéine comprise entre 1,6 et 3,6g de protéines brutes a été trouvée dans les variétés de palmiers dattiers telles que Khalas, Barhi, Lulu, Deglet Noor, Medjool et Qushi Balquan (**Hussain et al., 2020**).

La teneur en protéine dépend également du stade de fructification des dattes. Des quantités de 1,1 à 2,0% ont été trouvées dans les dattes fraîches, tandis que 1,5 à 3,0% ont été trouvées dans les dattes séchées (**Siddiq et al., 2013**).

## **2.4 Les lipides**

Les dattes contiennent très peu de graisse, moins de 1% de fruit entier. Pour trois variétés saoudiennes, Sukkari, Bruni et Rabana, la teneur maximale en matière grasse variait entre 0,5 et 0,7%, tandis que pour les autres variétés Saoudienne, Kodari et Mabroum, la teneur la plus faible était de 0,1 à 0,2% (**Assirey et al., 2015 ; Siddeg et al., 2019**).

Le contenu nutritionnel des dattes varie en fonction du stade du fruit, mais les dattes fraîches en contiennent 0,1 à 0,2 % et les dattes séchées 0,1 à 0,5 % (Siddiq et al., 2013).

Des quantités importantes de graisse ont été signalées par Ayad et al. (2020), allant de 7 à 9,7% ont été trouvées dans les noyaux ou les graines de datte.

### **2.5 Les produits phytochimiques de *Phoenix dactylifera***

Les dattes contiennent des quantités relativement élevées de nombreuses substances végétales secondaires telles que caroténoïdes et les composés phénoliques. Les produits phytochimiques sont connus pour leurs puissantes propriétés antioxydantes, leur présence dans n'importe quel aliment augmente considérablement ses propriétés fonctionnelles (Razali et al., 2019).

Les composés phénoliques totaux, y compris les flavonoïdes et les non-flavonoïdes, sont présents dans les dattes en quantités allant de 26,47 mg à plus de 27 000 mg d'équivalents d'acide gallique (GAE) pour 100<sup>-1</sup>. Des niveaux élevés de GAE compris entre 27 000 mg / 100 g ont été détectés dans les variétés Kenaj couramment consommées en Malaisie (Razali et al., 2019).

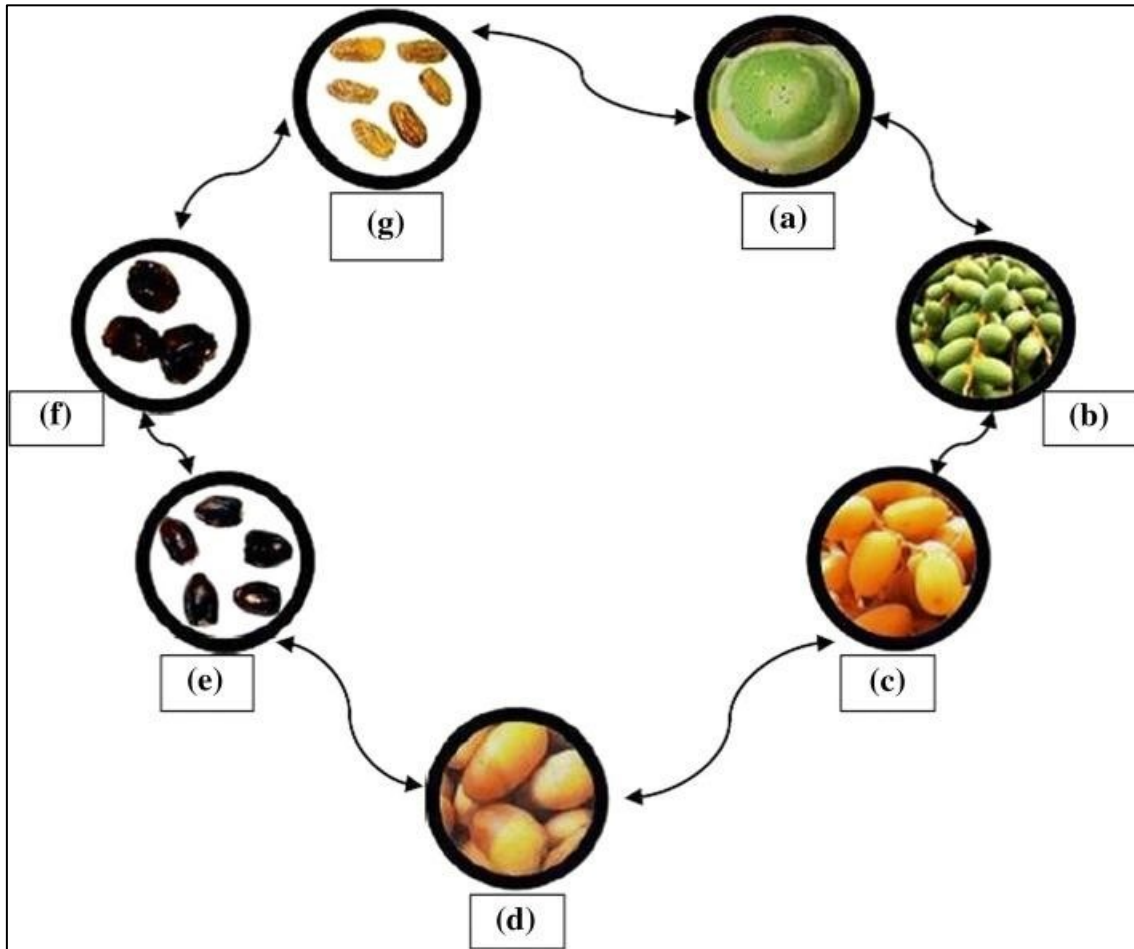
### **2.6 Les vitamines et minéraux**

Les dattes sont considérées comme une source relativement bonne de diverses vitamines, principalement les vitamines du complexe B. Dans certaines variétés de palmiers dattier, la thiamine et la riboflavine ont été détectées respectivement en quantités de 0,060 à 0,66 et 1,27 à 1,61 mg 100 g<sup>-1</sup> (Amadou et al., 2016).

## **3. Les stades de développement des fruits du palmier dattier**

Les fruits sont connus pour passer par cinq stades de développement différents avant d'atteindre leur pleine maturité. Le fruit mûrit au bout de 7 mois et sa couleur passe du jaune au brun rougeâtre. Ces fruits sont vendus en grappes et chaque grappe pèse environ 10 kg. Un arbre pleinement productif peut produire 10 raisins, avec un rendement d'environ 100 kg. La douceur et la texture des fruits dépendent de la maturité. La couleur et la composition chimique des fruits changent au cours de la croissance et du développement.

Les fruits du palmier dattier sont classés en cinq niveaux différents, dont « Habouk, Kimri, Halal, Rutab et Tamals». Au cours des stades de développements des dattes, divers changements sont généralement observés, tels qu'une augmentation de la taille et du poids, une diminution de la teneur en sucre, une acidité et une teneur élevée en eau (El-Sharnouby et al., 2009).



**Figure 5 :** Différents étapes de la culture des dattes: **a** Hababouk, **b** kimiri, **c** Khalal, **d** Rutab, **e** Tamar, **F** Tamar (Khajur doux), **g** Tamar (khajour dur) (El-Sharnouby et al., 2009),

- **Stade 1 : Hababouk**, il s'agit de la première étape de la fructification du fruit du palmier dattier. Ce stade commence par la « post-fertilisation » et dure généralement 4 à 5 semaines. A ce stade, le fruit est immature et entièrement recouvert par le calice. Son poids à ce stade est d'environ 1 gramme (El-Sharnouby et al., 2009).

- **Stade 2 : Cymri**, il s'agit du deuxième stade du fruit du palmier dattier et prend environ 9 à 14 semaines pour se développer. À ce stade, le fruit passe d'une petite baie à sa forme allongée caractéristique. A ce moment, le fruit est vert et contient environ 80 % d'eau et 50% de sucres. Le fruit n'est pas propre à la consommation à ce stade en raison de son goût amer (**Fadel et al., 2006**).
- **Stade 3 : Kalal**, À ce stade, la couleur passe du vert au jaune verdâtre, au jaune, au rose, à l'écalarte ou au rouge vif, selon la variété de palmier dattier. Cette étape dure 6 semaines, durant lesquelles le fruit devient physiologiquement mûr, durcit et mûrit. A ce stade, le fruit atteint un poids plus important et une taille maximale. La concentration en sucre augmente rapidement, suivie d'une diminution significative de la teneur en eau (**El-Sharnouby et al., 2009**).
- **Stade 4 : Rutab**, Cette étape dure 2 à 4 semaines. A ce stade, les pointes du fruit commencent à mûrir et le fruit devient mou. Peu à peu, l'amertume de l'étape précédente se perd et le fruit devient brun ou noir. A ce stade, l'eau est totalement perdue et le poids du fruit diminue. Au cours de cette étape, la teneur total en sucre et en solides augmente (**Nehdi et al., 2018**).
- **Stade 5 : Tamal**, C'est le stade final du développement du fruit et le fruit se déshydrate. A ce stade, le fruit contient environ 50 % de saccharose de maturation est d'environ 1 mois (**Fadel et a., 2006**).

#### **4. Les différents types de dattes**

Les dattes sont utilisées comme aliment de base au Moyen-Orient depuis des milliers d'années. Différents types de palmiers dattiers se trouvent partout dans le monde, principalement : *Hodley*, *Crow*, *Rutana*, *Sukari*, *Sefri*, *Sege*, *Ajwa*, *Hilari* et *Munifi* (**Mansouri et al., 2009 ; Gu et al., 2003**).



**Figure 6 :** Types de dattes : **A :** Ajwa ; **B :** Soukhary ; **C :** Sabaka ; **D :** Munifi (Fahad Al Juhaimi et al., 2012).

### **5. Caractéristiques phytochimiques des dattes (*Phoenix dactylifera L.*)**

Les propriétés physiques et chimiques des fruits (Sawkeli, Sourage, Bahi, Klass, Rozaiz, Monaihu) du palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*) ont été étudiées par Fahad Al Juhaimi et al. (2012), la teneur en protéines brutes des fruits variait entre 1,51 % (Soulag) et 2,41 % (Soughi), tandis que la teneur en fibres brutes variait entre 1,91 % (Soukari) et 3,90 % (Barhi). L'activité antioxydante des dattes variait de 80,07 IC<sub>50</sub> (Soukari) à 81,21 IC<sub>50</sub> (Sourage), la teneur phénolique la plus élevée a été trouvée avec une valeur moyenne de 198 mg GAE / 100g.

La valeur énergétique des dattes variait de 3725 Kcal/ Kg (Soukari). La teneur en saccharose des dattes variait entre 1,02 % (Soulag) et 55,71 % (Soukari). La teneur en minéraux de plusieurs dattes a été déterminée par spectroscopie d'émission atomique à plasma inductifs (ICP-AES). Les échantillons de dattes contiennent du potassium allant de 7 468 mg/Kg (Khulas) à 9 619 mg/kg (Soulag). La teneur en phosphore des fruits varie entre 1 848 mg/ kg (Rozaiz), suivi du magnésium et du calcium. Les quantités le plus élevées de Zn (9,33 mg/Kg), Cu (4,27 mg/ kg) et Mn (3,26 mg/kg) ont été trouvées dans les échantillons de Rozaiz, Soukari et Barhi (Fahad Al Juhaimi et al., 2012).



## **6. Rôle des dattes dans la prévention des maladies via leur activité biologiques 6.**

### **1. Activité antioxydante**

Les dattes sont riches en glucides, en sels, en minéraux, en fibres, en vitamines, en acides gras et en acides aminés, ajoutant une valeur unique à l'alimentation humaine (**Al-ShahibW et al., 2003**). La poudre de graines de datte, en revanche, est une excellente source à forte capacité de suppression des radicaux libres (**Al-Farsi et al., 2005 ; Guo et al., 2003**).

Des rapports récents ont montré que les extraits aqueux de dattes possèdent des propriétés antioxydantes, antibactériennes et antimutagènes (**Saddiq et al., 2010 ; Mansouri et al., 2005 ; Mohamed et al., 2005**).

Plusieurs études ont montré que les dattes sont une excellente source d'antioxydants (**Zineb et al., 2012**) et avaient la plus forte concentration de polyphénols parmi les fruits secs (**Vinson et al., 2005**). De plus, des teneurs respectives importantes en caroténoïdes et en phénols de 3 942 mg/100 g et de composants antioxydants de 80 400 $\mu$ mol/ 100 g, ce qui en fait d'excellents antioxydants (**Bilgari et al., 2008**) .

Une étude récente réalisée par **Al-Farsi et al. (2005)** qui ont étudié l'activité antioxydante de différentes espèces de palmiers dattiers telles que le Fard, le Khasab et Calas. Ces mêmes auteurs révèlent que l'espèce Calas était la variété la plus haute qualité, avec une forte activité antioxydante et des valeurs élevées pour les caroténoïde totaux et les acides phénoliques liés, qui sont plus importants que pour les deux autres espèces de palmiers dattiers cités.

### **6. 2. Effet anti-tumoral**

Les composants des dattes ont montré des effets anti-tumoraux, le mécanisme d'action exact des dattes et de leurs composants dans la prévention des tumeurs n'est pas connu avec précision. Une étude antérieure a rapporté que le  $\beta$ -D-glucane du palmier dattier présentait une activité antitumorale (**Ishurd et al., 2002**).

Des études sur des modèles animaux ont montré que le glucane, un composant des dattes, présentait une activité anticancéreuse dose-dépendante, avec une activité optimale dans les tumeurs à une dose de 1 mg/kg (**Ishurda et al., 2005**). Par ailleurs, **Ali et al. (2011)** en utilisant une variété de datte « Ajwa » ont montré un effet protecteur en réduisant les dommages néphrotoxiques de l'ochratoxine, qui peuvent provoquer une insuffisance rénale.

De plus, une autre étude expérimentale travaillant sur les rats prétraités avec l'extrait de datte Ajwa avant l'administration d'ochratoxine A (OTA) présentait une gravité des lésions histologiques et des taux sériques de bilirubine totale et d'activité enzymatique ALT inférieurs à ceux des rats traités directement par d'ochratoxine A OTA (Abdu et al., 2011).

Les composants des dattes ont un effet décisif dans l'inhibition des enzymes de phase I telles que le CYP450 et dans l'augmentation de l'activité des enzymes de phase II. A cet effet, Diab et al. (2012) ont montré que la toxicité antigénique des graines de palmier dattier est due à leur capacité à éliminer les radicaux alkyles, à inhiber l'activité aromatasé du cytochrome p-450 ou à bloquer la réaction entre les ions méthane diazonium et l'ADN.

### 6.3. Effet antimicrobien

Les composants et métabolites secondaires du fruit *Phoenix dactylifera* jouent un rôle important dans la prévention ou le traitement des maladies bactériennes. Une étude réalisée par Bokhari (2012) a montré que les effets des extraits méthanoliques et acétoniques des feuilles et des graines de *Phoenix dactylifera* augmentaient la croissance de *Foxsporum*, *Fusarium SP*, *Fsolani*, *Alternata SP*.

Certaines autres découvertes importantes ont montré que les extraits méthanoliques et acétoniques des noyaux de *P.dactylifera* inhibaient quelque peu la croissance des bactéries Gram-positive et Gram négative (Jassim et al., 2010 ; Ammar et al., 2009)

Une étude récente confirme les effets antibactériens de *P.dactylifera* contre *Klebsiella pnemoniae* et *E.coli*, et a également montré qu'elle joue un rôle dans réduction des effets secondaires liés à l'utilisation de médicaments. Ainsi, Aamir et al. (2013) affirment que l'extrait de *Phoenix dactylifera* a des effets antibactériens contre *Escherichia coli* et suggèrent que cet extrait vegetal puisse être utilisé pour traiter les maladies et infections digestives et principalement à localisation intestinales.

### 6.4. Effets antidiabétiques

L'action exacte des dattes dans le contrôle du diabète n'est pas entièrement compris, mais elle pourrait être due au fait que les dattes augmentent la sécrétion d'insuline et inhibent l'absorption du glucose (Michael et al., 2013). On trouve divers composants actif tel que les flavénoïdes, les

stéroïdes, les phénols et les saponines contenus dans l'extrait de *Phoenix dactylifera* agissent comme agents antidiabétiques. Ces composés provenant d'autres plantes éliminent également les radicaux libres par l'alloxane chez les rats diabétiques (**Michael et al., 2013**). De plus, l'administration orale de l'extrait de *Phoenix dactylifera* et de ses fractions améliorerait le poids corporel grâce à une diminution de la consommation d'eau et provoquait une hypoglycémie chez les rats diabétiques induits par l'alloxane (**Mard et al., 2010**). Par ailleurs, **Miller et al. (2003)** prouvent que la consommation de dattes pouvait être bénéfique pour le contrôle de la glycémie et des lipides chez les patients diabétiques.

### **6.5. Effet anti-inflammatoire**

Les dattes jouent un rôle anti-inflammatoire important, une étude récente sur la datte Ajwa montrée que les extraits aqueux et hydro-alcooliques (à base de méthanol et d'acétate d'éthyle) de la variété de datte Ajwa inhibent les enzymes cyclooxygénases de peroxydation lipidique COX-1 et COX-2 (**Zhang et al., 2013**).

Des études sur des modèles animaux ont montré que le pollen de *Phoenix dactylifera* a des effets protecteurs potentiels via la modulation de l'expression des cytokines (**AEIberry et al., 2011**). On a également découvert que l'extrait méthanolique de la partie comestible du fruit joue un rôle important dans la réduction du gonflement des pieds et du fibrinogène plasmatique (**Mohamed et al., 2004**).

De plus, **Eddine et al. (2013)**, travaillant sur les propriétés anti-inflammatoires des dattes, ont montré que les feuilles de dattes sont considérées comme une bonne source d'antioxydants naturels et d'agent anti-inflammatoires.

### **6.6. Effet néphroprotecteurs**

L'effet néphroprotecteur est évalué avec des extraits de pulpe et de grain de *Phoenix dactylifera* sur des rats néphrotoxiques traités à la gentamicine, cette étude a montré que l'augmentation induite des concentrations plasmatiques de créatinine et d'urée était significativement réduite et que les dommages tubulaires proximaux étaient améliorés (**Al-Qarawi et al., 2008**).

### **6.7. Effet sur l'infertilité**

Les dattes contiennent des composants uniques, dont chacun joue un rôle dans les traitements des maladies et de la fertilité. Des recherches antérieures montrent que les oligo-éléments des extraits bruts du palmier dattier, tels que l'estrone, les stérols et d'autres composés actifs influencent la fertilité masculine (**Bennet et al., 1996; Mahran et al., 1976**).

Des études basées sur des modèles animaux ont montré que l'extrait de *Phoenix dactylifera* contient du cholestérol, de la rutine, des caroténoïdes et de l'estrone, ce qui explique ses effets gonadotropes chez le rat (**Dostal et al., 1996**).

Des résultats significatifs ont montré que l'administration de concentrations d'extrait de *Phoenix dactylifera* allant jusqu'à 120/mg/Kg présentent le meilleur effet sur les paramètres du sperme et augmentaient les taux plasmatiques d'œstradiol et de testostérone (**Bahmanpour et al., 2006**).

### **6.8. Accouchement et relaxation du travail**

Dans une première étude importante sur le rôle des dattes dans l'accouchement, les femmes qui mangeaient des dattes présentaient des taux moyens de dilatation cervicale plus élevés et une augmentation du déclenchement du travail et des contractions du travail par rapport aux femmes qui ne mangeaient pas des dattes (**Al-Kuran et al., 2011**).

## **CHAPITRE III :**

### **UTILISATIONS ET TRANSFORMATIONS DE LA DATTE**

#### **1. Production et qualité des dattes en Algérie :**

En Algérie, la production de dattes représente la majorité de la production agricole du désert du Sahara. Sa production annuelle moyenne est de 500 000 tonnes. La qualité supérieure de datte de qualité est la variété Deglet Nour qui est destinées à l'importation vers les pays du Nord. Ce fruit continue de croître et on compte aujourd'hui de 50 variétés de palmier dattier plantées. Les variétés produisant des dattes sèches (Degla Veida, Tinnasel) sont emportés vers les pays subsaharien tandis que le Bentokubara est très connu à l'état congelé sur le marché local de Ghardaia (Est), l'Agaz est une variété précoce produits à Tidykert (partie Ouest) et est couramment vendue sur les marchés de Ouargla et de Ghardaia (**Belguedj M., 2002**).

En 2021, la production totale de dattes de l'Algérie a dépassé 1,1 million de tonnes, soit une légère augmentation par rapport à l'année précédente, depuis 2010, la production nationale de datte a augmenté d'années en année, l'Algérie est l'un des principaux pays producteurs de dattes, se classant au quatrième rang mondial (**Statista, 2024**).

#### **2. Conservation de la datte**

##### **2.1. Traitements non thermiques de la datte**

###### **2.1.1. Tri et nettoyage**

Les dattes peuvent être contaminées par les insectes et la poussière lors de la récolte et de la manipulation. Ce fruit doit donc être nettoyé pour améliorer sa qualité marchande. Jusqu'à présent, divers méthodes ont été utilisées, notamment le nettoyage à sec et le lavage mécanique. Le nettoyage chimique s'effectue en déplaçant les dattes sur un agitateur mécanique, en faisant tourner lentement un cylindre ou en passant les dattes sur une brosse douce rotative. Les brosses doivent être changées et nettoyées fréquemment en raison du risque de dépôts microbiens. L'unité de lavage

complète est constituée d'un tapis d'alimentation incliné constituée de tamis grossiers, qui transporté les dattes vers un tunnel de lavage fermé, où elles sont exposées à un puissant jet d'eau. Au cours de ce processus, la datte est retournée par un jet d'eau et complètement emportée de tous côtés (**Barreveld, 1993**).

### **2.1.2. Fumigation**

L'infestation des produits en magasin par les insectes peut être efficacement évitée par la fumigation. Depuis 100 ans, la fumigation constitue la méthode de lutte antiparasitaire la plus efficace dans les magasins. Jusqu'à neuf produits chimiques ont été utilisés comme agents de fumigation mais le chloropyrifos-méthyl (reldan) et la phosphine sont actuellement considérés comme sûrs pour la conservation des dattes et pour l'industrie alimentaire (**Yubain et Ajir, 2007**).

### **2.1.3 Irradiation**

L'irradiation a un effet très efficace sur le contenu microbiens, en particulier les bactéries, des produits transformés même si le nombre total de bactéries, des levures et des moisissures n'a pas significativement diminué (**Al-Kahtani et al 1998 ; Azelmats et al 2006**).

Selon **Jay et al. (2005)**, les dattes irradiées à des doses de 0,6 ; 0,9 et 1,8 KGY peuvent être conservées à température ambiante 18°C jusqu'à 4 et 8 mois. Les aspects chimiques des dattes analysés immédiatement après l'irradiation et le temps de stockage, ces auteurs n'observaient aucune différence significative dans les teneurs en matière sèche, en lipides totaux, en glucose et en fructose entre les dattes témoins et celles traitées.

### **2.1.4 Emballage**

Les dattes traitées au MAP ont présenté une légère perte de poids pendant le stockage. Les dattes traitées avec des concentrations de CO<sub>2</sub> allant jusqu'à 20 % ont montré des signes de maturations réduits par rapport aux dattes non traitées, notamment une rétention de fermeté, des valeurs sensorielles plus élevées et une coloration plus «Jaune» (**Al-Eid et al., 2012**).

### **7 1 5 Ozonation**

L'utilisation de l'azone comme désinfectant efficace augmente dans de nombreuses industries alimentaires. La solubilité limitée de l'azone dans l'eau est bénéfique et l'état gazeux du désinfectant peut être bénéfique pour la transformation des aliments (**Niakousari et al., 2010**).

**Tableau 3 : Des méthodes non thermiques utilisées pour la conservation des dattes**

<b>Méthode de traitement</b>	<b>Condition de mise en œuvre</b>	<b>Avantage</b>	<b>Références bibliographiques</b>
Fumigation	Redlan : 15 g/ m <sup>3</sup> de réserves pendant 12 h à 15 °C Hydrogène-phosphate : 1,5 à 2 g/m <sup>3</sup>	Action rapide, rapport coût-bénéfice.	(Barrevled, 1993)
Ozonation	4 000 ppm d’ozone en 1 h pour les insectes et les œufs d’insectes. 8 ppm pendant 180 ou 240 min pour les espèces fongiques.	Aucun composant résiduel, dommage minimum du produit.	(Al Ahmmadi et al., 2009 ; Niakousari et al., 2010)
Irradiation	0,3 et 0,9 kgy pendant 32,15 et 96,46 min. 0,5 kgy ; 0,6 0,9 et 1,8 kgy dans une pièce à température ambiante.	Pas de problèmes nutritionnels, pas d’insectes.	(Al-Kahtani et al., 1998 ; Azelmat et al., 2006 ; Barreveld, 1993)

## 2.2. Traitements thermiques de datte

Le traitement thermique est l’une des méthodes de conservation traditionnelles qui garantissent la sécurité et la durabilité des aliments transformés (Ramaswamy et Chen, 2002).

Par conséquent, laisser les aliments à une certaine température garantit que le produit ne pose pas de problème de santé publique (Holdsworth, 2004).

La destruction des nutriments pendant les processus thermique dépend :

- de la durée et de la température du traitement sous-jacent du processus,
- du taux de transfert de chaleur vers le produit, de sorte que les pertes peuvent varier de 0 à 91 % selon les besoins (Lund, 1988).

Ainsi, le brunissement non enzymatique (réaction de Maillard) résulte d’un traitement thermique, car le sucre réagit avec certains acides aminés pour former des complexes non digestibles. Certains nutriments, comme la vitamine C, sont détruits par la chaleur (Lund, 1988).

Le traitement thermique des dattes peut avoir des effets positifs sur ces fruits. La présence d'insectes à n'importe quelle étape réduira la qualité des dattes. Ce traitement a un effet sur l'activité enzymatique et la croissance microbienne dans le but de détruire la vie des insectes, de réduire l'activité des enzymes (**Barreveld, 1993**).

La datte ne peuvent pas être complètement stérilisées car cela compromettrait leur durée de conservation. Par conséquent, une pasteurisation partielle à 60-65 °C suffit à prolonger la durée de conservation des dattes (**Barreveld, 1993**). Les autres avantages de traitement incluent le vieillissement des enzymes et l'élimination des tannins.

Un traitement thermique est nécessaire car, d'une part, le fruit n'est pas complètement mûr, et d'autre part, il existe un risque de pluie précoce. ainsi, la température optimale pour la variété « Deglet Nour » est de 35 °C et pour les autres variétés est d'environ 50°C(**Barreveld, 1993**).

D'après **Allaith et al. (2012)**, les datte en ébullition dans l'eau pendant 10 minutes ont augmenté de manière significative la teneur totale en composés phénoliques et flavonoïde, mais ont diminuée de manière significative la teneur en anthocyanes.

### **2.3. Entrepôt froid**

L'utilisation de basse température est utilisée principalement pour conserver les aliments frais et transformés afin de prolonger leur durée de conservation, réduit l'activité des microorganismes, des enzymes et des réactions chimiques et biologiques. Il n'y a généralement aucune activité des insectes en dessous de 4°C, mais les insectes ne meurent pas nécessairement à ces températures (**Barreveld, 1993**).

Le stockage à -18 pendant 6 mois pourrait augmenter la teneur en eau et diminuer la teneur en sucre ainsi que le pH, mais les tanins des dattes Rutab restent stables (**Sidhu 2008**).

Une diminution significative du poids des graines et la pulpe des datte a été observée lors d'un stockage à -18 °C pendant 6 et 10 mois (**Al-Yahia et Al-Kharisi, 2012**).

Les dommages aux tissus pendant le stockage à des températures supérieures à -18 °C étaient graves en raison des inclusions de soluté cristallisé, mais étaient modérés à -18 °C et négligeables entre -35 et-50°C (**Asharaf et Hamidi-Esfahani, 2011**).



## 2.4. Déshydratation

Le terme « déshydratation » fait référence à l'élimination de l'humidité des matériaux dans le but principal de réduire l'activité microbienne et la détérioration du produit (**Ratti, 2001**).

En raison de la teneur élevée en humidité des dattes fraîches (environ 60 %), le séchage des dattes molles sont de 65 °C et 40 % (inférieur à 60 %) afin d'éviter la perte de qualité et le durcissement (**Barreveld, 1993**).

Cependant, **Falade et Abdou (2007)** ont conclu qu'un séchage plus rapide est possible en augmentant la température à 70 °C et la vitesse de l'air à 1,5 m<sup>2</sup>/s.

**Tableau 4 : Méthodes thermiques pour la conservation des dattes**

<b>Méthode de traitement</b>	<b>Condition de mise en œuvre</b>	<b>Avantage</b>	<b>Références bibliographiques</b>
Traitement thermique	Pasteurisation à 60-65 °C Faire bouillir dans l'eau pendant 10 minutes	Maturation artificielle, favorisant l'inversion enzymatique, éliminant les tanins ; augmentant le niveau de composés phénoliques totaux et de flavonoïdes totaux.	<b>Allaith et al., 2012 ; Barreveld 1993</b>
Stockage au froid		Réduire l'activité de réaction biologique et chimique	<b>(Al-Yahyai et Al kharusi, 2012 ; Ashraf et HamidiEsfahani et Sidhu 2008 ; Barreveld, 1993 ; Falade et Abbo, 2007)</b>
Déshydratation	65 °C et 40 % d'humidité 70 °C et vitesse de l'air de 1,5 m <sup>2</sup> /s	Coût-avantage	<b>(Barreveld, 1993 ; Falade et Abbo, 2007)</b>

## 3. Transformation de la datte

Plusieurs chercheurs se sont intéressés à la confection de plusieurs variantes de barres à bases de datte, cette section résume les résultats de la recherche et les suggestions pour préparer de bonne

recettes de barres aux dattes riches en nutriments et autres composants bioactifs destinées à la consommation des sportifs et des enfants ou comme alternative sucrée/dessert pour une consommation régulière.

### **3.1. Pâte de dattes**

Faire de la pâte de dattes est une façon de conserver ce fruit et de le mettre à disposition de l'industrie agroalimentaire toute l'année. À cet égard, les dattes avec graines peuvent être cuites à la vapeur à 10 psig pendant 3 minutes ou trempées dans de l'eau à 95°C pendant 5 à 15 secondes, un pH aussi bas que 5,4 est nécessaire pour prolonger la durée de conservation de ce produit en ajoutant de l'acide citrique ou ascorbique. Le produit final peut être utilisé comme substitut du saccharose dans les glaces et les produits de boulangerie (**Suad et Jiwan., 2005**).

### **3.2. Date jam**

La confiture a probablement commencé comme une première tentative de conserve des fruits pour une consommation hors saison. À l'origine, de la fabrication de confitures reposait sur l'incorporation de pectine naturelle de fruits pour former un gel. Lorsque les fruits sont cuits avec du sucre, de l'acide et de l'extrait de pectine, et que l'équilibre correct entre le sucre, le pH et la teneur en pectine est atteint, une gelée satisfaisante est obtenue (**Baker et al., 2005**).

### **3.3. Cornichons**

Les cornichons sont des produits qui contrôlent certains micro-organismes et favorisent leur croissance (non nocifs pour les humains), de sorte que le produit est protégé de la détérioration microbienne tout en restant comestible. Les types de cornichons aux dattes sont la Relish, la saumure, les cornichons aux fruits, les cornichons fraîchement emballés et les cornichons à l'huile (**Suad et Jiwan, 2005**).

Les dattes mûres aux stades Khimri et Halal conviennent à la préparation de cornichons et de chutneys. Les fruits au stade Kimri sont riches en sucre et en autres nutriments, ce qui le rend adaptés à la préparation de cornichons de haute qualité. la durée du processus de marinage varie d'une longue fermentation de la saumure à une fermentation très limitée, voir aucune fermentation, des cornichons frais marinés (**Suad et Jiwan, 2005**).

Dans cette méthode, les dattes sont emballées dans une solution sucrée acidifiée et immédiatement pasteurisées (**Barreveld, 1993**).

### **3.4. La gelée**

La gelée est similaire à la confiture, sauf que des extraits de fruits clairs sont utilisés pour créer un produit final clair. Un rapport de 1:1 de jus de datte clarifié et de sucre est utilisé pour faire une gelée. La teneur totale en solides solubles du produit final est d'environ 73°Brix, pH 3,57 et durée de conservation est de 6 mois à température ambiante (**Suad et Jiwan, 2005**).

Le procédé consiste à cuire 60 Kg de jus de dattes (42° Brix) et 48 kg de sucre mélangés à 350 g de pectine et à ajuster le pH à 3,4 avec de l'acide citrique à une valeur de 68° Brix. Le produit a été versé chaud dans de bouteilles et pasteurisé à 90 °C pendant 10 min (**Barreveld, 1993**).

### **3.5. Sirop de datte**

Le sirop de dattes est un liquide clair concentré obtenu à partir de fruits de datte, il est préparé en trois étapes principales : extraction, clarification et concentration (**Abbè et al., 2011 ; Al-Hooti et al., 2002**).

Le sirop de dattes est une bonne source de fibres, de composés phénolique totaux reflétant une source rentable d'antioxydants naturels (**Al-Farsi et al., 2007**).

### **3.6. Datte en poudre**

La production de datte en poudre est très bénéfique pour améliorer la durée de conservation, la facilité de manipulation et la compatibilité avec les produits alimentaires. La poudre de datte a été obtenue directement à partir des dattes après séchage et broyage (**Hasan et al., 2022**).

### **3.7. Huile de graines de palmier dattier**

L'intérêt d'extraire l'huile des graines de palmier dattier n'est pas seulement dû à son profil lipidique (acide oléique 40-50%, acide linoléique 8-19%, acide laurique 18-50 %, acides palmitique 10-15 %) mais également riche en phénols, en tocophérols et en phytostérols (**Marbet A et al., 2020 ; Harkat et al., 2022 ; Basebes S et al., 2004**).

### 3.8. Gâteau de datte

Le tourteau de dattes est un sous-produit de la production de jus des dattes mais est encore sous-utilisé dans l'industrie alimentaire. Il est obtenu par extraction industrielle du jus de datte et est constitué d'un mélange matière fibreuse provenant de pulpe de datte et de morceaux de graines de datte broyées (Majzoubi et al., 2019).



**Figure 7:** Variété de produits alimentaires à base de datte et de coproduits (Abbè et al., 2011 ; Al-Hooti et al., 2002).

## 4. Application des produits et coproduits à base de dattes dans les aliments

### 4.1. Produits carnés

L'ajoute de sous-produits du fruit du palmier dattier aux produits carnés est largement pratiquée. Plusieurs chercheurs ont rapporté les effets de la reformulation des produits carnés en utilisant des

sous-produits de dattes dans les produits carnés crus, cuits et séchés (**Maksoud et al., 2022**). En ce sens, les graines de dattes sont utilisées dans certains produits carnés pour augmenter leurs valeurs nutritionnelles grâce à l'ajout de fibres insolubles, réduisant les calories, pour prolonger la durée de conservation des produits carnés (grâce aux composés bioactifs) et afin d'améliorer leur textures dans les produits carnés (**Essa et al., 2018 ; SAYS-Barberá et al., 2020 ; Abdelrahman et al., 2020 ; Abdel-Maksoud et al., 2022**).

Dans les produits à base de viande fraîche tels que les hamburgers, **SAYS-Barberá et al. (2020)** ont étudié l'ajout de poudre de graines de datte à différentes concentration (1,5 ; 3,0 ; 6,0 %) aux hamburgers de bœuf. Ces auteurs ont rapporté que les propriétés culinaires et organoleptiques du burger étaient améliorées par l'incorporation de poudre de graines de datte.

De plus, les hamburgers infusés de poudre de graines de datte présentaient des niveaux d'oxydation des lipides et un nombre de microbes inférieurs à ceux des hamburgers témoins après 10 jours de stockage (**Abdel-Maksoud et al., 2022**).

#### **4.2. Les produits laitiers**

L'inclusion de produits ou de sous-produits de dattes dans les produits laitiers pourrait constituer une stratégie efficace et appropriée pour développer de nouveaux aliments fonctionnels présentant des bienfaits pour la santé et une valeur ajoutée améliorée (**Djaoud et al., 2020**).

#### **4.3 Produits de boulangerie**

Concernant l'incorporation de dattes dans le pain, **Echegaray et al. (2020)** ont étudié l'effet de l'ajout des graines de dattes (avec des concentrations de 0,5 % et 0,75 %) comme source de fibres pour améliorer la qualité du pain de blé. Par conséquent, les graines de dattes ont montré de bonnes propriétés fonctionnelles dans la farine tout en minimisant la qualité panifiable.

Enfin, **Lajnef et al. (2021)** utilisent du sirop de dattes dans les pâtisseries comme substitut du sucre pour la préparation de génoise. Ces auteurs ont évalués l'effet de la substitution du saccharose à trois niveaux (50 ; 75 et 100%) et ont constaté que la génoise avait une texture similaire à celle du témoin, le caractère collant et moelleux étant les plus affectés.

Ainsi, dans cette étude, les formulations contenant du sirop de dattes au lieu du saccharose avaient une capacité antioxydante accrue, et à mesure que la teneur en sirop de dattes augmentait, la couleur devenait plus foncée, plus rougeâtre et moins jaune.

Cette même étude montre que le saccharose peut être complètement remplacé par du sirop de dattes lors de la fabrication de ce type de produits de boulangerie, ce qui permet d'obtenir un gâteau moins calorique avec un profil plus sain grâce aux minéraux et aux polyphénols de dattes.

## ***PARTIE EXPERIMENTALE***

## **CHAPITRE I: MATÉRIELS ET MÉTHODES**

Notre présente étude vise à mettre en évidence les activités biologiques *In vitro* des extraits bruts hydro-méthanoliques du fruit du palmier dattier *Phoenix dactylifera*. A cet effet, nous avons déterminé l'activité antioxydante, antifongique et antibactérienne des trois parties de la datte sèche de variété «Hchef », à savoir : la pulpe, le noyau et la datte entière.

Notre étude expérimentale est réalisée au niveau du laboratoire de Pharmacologie Toxicologie de l'Institut des Sciences Vétérinaire de l'Université de Constantine Frères Mentouri (LURPHATOX) et au niveau des laboratoires de Biochimie et de Mycologie et de Bactériologie du Centre National de Recherches en Biotechnologie de Constantine (CRBT).

### **1. MatérielVégétal**

Au niveau de la région de Oued Souf, nous avons récupéré un échantillon de 1000g de dattes sèches *Phoenix dactylifera*, après la récolte annuelle du palmier dattier. Arrivé au niveau du laboratoire pharmacologie toxicologie de l'Institut des Sciences Vétérinaires (Universités Constantine 1, Frères Mentouri), des aliquotes de 200g sont prélevées afin de séparer ce fruit en trois différentes parties (3 lots de 200 g chacun) : un lot de dattes entières : N+P, un lot de noyaux de datte : N et un dernier lot de pulpe de datte: P.





**Figure 8:** *Phoenix dactylifera* récoltées dans la région d'Oued-Souf : échantillons de noyaux de dattes: à gauche, dattes entières: au centre et pulpe de dattes: à droite.

### 1.1. Broyage et tamissage

Afin de réaliser un séchage, nous mettons les différentes parties testées des dattes entières, des pulpes et des noyaux de dattes dans une étuve ventilées avec chauffage à reflux avec une température de 50°C pendant 72 h jusqu'à stabilisation du poids. Puis nous procédons au le broyage et tamissage du matériel végétal. Nos échantillons sont broyés dans un broyeur à marteaux, tamisés jusqu'à l'obtention d'une poudre fine et stockés dans des bocaux en verre à l'abri de l'humidité en vue de leurs utilisation.



**Figure 9:** Séchage puis broyage des dattes *Phoenix dactylifera L.*



## 2. Méthodes d'extraction et tests biologiques

### 2.1. Extraction solide-liquide

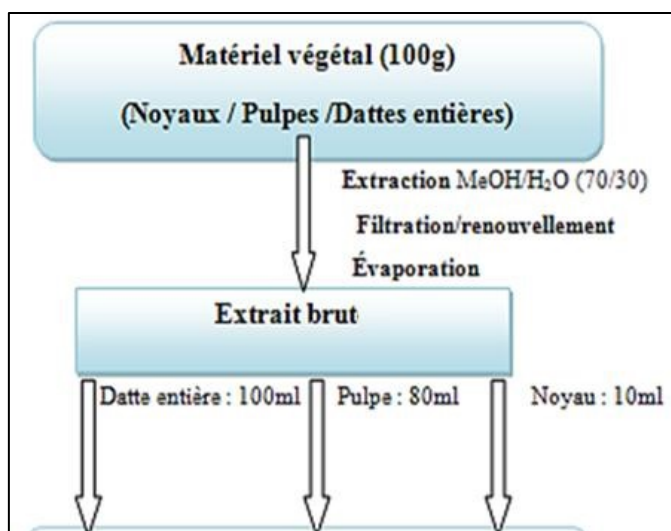
La poudre recueillie (40g) de chaque échantillon est placée dans un système hydro-méthanolique (MeOH/H<sub>2</sub>O 70:30 v:v) pendant 3 jours po

Par une macération à froid. Le mélange solvant-végétal est agité continuellement à l'obscurité, à l'aide d'un agitateur magnétique. Le système est renouvelé à la suite de sa filtration avec un papier filtre wattman.



**Figure 10** : Macération, agitation à froid, filtration puis évaporation des solutions macérées à l'aide de l'évaporateur rotatif (*Fisher Scientific*)

Après avoir récupéré les filtrats des différentes parties de la datte, une concentration de la solution est effectuée afin d'évaporer et d'éliminer le plus de solvant possible et extraire les trois extraits bruts hydro-alcooliques de *Phoenix dactylifera L.* (**P**: pulpe, **N+P**: datte entière, **N**: noyaux de datte).



**Figure 11** : Protocole d'extraction des extraits bruts des différentes parties de *Phoenix dactylifera L.* (pulpes P, noyaux N et dattes entières N+P)

## 2.2. Le rendement d'extraction:

La mesure d'un rendement de l'extrait (R) est une étape très importante pour savoir la quantité le pourcentage d'extrait obtenus par une extraction. Ce rendement est le rapport entre le poids de l'extrait sec (après l'évaporation) exprimé en g et le poids de l'échantillon initial (poudre végétale en g). Le rendement d'extraction (%) pour chaque extrait brut hydro-alcoolique des noyaux, des pulpes et des dattes entières de *Phoenix dactylifera* a été calculé par la formule suivante :

$$R (\%) = (Me / M) \times 100$$

(%) : Rendement d'extraction exprimé en %.

**Me** : Masse de l'extrait sec résultant en g

**M** : Masse du matériel végétal (poudre) en g utilisée pour l'extraction.

## 2.3. Activités biologiques de *Phoenix dactylifera L.* :

### 2.3.1. Activités anti-oxydante

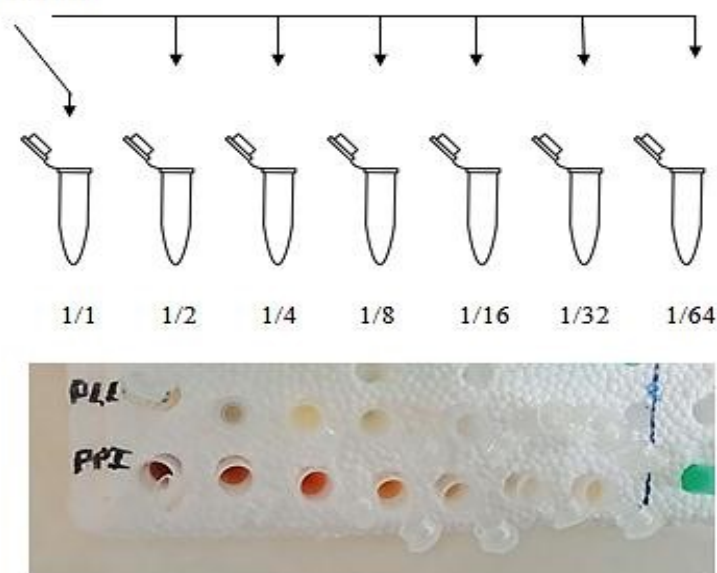
Au niveau du laboratoire de biochimie du Centre National de Recherche en Biotechnologie de Constantine (CRBt), l'activité *espace* antioxydante a été évaluée par quatre méthodes antioxydantes et les résultats sont exprimés en équivalence Trolox ( $\mu\text{g}/\text{mg}$  d'échantillon).

L'activité antioxydante des extraits bruts hydro-alcooliques des trois parties des fruits de *Phoenix dactylifera L.* (pulpe : P, noyau : N et datte entière : N+P) est réalisée à l'aide de quatre méthodes suivantes :

- Piégeage du radical libre DPPH
- Piégeage du cation radical ABTS (scavenging activity)
- Activité de réduction par la formation du complexe  $\text{Fe}^{+2}$ -phenanthroline □Reducing power FRAP

L'évaluation de l'activité antioxydante est effectuée sur une microplaque 96 de puits utilisant différentes concentrations d'échantillon. La concentration initiale est fixée à 4 mg/ml. Pour cela, une série de 7 dilutions a été réalisée dans des eppendorfs par transfert d'un volume de 500  $\mu\text{l}$  de chaque concentration dans un eppendorf contenant 500  $\mu\text{l}$  du méthanol comme le montre la figure suivante :

500  $\mu\text{l}$  de Méthanol+ 4 mg d'échantillon  
+ 1ml de Méthanol



**Figure 12:** Eppendorfs contenant les dilutions des extraits bruts hydro-méthanoliques des

noyaux, des pulpes et des dattes entières de *Phoenix dactylifera*



**Figure 13 :** Extraits bruts de *Phoenix dactylifera* L (datte entière N+P, noyaux N, pulpe P)



**Figure 14:** Pesée des extraits bruts de *Phoenix dactylifera* L (datte entière N+P, noyaux N, pulpe P)



**Figure 15:** Bain ultrason pour homogénéisation des extraits bruts de *Phoenix dactylifera* L (datte entière N+P, noyaux N, pulpe P)

### 2.3.1.1. Activité anti radicalaire au DPPH

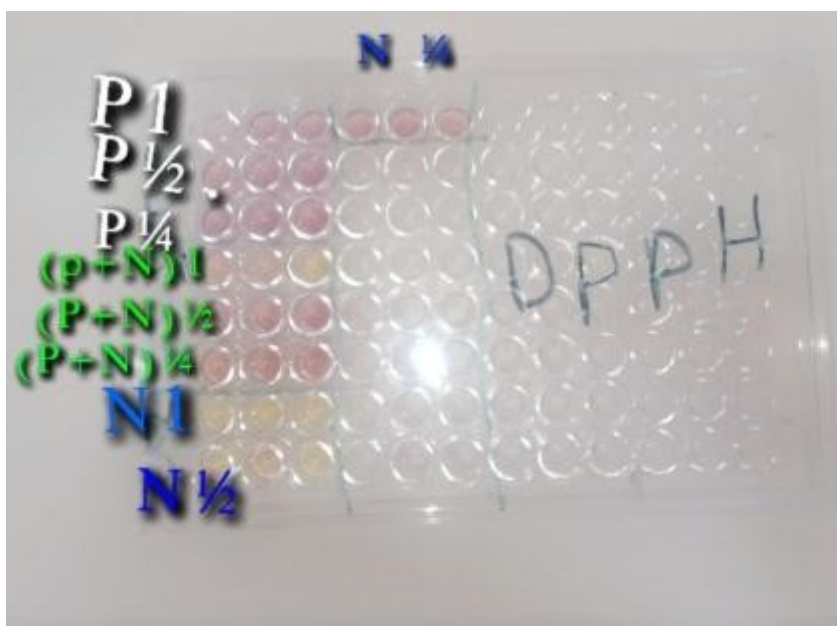
La capacité des extraits à réduire les radicaux libres de la DPPH est déterminée par la méthode spectrophotométrique décrite par **Blois (1958)**. Dans une microplaque à 96 puits, 40µl de l'extrait (3 répétitions) préparé à plusieurs concentrations a été mélangé avec une solution de 160 µl de DPPH. Le mélange est incubé pendant 30min à l'abri de la lumière. Le BHA (Butylhydroxyanisole) est utilisé comme standard et l'absorbance est mesurée à 517 nm.

Le pourcentage d'inhibition du DPPH a été calculé selon l'équation suivante :

$$\text{Inhibition (\%)} = \left[ \frac{A_{\text{contrôle}} - A_{\text{extrait}}}{A_{\text{extrait}}} \right] \times 100$$

$A_{\text{contrôle}}$ : L'absorbance du contrôle négatif.

$A_{\text{extrait}}$ : L'absorbance de l'extrait de la plante.



**Figure 16:** microplaque de dosage de l'activité anti radicalaire (DPPH) des extraits bruts de noyau, de pulpe et de datte entière de *Phoenix dactylifera L.*

### 2.3.1.2. Activité du piégeage du cation radical ABTS<sup>+</sup>

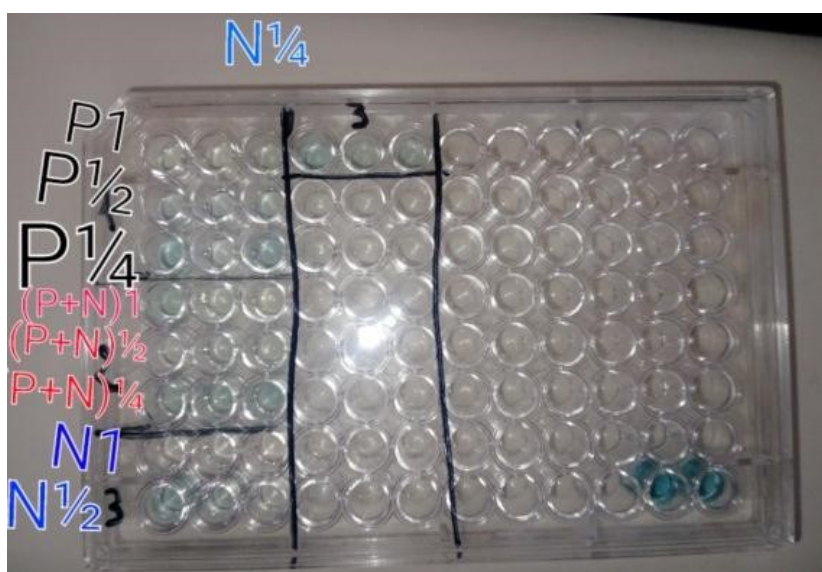
L'activité d'élimination des radicaux libres des extraits de pulpe, de noyau et de datte entière est déterminée selon la méthode de **Reet al. (1999)**.

#### ➤La préparation de l'ABTS :

Le cation radical ABTS<sup>+</sup> a été produit par l'oxydation de la solution mère ABTS (7 mM) par 2.4mM de persulfate de potassium dans un rapport (2:1). Le mélange est laissé au repos à l'obscurité et à température ambiante pendant 16 h avant son utilisation. Le mélange est diluée avec du méthanol à 70% après la stabilisation de leur absorbance (0,75 ± 0,05 nm).

Sur une microplaque de 96 puits, 160µl de l'ABTS ont été mélangés à 40 µl de l'extrait (3 répétitions) à différente concentration. Le mélange est maintenu à température ambiante pendant 10 min, l'absorbance est mesurée à 734 nm. Le BHA et le BHT sont utilisés comme standards. Le Pourcentage d'inhibition d'ABTS comme suit :

$$\text{Inhibition (\%)} = \left[ \frac{A_{\text{contrôle}} - A_{\text{extrait}}}{A_{\text{extrait}}} \right] \times 100$$



**Figure 17:** microplaque de dosage de l'activité anti radicalaire (ABTS) des extraits bruts de noyau, de pulpe et de datte entière de *Phoenix dactylifera L*



### 2.3.1.3. Activité de réduction par la formation du complexe Fe<sup>+2</sup>-phenanthroline

#### ➤ Principe

La méthode est basée sur la réduction des ions de fer ferrique (Fe<sup>3+</sup>) du complexe 1,10-phenanthroline-Fe<sup>+3</sup> par les antioxydants vers le fer ferreux pour donner le complexe phénanthroline-Fe<sup>+2</sup> de couleur rouge dont l'absorbance est mesurée à 510 nm (Szydłowska-Czerniaka, 2008).

#### ➤ Procédure de dosage

L'activité de phénanthroline est déterminée par la méthode de Szydłowska-Czerniak *et al.*, (2008). Un volume de 10 µl de l'extrait (3 répétitions) à différentes concentrations est déposé avec 50 µl de chlorure de fer anhydre FeCl<sub>3</sub> (0,2%), 30 µl de phénanthroline (0,5%) et 110 µl de méthanol MeOH.

Le mélange obtenu est incubé dans l'étuve à 30°C pendant 20 min et l'absorbance est mesurée à 510 nm. Le trolox et l'acide ascorbique sont utilisés comme standards. Les résultats ont été calculés à titre de A<sub>0,50</sub> (µg/ml) correspondant à la concentration indiquant 0,50 d'absorbance.

### 2.3.1.4. Activité du pouvoir réducteur (FRAP)

#### ➤ Principe

La méthode du pouvoir réducteur est utilisée pour mesurer la capacité réductrice des ions de fer. Dans cette méthode, le fer ferrique complexé au ferrocyanure (Fe<sup>3+</sup>(CN)<sub>6</sub>) est réduit en fer ferreux (Fe<sup>2+</sup>(CN)<sub>6</sub>) présentant une couleur bleue-verte avec un maximum d'absorption à 700 nm (Hsu *et al.*, 2006 ; Bijoyet *al.*, 2008).

#### ➤ Procédure de dosage

Le pouvoir réducteur des extraits bruts des dattes sèches est déterminé par la méthode d'Oyaizu (1986) avec une légère modification. Un volume de 10 µl de l'extrait (3 répétitions) à différentes concentrations est additionné à 40 µl d'une solution tampon phosphate (pH 6,6) et à 50 µl d'une solution de ferricyanide de potassium (1%).

L'ensemble est incubé dans l'étuve à 50°C pendant 20 min. Ensuite, 50 µl d'acide trichloroacétique (10%) sont ajoutés pour stopper la réaction. Enfin, un volume de 40 µl d'eau distillée et 10 µl d'une solution de chlorure de fer anhydre (0,1%) sont ajoutés.

La lecture de l'absorbance du milieu réactionnel se fait à 700 nm contre un blanc semblablement préparé, en remplaçant l'extrait par le méthanol.

Le contrôle positif est représenté par des solutions d'antioxydants standards : l'acide ascorbique et trolox dont l'absorbance a été mesuré dans les mêmes conditions que les échantillons. Les résultats ont été calculés à titre de 0,50 (µg/ml) correspondant à la concentration indiquant 0,50 d'absorbance.

A cet effet, sur une microplaque de 96 puits, prendre : 10 µl du chaque extrait (3 répétitions) à différentes concentration + 40 µl phosphate buffer (pH 6,6) + 50 µl potassium ferricyanide (1 %)  $K_1Fe(CN)_6$  (1g de  $K_3Fe(CN)_6$  dans 100 ml  $H_2O$ ) + incubé a 50°C pendant 20 min + 50 µl trichloro acid (TCA) (10 %) (1 g de TCA dans 10 ml  $H_2O$ ) + 40 µl  $H_2O$  + 10 µl ferric chloride  $FeCl_3$  (0,1 %) (0,1 g de  $FeCl_3$  dans 100 ml  $H_2O$ ) enfin la lecture à 700 nm.

## 2.3.2. Activité antifongique

### 2.3.2.1. Préparation de l'inoculum fongique

Au niveau du laboratoire de mycologie du Centre National de Biotechnologie de Constantine (CRBt), l'isolement de l'agent phytopathogène « *Fusarium spp.* » a été réalisé à partir de plusieurs aliments infectés et principalement la tomate. L'isolement est effectué par la désinfection superficielle des petits fragments de chaque organe endommagé à l'aide d'une pince puis un trempage dans de l'éthanol absolu pendant cinq minutes. Les organes sont ensuite rincés abondamment avec de l'eau distillée stérile, afin d'éliminer les contaminants de l'air (**Benhamou et al., 1997**). Après séchage, les fragments sont mis aseptiquement dans des boîtes de Pétri stériles contenant le milieu PDA (Potato Dextrose Agar), et incubées à 28°C pendant six jours jusqu'à ce que la sporulation soit complète. La croissance bactérienne a été inhibée par l'addition de Streptomycine aux milieux de culture à une concentration de 5 mg/l (**Botton et al., 1999**).



### 2.3.2.2. Technique de l'Aromatogramme

L'évaluation de l'activité antifongique de l'extrait brut *Phoenix dactylifera* est réalisée par confrontation directe ou par la technique de l'aromatogramme. C'est une méthode de diffusion en gélose par l'utilisation des disques de papier filtre stérile de 6mm de diamètre (Whatman N°1) (Hayes et Markovic, 2002). Les suspensions de spores fongiques sont normalisées à 10<sup>6</sup> spores/ml respectivement et étalés à la surface du milieu gélosé PDA à l'aide d'un râteau.

Les disques sont imprégnés de 10 µL de la solution d'extrait brute tester dilué(1/2, 1/4 à 1/16 v/v) dans 10 % de Diméthyle Sulfoxide (DMSO) et déposés à l'aide d'un emporte-pièce stérile au centre des boites ensemencée par la gélose PDA.

Le DMSO 10 % est utilisé:

comme contrôle négatif (T-), le 5 Fluorocytosine (5CF 10 µg) est utilisé comme témoin positif (T+) pour les champignons *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*.

Les boites sont fermées avec du parafilm et ensuite déposées dans un réfrigérateur à 4°C pendant 12 heures pour assurer une bonne diffusion de l'extrait dans la gélose. Le diamètre d'inhibition est mesuré après 7 jours à 28 °C pour l'incubation des champignons. Les essais sont réalisés en trois répétitions (Bouzi, 2018).

La lecture se fait par la mesure du diamètre de la zone d'inhibition autour de chaque disque en millimètre à l'aide d'une règle de pied à coulisse en mesurant la moyenne de deux diamètres perpendiculaires passant par le milieu du disque (Labi, 2016).

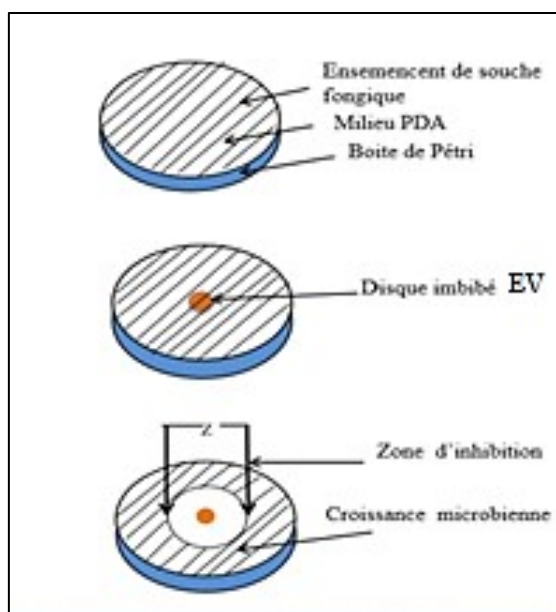
Le pourcentage d'inhibition (PI) de la croissance mycélienne des souches testées est calculé par la formule suivante (Haddouchi, Lazouni et al. 2009 ; Doumbouya et al., 2012):

$$PI (\%) = (Dt - Dc) / Dt \times 100$$

**PI** : Inhibition de la croissance fongique en pourcentage.

**Dt** : Diamètre de la croissance mycélienne dans un milieu sans extrait brut testé (témoin).

**Dc** : Diamètre de la croissance mycélienne en présence d'extrait brut testé.



**Figure 18 :** Illustration de la méthode des aromatogrammes sur boîte de pétri (Bacar et Meskine, 2014).

#### ➤ Procédure

Cette activité a été évaluée en fonction du taux d'inhibition de la croissance mycélienne des champignons *Fusarium oxysporum* par les extraits bruts hydroalcooliques des différentes parties du fruit de *Phoenix dactylifera*. Pour ce faire, différentes doses d'extraits ont été préparées en diluant l'extrait brut dans 1 mL de méthanol et complété jusqu'à 100 mL de solution de PDA. Le témoin négatif est constitué uniquement de 1 mL de méthanol et de 99 mL de PDA sans ajout d'extrait brut.

Dans 1000 ml eau distillée, nous avons besoin de 200 g pomme de terre, 20 g D-glucose et 20 g Agar.

Chaque boîte de pétrie comporte 25 ml d'eau distillée, donc au total, nous avons besoins 375 ml d'eau distillé :

- Témoin négatif (T-) → 3 boîtes (3 répétitions) → 75 ml eau distillée
- Témoin positif (T+) → 3 boîtes (3 répétitions) → 75 ml eau distillée (Fluorocytosine)
- Extrait pulpe de datte (P) → 3 boîtes (3 répétitions) → 75 ml eau distillée
- Extrait de noyau de datte (N) → 3 boîtes (3 répétitions) → 75 ml eau distillée
- Extrait de datte entière (P+N) → 3 boîtes (3 répétitions) → 75 ml eau distillée.

Donc, selon la règle de trois :

200 g de pomme → 1000 ml eau distillée

X → 3750 ml eau distillée

X = 75 g du pomme

20 g D-glucose → 1000 ml eau distillée

X → 375 ml eau distillée

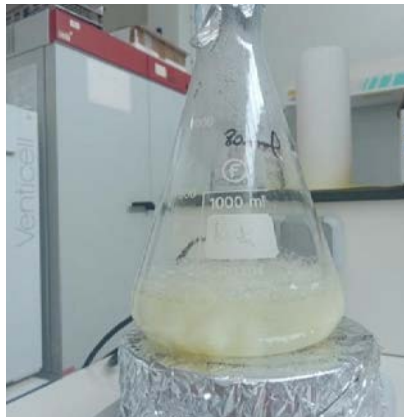
X = 7,5 g du D-glucose

20 g Agar → 1000 ml eau distillée

X → 1000 ml eau distillée

X = 7,5 g Agar

- Découper 75 g de pomme de terre en carrés (petits morceaux), ajouter un volume suffisant d'eau distillée 375 ml, puis laisser bouillir pendant 10 min.
- Récupérer le jus de la pomme de terre avec un papier de filtration + ajouter 7,5 g de glucose + 7,5 g d'Agar avec agitation.



**Figure 19:** Préparations du milieu de culture PDA :

Ébullition des morceaux de pomme de terre avec l'eau distillée dans une fiole jaugée



**Figure 20:** Agitation avec plaque chauffante et filtration du milieu PDA

Distribuer le milieu préparé dans des flacons stériles pour autoclave :

- Ajuster l'eau distillée jusqu'à atteindre de volume 375 ml
- Laisser le milieu PDA (mélange) bouillir sur un agitateur chauffant.
- Mettre dans l'autoclave pour la stérilisation à 121°C pendant 20 min.



**Figure 21:** Milieu de culture PDA transvasé dans des flacons prêts pour être stérilisé

#### ➤ Préparation des solutions

Extrait pulpes de dattes (P) : 0,05 g (P) + 150 ml méthanol

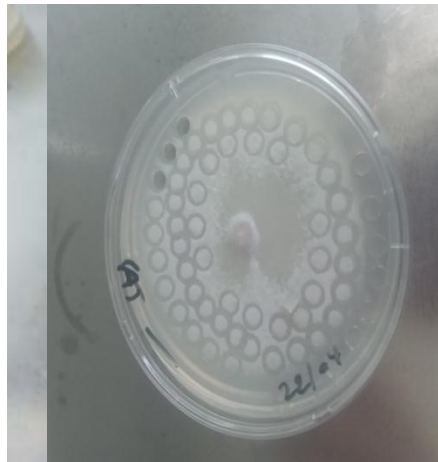
Extrait noyaux de dattes (N) : 0,05 g (N) + 150 ml méthanol

Extrait de datte entière (P+N) : 0,05 g (P+N) + 150 ml méthanol



**Figure 22:** Homogénéisation par vortex des trois extraits bruts des différentes parties du fruit de *Phoenix dactylifera*

- Nous obtenons 3 extraits homogènes des différentes parties des noyaux, des pulpes et des dattes entières du fruit de *Phoenix dactylifera*.
- Puis, sur bec benzène et afin d'assurer un milieu stérile, nous imprimons des cercles des champignons *Fusarium oxysporum f. sp. Lycopersici*.



**Figure 23:** Champignon *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*

- Après dans chaque boîte de Pétri, couler le milieu culture PDA préparé et laisser jusqu'à la fige.



**Figure 24:** Coulage du milieu de culture PDA dans les boites de pétri

Ensemencement de la suspension mycélienne; dans chaque boite de Pétri avec une pipette pasteur (passé sur le feu), nous mettons un cercle du champignon au milieu de la boite de pétri.



**Figure 25:** Stérilisation de la pipette pasteur et ensemencement de la suspension mycélienne *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* sur boite Pétri



Dans chaque boîte de Pétri, préparer les témoins positifs et les témoins négatifs ainsi que les extraits des différentes parties de *Phoenix dactylifera* (noyaux, pulpes et dattes entières), puis mettre toutes les boîtes de Pétri dans un incubateur 48h:

- Témoin négatif (T-): n'ajoute rien sur le champignon *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*
- Témoin positif (T+): ajoute avec micropipette 10 ml du méthanol
- Extrait de pulpe de datte (P): ajoute avec micropipette 10 ml extrait (P)
- Extrait de datte entière (N+P): ajoute avec micropipette 10 ml extrait (P+N)
- Extrait de noyau de datte (N): ajoute avec micropipette 10 ml extrait (N)

Les tests sont réalisés en triplicata. 24 heures après la préparation des doses, l'inoculation est faite en déposant un disque mycélien d'environ 1,1 cm de diamètre d'une pré-culture âgée de 7 jours au centre de la boîte de pétri. Ces boîtes ont été incubées à 30 °C à l'étuve. La mesure des diamètres de la croissance mycélienne des colonies est faite sur deux axes perpendiculaires tracés au revers des boîtes de pétri. L'évaluation a été effectuée toutes les 48 heures pendant une semaine. Le taux d'inhibition de la croissance mycélienne exprimé en % est calculé selon la formule de **Doumbouya et al. (2012)**.



**Figure 26:** Dépôt de 10 ml d'extraits bruts hydro-méthanoliques du fruit de *Phoenix dactylifera* par micropipette sur les champignons *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*

### **2.3.3. Activité antibactérienne:**

#### **2.3.3. 1. Souches bactériennes :**

Pour évaluer l'activité antibactérienne des extraits bruts hydro-méthanoliques des noyaux, des pulpes et des dattes entières de *Phoenix dactylifera*. vis-à-vis de deux souches bactériennes utilisées provenant du laboratoire de bactériologie du Centre National de Recherche en Biotechnologie de Constantine (CRBt). Les deux souches utilisées sont :

- Bactéries à Gram négatif: *Escherichia coli*
- Bactéries à Gram positif : *Staphylococcus aureus*

#### **2.3.3. 2. Les milieux de culture :**

Les milieux de cultures utilisés dans l'activité antibactérienne sont :

- Gélose nutritive pour préparer des cultures jeunes de 24h ;
- Héктоen comme milieu sélectif pour l'isolement d'*Escherichia coli* ;
- Chapman comme milieu sélectif pur l'isolement et l'enrichissement du *Staphylococcus aureus*
- La gélose Muller Hinton pour les tests antibactériens (antibiogramme).

#### **2.3.3. 3. Préparation des cultures jeunes :**

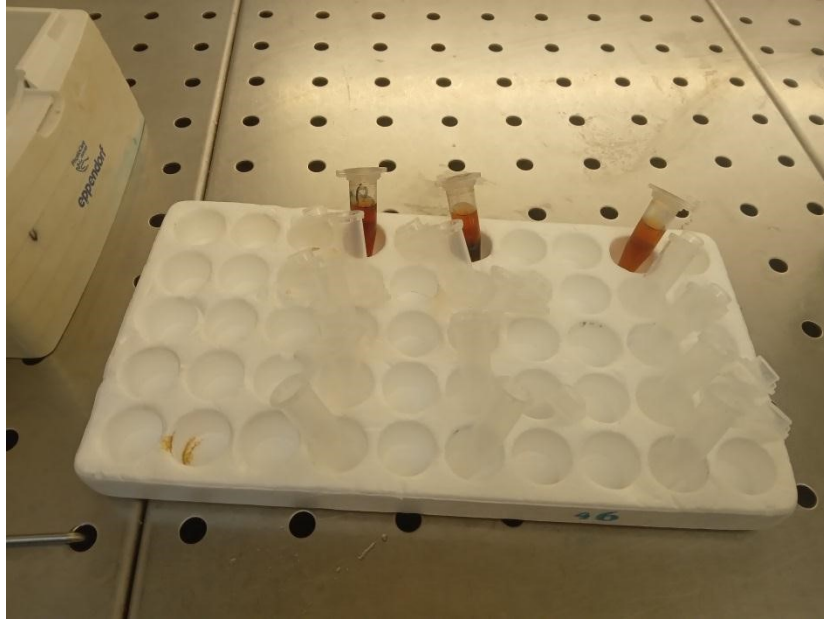
Quelques colonies bien isolées des cultures pures sont prélevées à l'aide d'une anse de platine, puis mises dans 10ml d'eau physiologique stérile à 0,9% de (Na Cl). La suspension bactérienne a été bien homogénéisée. A partir de cette suspension, nous avonsensemencé les souches bactériennes sur des boîtes de pétrie coulées avec de la gélose nutritive puis incubé à 37C° pendant 24 h afin d'avoir des cultures jeunes.

#### **2.3.3.4. Préparation de l'inoculum :**

Quelques colonies isolées à partir de culture jeune ont été mises en suspension dans 9 ml d'eau physiologique stérile à 0.9% de (Na Cl), ont été bien homogénéisée, puis la suspension a été ajusté à 0,8 Mc Farland (DO = 0,08 à 0,1) à l'aide d'un spectrophotomètre réglé sur une longueur d'onde de 625 nm. L'inoculum peut être ajusté soit en additionnant de la culture bactérienne s'il est faible



ou d'eau physiologique s'il est trop fort, puis nous avons pris 1 ml de l'inoculum qui a été introduit dans 9 ml d'eau physiologique afin d'obtenir un inoculum de  $10^7$  UFC/ml (Kheyar et al., 2014).



**Figure 27:** Préparation des dilutions des extraits bruts hydro-méthanoliques des trois parties du fruit de *Phoenix dactylifera* (pulpe P, noyau N et datte entière P+N)



**Figure 28:** Ensemencement des suspensions bactériennes *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli*

#### **2.3.3.5. Méthode de diffusion :**

Pour étudier l'activité antibactérienne des extraits bruts des différentes parties du fruit *Phoenix dactylifera*, nous avons choisi la méthode de diffusion sur disques, appelée aussi méthode de Vincent ou technique de l'aromatogramme mise au point par **Schroeder et Messing en 1949** cité par **Rhayour (2002)**.

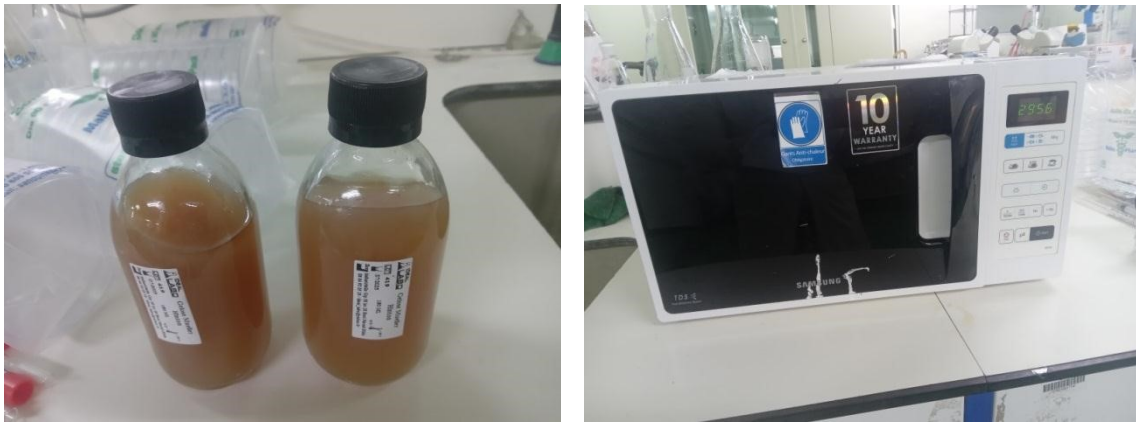
Dans cette méthode, on a utilisé des disques de papier Wattman de 6 mm de diamètre, imprégnés par un volume connu de l'extrait brut à évaluer et déposés à la surface d'un milieu gélosé (Agar de Muller Hinton «AMH»), préalablementensemencé par écouvillonnage en surface par la suspension bactérienne. Après incubation pendant 24 h à 37° C, la lecture des résultats a été faite par la mesure du diamètre de la zone d'inhibition en mm (**Ponce et al., 2003**).

#### **2.3.3.5. Préparation des dilutions :**

Une gamme de concentration a été préparée à partir de l'extrait hydro-alcoolique brut de concentration de 0,1g/ml selon la méthode de dilution de demi en demi (1/2, 1/4, 1/8, 1/16), dans les cinq tubes à essai que nous avons nommé de 1/2 jusqu'à 1/32, nous avons déposé 500µl d'eau, ensuite nous avons ajouté au premier tube (1/2) 500µl de l'extrait brut, puis nous avons bien homogénéisé pour obtenir une solution de dilution 1/2, ensuite à partir de cette dernière nous avons pris 500µl que nous avons introduit dans le deuxième tube (1/4) pour obtenir une solution de dilution 1/4. Et les mêmes étapes ont été répétées jusqu'à l'obtention de la dernière solution à dilution 1/16.

La lecture des résultats se fait par la mesure de diamètre de la zone d'inhibition selon (**Ponce et al., 2003**).

- (-) souche résistante ( $D < 8$  mm)
- (+) souche sensible ( $9\text{mm} \leq D \leq 14\text{mm}$ )
- (+ +) souche très sensible ( $15\text{mm} \leq D \leq 19$  mm)
- (+ + +) souche excrément sensible ( $D > 20$  mm)



**Figure 29:** Préparation des milieux de cultures et utilisation du micro-onde.



**Figure 30:** Mise en place des disques imprégnés d'extraits bruts hydro-méthanoliques du fruit de *Phoenix dactylifera* sur les boîtes de Pétri ensemencées avec les deux souches testées *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli*

## 2.4. Analyses statistiques

Les résultats des tests biologiques *in vitro* antioxydants, antifongique et antibactérien effectués sur les trois extraits bruts hydro-méthanoliques des noyaux, des pulpes et des dattes entières du fruit de *Phoenix dactylifera* sont exprimés en moyenne  $\pm$  SD d'analyses en trois répétitions. Les valeurs de  $CI_{50}$  (Concentration d'inhibition à 50%) et de  $A_{0.5}$  (Concentration indiquant 0,50 d'absorbance) sont calculées par la méthode de régression linéaire à partir des trois courbes : [% inhibition = f (concentrations)] pour la  $CI_{50}$  et [Absorbance= f (concentrations)] pour la  $A_{0.50}$ .

## CHAPITRE II: RESULTATS ET DISCUSSION

Dans la présente partie, nous présenterons et traiterons les résultats obtenus de l'activité biologique *in vitro* des extraits bruts hydro-méthanoliques des différentes parties (noyau, pulpe et datte entière) du fruit de *Phoenix dactylifera* L. Il s'agit de l'évaluation de l'activité anti-oxydante, antifongique et antibactérienne d'une variété de datte sèche (variété Hachef).

### 1. Le rendement de l'extraction de *Phoenix dactylifera* L :

Les résultats du rendement d'extraction des extraits bruts hydro-méthanoliques du noyau, de la pulpe et de la datte entière de *Phoenix dactylifera* pour chaque partie récoltée sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 5** : Rendement des extraits bruts des différentes parties (noyaux, pulpes et dattes entières) du fruit de *Phoenix dactylifera* L.

	<b>Pulpe (P)</b>	<b>Noyau (N)</b>	<b>Dattes entières (N+P)</b>
<b>Poids de l'échantillon (g)</b>	50	50	50
<b>Poids du ballon vide (g)</b>	107,77	107,77	98,208
<b>Poids de l'extrait sec (g)</b>	36,46	6,23	26,23
<b>Rendement %</b>	<b>72,91</b>	<b>12,46</b>	<b>52,46</b>

L'extrait méthanolique de la pulpe (P) représente le rendement le plus élevé de 72,914 % par rapport à l'extrait hydroalcolique de la datte entière (N+P) avec un rendement moyen de 52,46%.

Enfin, celui des noyaux (N) avec un pourcentage de 12,46%.

Cette différence du taux de rendement d'extraction entre les différentes parties du fruit du palmier dattier pourrait être due selon **Dai et Mumper (2010)** soit à la polarité des solvants utilisés qui peuvent être un facteur principal de cette différence; soit la composition différente et le temps et la température d'extraction; ou bien à la nature chimique et les caractéristiques physiques des échantillons.

## 2. Les activités biologiques de *Phoenix dactylifera*:

L'évaluation de l'activité antioxydante des extraits bruts méthanoliques (N: noyau, P : pulpe et datte entière : P+N) de *Phoenix dactylifera* L a été réalisée par quatre méthodes : l'activité antiradicalaire au DPPH, le piégeage du cation radical ABTS, l'activité de phénanthroline et enfin Reducing power FRAP.

### 2.1. Activité anti-radicalaire au DPPH :

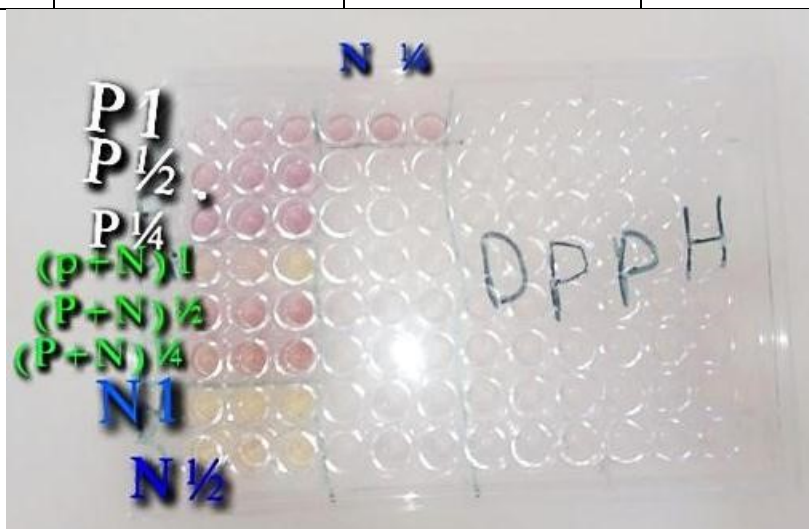
La concentration inhibitrice  $CI_{50}$  est inversement proportionnelle à la capacité anti-oxydante d'un composé. Elle exprime la quantité d'antioxydant requise pour diminuer la concentration du radical libre DPPH à 50 %. Ceci en suivant la réduction de ce radical qui s'accompagne par son passage de la couleur violette à la couleur jaune.

Les résultats de l'activité anti-radicalaire au DPPH sont comparés aux étalons (BHA). Les résultats sont représentés dans le tableau et les figures suivants.

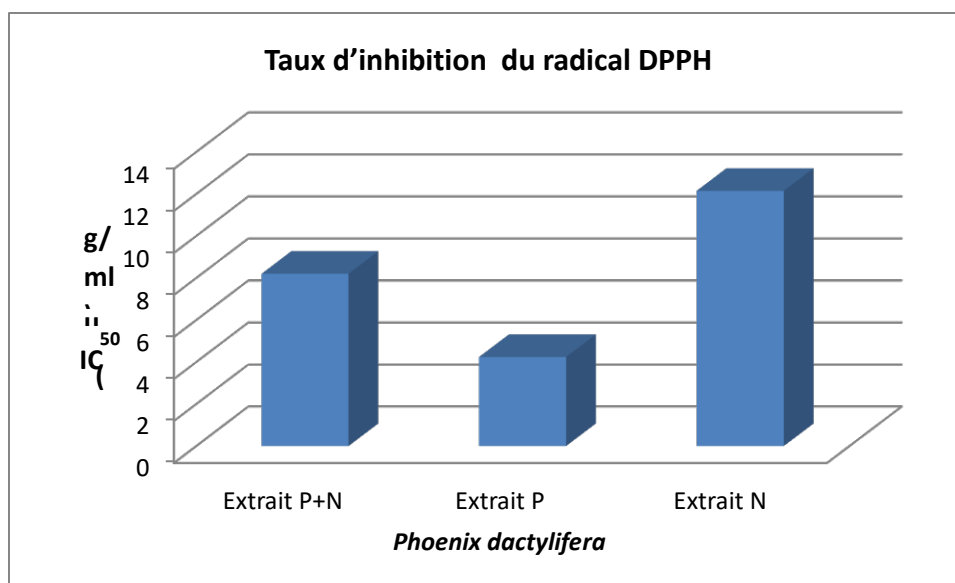
**Tableau 6** : Activité antioxydante et inhibition du radical DPPH par les extraits bruts méthanoliques (N: noyau, P : pulpe et datte entière : P+N) de *Phoenix dactylifera* L

Extrait brut	Taux d'inhibition ( $IC_{50}$ / $A_{0,5}$ $\mu\text{g/ml}$ )
--------------	--

<i>Phoenix dactylifera</i>	DPPH	ABTS	FRAP	Phénanthroline
<b>Datte entière (P+N)</b>	8,20±0,69	24±0,69	27,46±1,94	8.22±2,16
<b>Pulpe de date (P)</b>	4,24±1,60	17±1,60	46,80±1,11	6.43±1,85
<b>Noyau de date (N)</b>	12,15±1,56	42±1,56	53,022±1,56	9.92±1,11
<b>Standards</b>	<b>BHA: 90,14±0.00</b>	<b>BHA: 96,68±0.39</b>	<b>Trolox 5.25±0.20</b>	
		<b>BHT: 95,86±0,10</b>	<b>Acide ascorbique 3.62±0.29</b>	

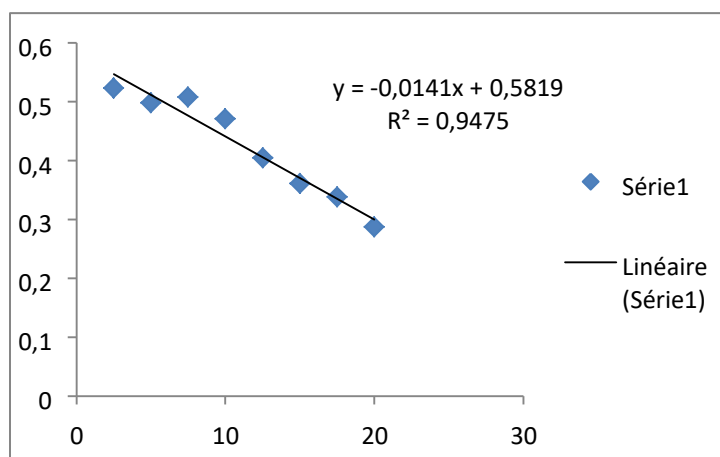


**Figure 31** : Microplaques du dosage de l'activité anti radicalaire (DPPH) des extraits bruts hydrométhanoliques des différentes parties de dattes de *Phoenix dactylifera* L.



**Figure 32 :** Valeurs CI<sub>50</sub> du test DPPH

D'après les valeurs des CI<sub>50</sub> du test DPPH pour les extraits bruts hydro-alcooliques des dattes de *Phoenix dactylifera* illustré dans la figure ci-dessus. Possède une activité notable avec l'extrait de datte entière (P+N), de noyau (N) et de la pulpe de datte (P), on a une activité anti radicalaire au DPPH respectivement (12 µg/ml, 8µg/ml, 4µg/ml).



**Figure 33:** Courbe d'étalonnage du DPPH



Des études de l'activité antioxydante de l'extrait méthanolique de la plante *Phoenix dactylifera L* cultivé dans le Sud de la Tunisie ont trouvé une teneur de l'ordre de  $68,13 \pm 0,04 \mu\text{g/ml}$  de la variété Deglat Noor et  $89,14 \pm 0,41 \mu\text{g/ml}$  de la variété Ftimi (Masmoudiet *al.*, 2016). Ces résultats sont en accord avec les résultats de nos extrais respectifs.

Dans une étude similaire à Bouhali et al. (2006) qui découvre une activité antioxydant de six sirops de fruits marocains issus de la plante *Phoenix dactylifera L* de différents variétés (Bosliken, Pothami, Eclan, Jihl, Lahfs et Tamagont) avec des CI 50  $17,984 \mu\text{g/ml}$  pour le sirop de Jihel et  $6,28 \mu\text{g/ml}$  pour le sirop de Lhafs et  $34,21 \mu\text{g/ml}$  pour le sirop de Bouslikhen .ces teneur sont peu proch de celles de nos extraits .

L'étude réalisée par Chabane et Kermiche (2020) est en accord avec nos résultats. Ces auteurs ont travaillé sur des dattes séches de la variétés Hchef, ils ont noté l'extrait de la phase méthyl ethyl cétone des noyaux de dattes (N Mec) a une concentration inhibitrice CI 50 de  $17,04 \mu\text{g ml}$ , ainsi que l'extrait brut de la pulpe P (IC<sub>50</sub>:  $5,53 \mu\text{g/ml}$ ).

## 2.2. Activité anti-radicalaire par piégeage du cation radical ABTS

L'activité du piégeage du cation radical ABTS ou l'activité scavenger des extraits de *Phoenix dactylifera* contre le radical ABTS est exprimée en CI<sub>50</sub>, qui correspond à la concentration d'antioxydant nécessaire pour réduire le 50% de l'ABTS comme montré dans tableau et les figure suivantes.

**Tableau 7** : Activité antioxydante et inhibition du radical ABTS par les extraits bruts méthanoliques de *Phoenix dactylifera L* (N: noyau, P : pulpe et datte entière : P+N)

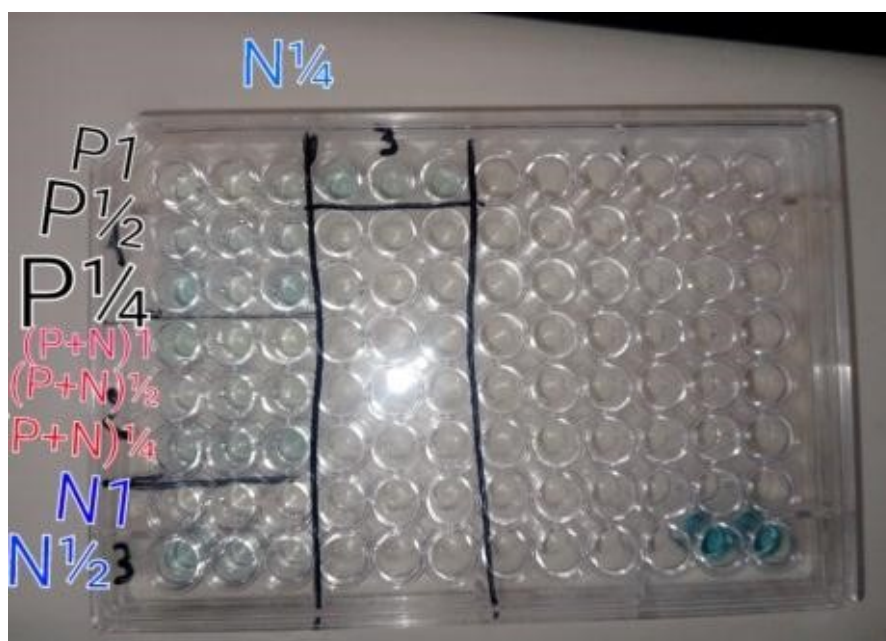
Extrait brut <i>Phoenix dactylifera</i>	Taux d'inhibition (IC <sub>50</sub> / A <sub>0,5</sub> $\mu\text{g/ml}$ )			
	DPPH	ABTS	FRAP	Phénanthroline



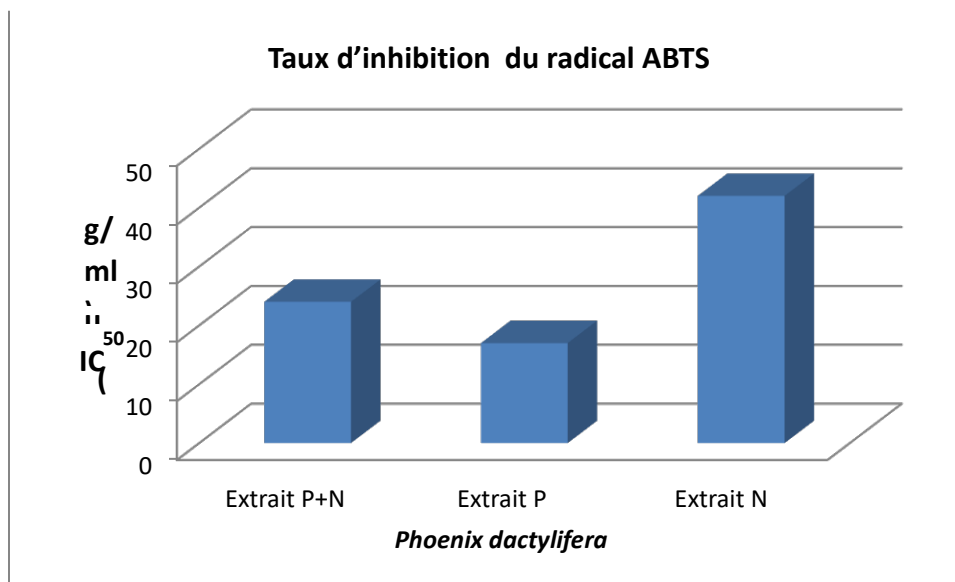
<b>Datte entière P+N</b>	8,20±0,69	24±0,69	27,46±1,94	8.22±2,16
<b>Pulpe de date P</b>	4,24±1,60	17±1,60	46,80±1,11	6.43±1,85
<b>Noyau de date N</b>	12,15±1,56	42±1,56	53,022±1,56	9.92±1,11
<b>Standards</b>	<b>BHA: 90,14±0.00</b>	<b>BHA: 96,68±0.39</b>	<b>Trolox 5.25±0.20</b>	
		<b>BHT: 95,86±0,10</b>	<b>Acide ascorbique 3.62±0.29</b>	

Sachant que le pourcentage d'inhibition est dose-dépendante ; plus on augmente la concentration de l'extrait végétal, le pourcentage d'inhibition augmente. Par contre, plus la valeur de CI<sub>50</sub> est faible, plus l'antioxydant est efficace.

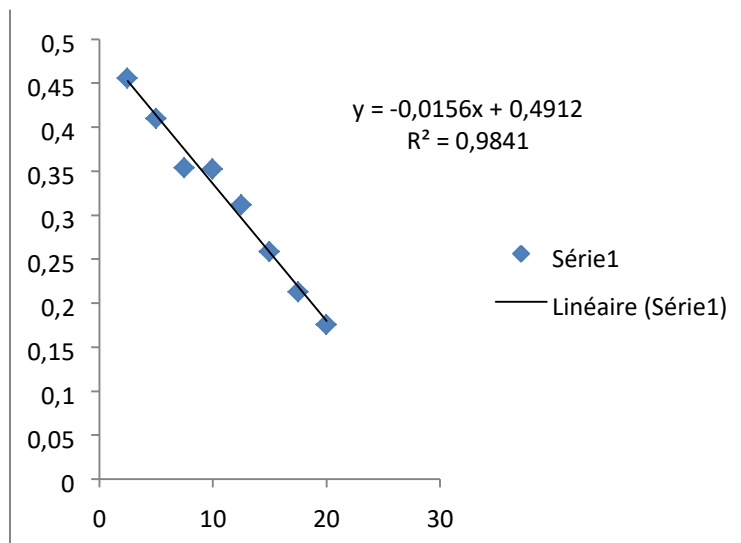
Les résultats de l'activité anti-radicalaire à l'ABTS des extraits bruts méthanoliques (N: noyau, P : pulpe et datte entière : P+N) de *Phoenix dactylifera* L. Les résultats sont présentés ci-dessous.



**Figure 34:** Microplaque de dosage de l'activité anti-radicalaire ABTS des extraits des rebuts de datte de *Phoenix dactylifera*



**Figure 35:** Valeurs CI<sub>50</sub> du test ABTS



**Figure36 :** Courbe d'étalonnage de l'ABTS

Lors de l'évaluation de l'activité antioxydant, on remarque que la meilleure capacité de piégeage des radicaux libres ABTS est représentée par l'extrait N (42±1,56µg/ml). Ce résultat est le même

résultat de l'activité DPPH et le datte entier (P+N) qui un effet inhibition 24 µg/ml plus grand que le pulpe 17 µg/ml.

Dans cette activité d'inhibition du radical ABTS, les extraits ont manifesté un pouvoir de piégeage des radicaux libres mieux que dans l'activité anti-radicalaire au DPPH ceci peut être justifié par la capacité du radical cation ABTS d'être plus polyvalent que le DPPH parce qu'il est soluble dans l'eau et les solvants organiques, ce qui permet une évaluation d'activité anti-radicalaire pour les composés hydrophiles et lipophiles (Gülçin, 2010).

D'après les travaux de Saafi-benselah et al. (2011) en travaillant sur les dattes collectées de la région de Douz (Kébili Tunisie), ces auteurs ont noté une activité anti-radicalaire à l'ABTS des variétés Deglet Nour et de Allig respective 28,83 ; 80 µmole TE /100 g Trolox sont proch de nos résultats.

Par ailleurs, une étude récente réalisée par Chabane et Kermiche (2020) rapporte le pouvoir réducteur à l'ABTS des extraits hydro-méthanoliques de la pulpe, des noyaux et de la datte sont respectivement proches de nos résultats (19 ; 20,40 ; 24,14 ; 25 µg/ml).

### 2.3. Activité de réduction par la formation du complexe Fe<sup>2+</sup>-phénanthroline et Reducing power FRAP

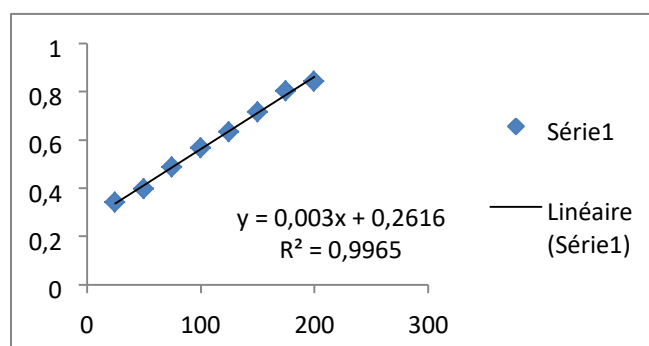
La réduction des ions Fe<sup>3+</sup> est également évaluée par le test au phénanthroline. Dans ce test les ions Fe<sup>3+</sup> associés au phénanthroline vont être réduits en présence d'un antioxydant en fer ferreux donnant un complexe Fe<sup>2+</sup>-phénanthroline de couleur rouge orange.

Cette réduction est déterminée par la mesure des valeurs de A<sub>0,5</sub> des extraits bruts méthanoliques de *Phoenix dactylifera* et celles des standards trolox et acide ascorbique. La réduction du fer par la méthode phénanthroline pour les extraits bruts sont représentés dans le tableau et les figures suivantes.

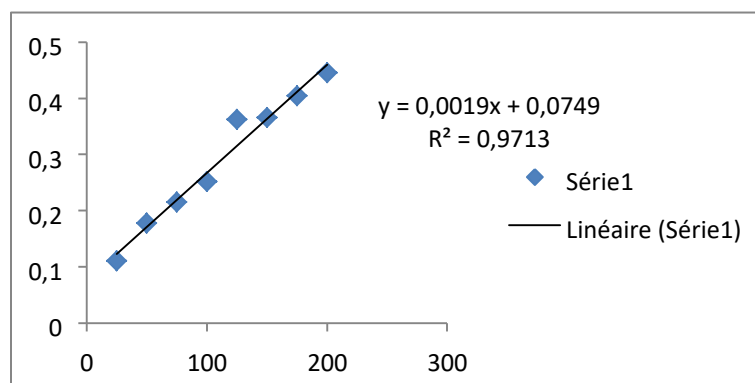
**Tableau 8** : Activité antioxydante et réduction du complexe Fe<sup>2+</sup>-phénanthroline pour les extraits bruts méthanoliques (N: noyau, P : pulpe et datte entière : P+N) de *Phoenix dactylifera* L

Extrait brut	Taux d'inhibition (IC <sub>50</sub> / A <sub>0,5</sub> µg/ml)
--------------	---

<i>Phoenix dactylifera</i>	DPPH	ABTS	FRAP	Phénanthroline
<b>Datte entière P+N</b>	8,20±0,69	24±0,69	27,46±1,94	8.22±2,16
<b>Pulpe de date P</b>	4,24±1,60	17±1,60	46,80±1,11	6.43±1,85
<b>Noyau de date N</b>	12,15±1,56	42±1,56	53,022±1,56	9.92±1,11
<b>Standards</b>	<b>BHA: 90,14±0.00</b>	<b>BHA: 96,68±0.39</b>	<b>Trolox 5.25±0.20</b>	
		<b>BHT: 95,86±0,10</b>	<b>Acide ascorbique 3.62±0.29</b>	



**Figure 37 :** Courbe d'étalonnage du complexe  $Fe^{+2}$ -phenanthroline



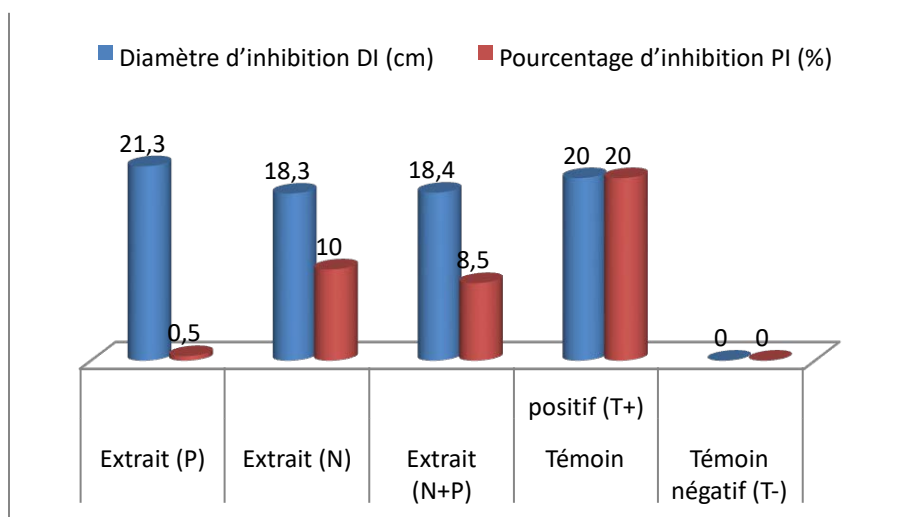
**Figure 38:** Courbe d'étalonnage FRAP

### 3. Evaluation de l'activité antifongique de *Phoenix dactylifera*:

L'évaluation de l'activité antifongique du fruit *Phoenix dactylifera vis-à-vis de la souche fongique Fusarium oxysporum* est renseignée dans le tableau et les figures suivantes.

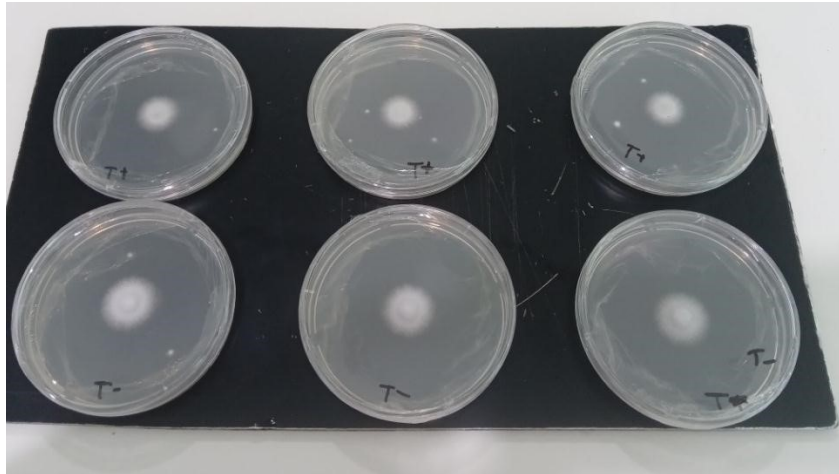
**Tableau 9:** Diamètre d'inhibition moyen (DI) et pourcentage d'inhibition (PI) des extraits bruts des noyaux (N), des pulpes (P) et des dattes entières (N+P) vis-à-vis de la souche fongique *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*

	Extrait (P)	Extrait (N)	Extrait (N+P)	Témoin positif (T+)	Témoin négatif (T-)
<b>Diamètre d'inhibition DI (mm)</b>	21,3±0.2	18,3±0.6	18,4±0.4	20±0.4	0±0
<b>Pourcentage d'inhibition PI (%)</b>	-5 ±0.2	10±0.6	8,5±0.4	20±0,12	0±0

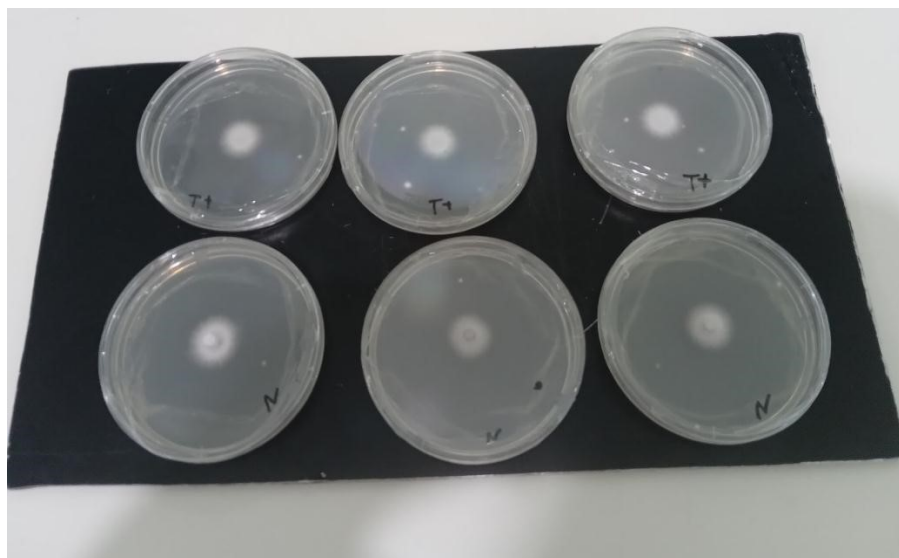


**Figure 39:** Diamètre d'inhibition moyen (DI) et pourcentage d'inhibition (PI) des extraits bruts des noyaux (N), des pulpes (P) et des dattes entières (N+P) vis-à-vis de la souche fongique *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*

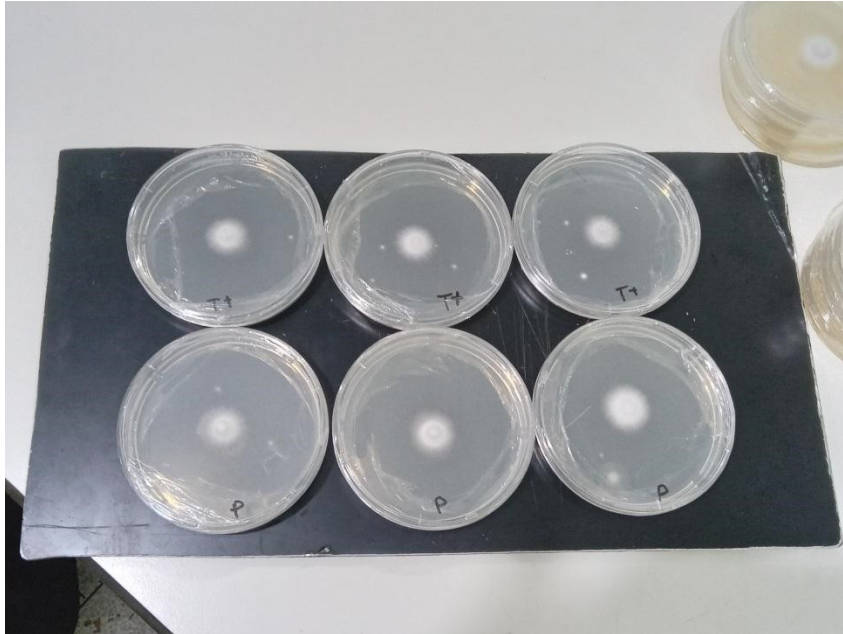
A l'observation du tableau et des figures précédentes, nous remarquons que les diamètres d'inhibition moyen (DI) des extraits bruts hydro-méthanoliques des noyaux (N)  $18,3 \pm 0,6$  mm et des dattes entières (N+P)  $18,4 \pm 0,4$  mm vis-à-vis de la souche fongique *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* est assez important traduisant un pourcentage d'inhibition (PI) remarquable, comparativement aux pulpes de dattes (P) qui inscrivent un diamètre d'inhibition faible ( $21,3 \pm 0,2$  mm) traduisant un pourcentage d'inhibition négatif ( $-5 \pm 0,2\%$ ).



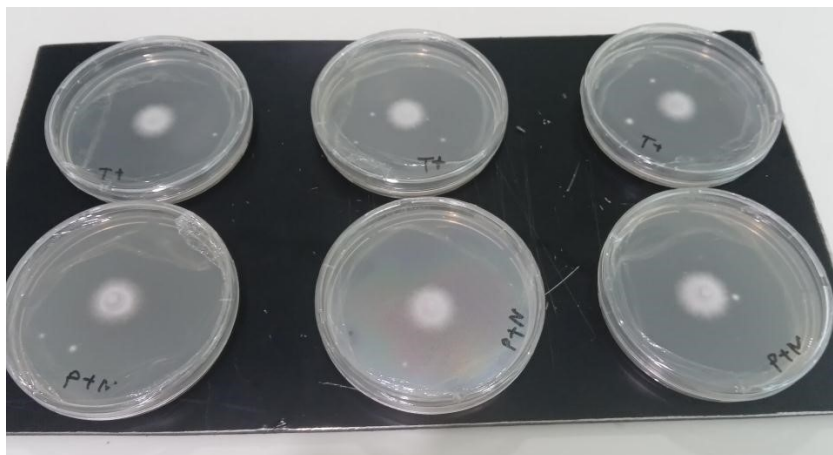
**Figure 40:** Diamètre d'inhibition (DI) des témoins positifs (T+) et négatifs (T-) vis-à-vis de la souche fongique *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*



**Figure 41 :** Comparaison des diamètres d'inhibition (DI) entre l'extrait brut des noyaux de datte (N) et du témoin positif (T+) vis-à-vis de la souche fongique *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*



**Figure 42:** Comparaison des diamètres d'inhibition (DI) entre l'extrait brut des pulpes de dattes (P) et du témoin positif (T+) vis-à-vis de la souche fongique *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*



**Figure 43:** Comparaison des diamètres d'inhibition (DI) entre l'extrait brut des dattes entières (N+P) et du témoin positif (T+) vis-à-vis de la souche fongique *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*



En comparant l'activité antifongique des trois extraits hydro-alcooliques des différentes parties de *Phoenix dactylifera* (noyaux/pulpes/dattes entière), nous remarquons que l'extrait brut des noyaux de dattes (N) a un effet inhibiteur intéressant contre le champignons *Fusarium oxysporum* supérieur à l'extrait de pulpes de dattes (P), mais qui est proche du pouvoir antifongique de l'extrait de datte entière (P+N). Il faut signaler que l'extrait de la pulpe de datte ne présente aucun effet inhibiteur vis-à-vis de la souche fongique *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*.

Par ailleurs, ces dernières années, les noyaux du palmier dattier ont fait l'objectifs de plusieurs travaux scientifiques à l'Université d'Abu Dhabi, où ERIN Professeur Faculté des collèges de technologie de la santé d'Abu Dhabi) et son équipe ont isolé l'extrait bruts des Noyaux de datte et l'ont broyés en une fine poudre. Cet extrait brut de noyaux de datte a révélé des composants riches en protéine, en glucides, en minéraux et en fibres. Ces chercheurs ont découvert que l'extrait de noyaux de dattes empêchait la croissance fongique et l'ont utilisé pour lutter contre les champignons qui affectent les poissons. Ces résultats sont en accord avec nos résultats affirmant le pouvoir antifongique des noyaux et de dattes contre souche fongique *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*.

#### **4. Activité antibactérienne de *Phoenix dactylifera*:**

Pour caractériser l'activité antibactérienne de nos extraits hydro-méthanoliques des noyaux, des pulpes et des dattes entières *Phoenix dactylifera*, nous avons utilisé la méthode de diffusion sur disques. C'est une technique qualitative basée sur la mesure du diamètre des halos d'inhibition apparents autour des disques chargés d'extraits végétaux.

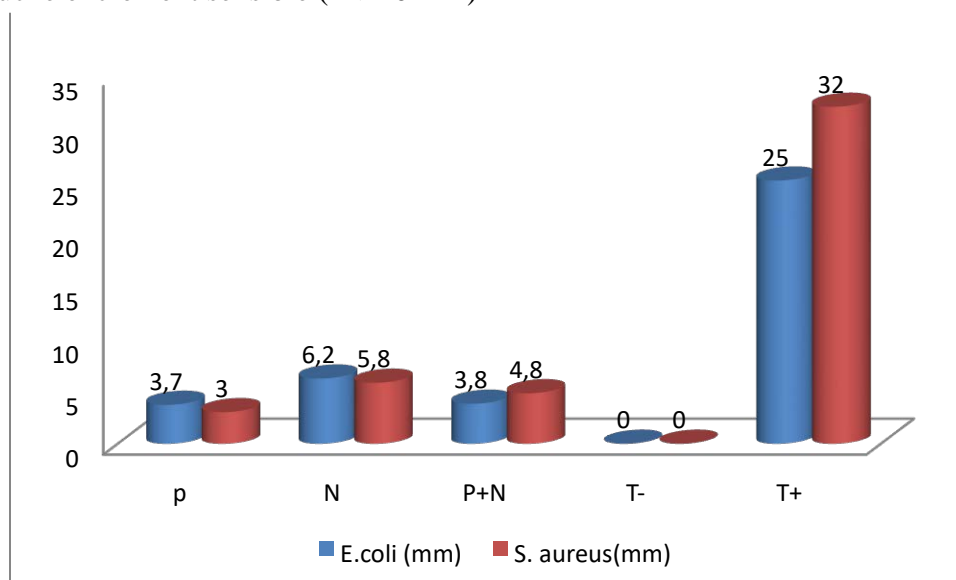
La technique de diffusion sur gélose a été utilisée sur l'ensemble des souches bactériennes à savoir *Escherichia coli* (Gram +) et *Staphylococcus aureus* (Gram -), ce test préliminaire nous a permis de mettre en évidence le pouvoir antibactérien de nos extraits. Les différents résultats de l'activité antibactérienne de *Phoenix dactylifera* sont présentés sur le tableau et les figures suivantes.



**Tableau 10 :** Activité antibactérienne des extraits bruts hydro-méthanoliques des noyaux, des pulpes et des dattes entières de *Phoenix dactylifera*. vis-à-vis de deux souches bactériennes *Staphylococcus aureus* et *Echerichia coli*

Extrait brut hydrométhanolique de des parties <i>Phoenix dactylifera</i>	Diamètre d'inhibition moyen contre <i>Echerichia coli</i> (cm)	Diamètre d'inhibition moyen contre <i>Staphylococcus aureus</i> (cm)
<b>Pulpe de datte (P)</b>	3,7±0.41	3±0.85
<b>Noyau de datte (N)</b>	6,2±0,12	5,8±0.48
<b>Datte entière (N+P)</b>	3,8±0.2	4,8±0.27
<b>Témoigne positif (T+)</b>	25±0.2	32±0.2
<b>Témoigne négatif (T-)</b>	0±0	0±0

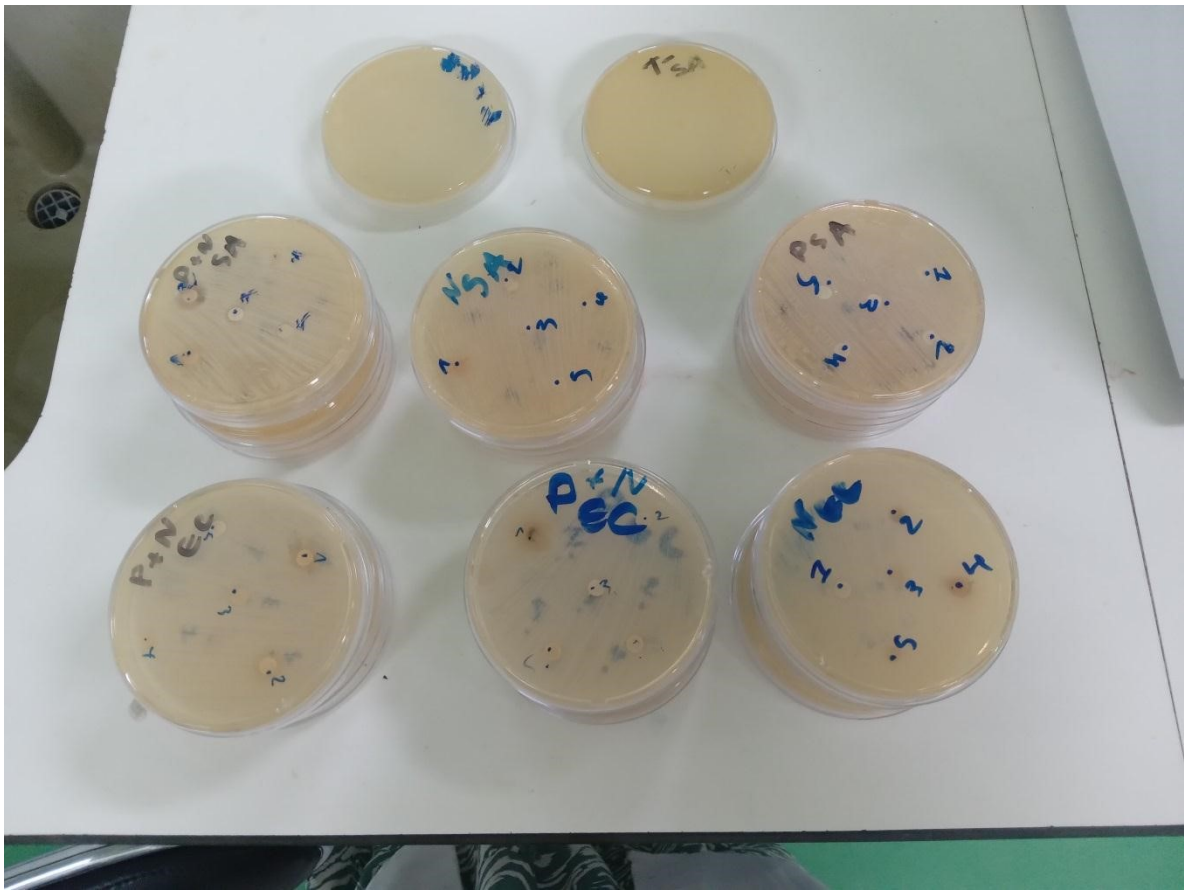
- (-) souche résistante ( $D < 8$  mm)
- (+) souche sensible ( $9\text{mm} \leq D \leq 14\text{mm}$ )
- (+ +) souche très sensible ( $15\text{mm} \leq D \leq 19$  mm)
- (+ + +) souche excrément sensible ( $D > 20$  mm)



**Figure 44:** Diamètre d'inhibition des extraits bruts hydro-méthanoliques des noyaux, des pulpes et des dattes entières de *Phoenix dactylifera*. vis-à-vis de deux souches bactériennes *Staphylococcus aureus* et *Echerichia coli*

L'activité antimicrobienne des extraits bruts hydro-alcooliques (Pulpes:  $3,7 \pm 0,41$ mm, Noyau :  $6,2 \pm 0,12$ mm et datte entière :  $3,8 \pm 0,2$ mm) du fruit de *Phoenix dactylifera* est estimé en termes de diamètre de la zone d'inhibition autour de chaque disque contenant les extraits à tester vis-vis des Bactérie *Echerichia coli*, *Staphylocoque aureus*.

D'après nos résultats, nous notons que l'extrait brut des noyaux de datte (N) est le plus efficace contre les deux souches bactériennes testées *Echerichia coli* et *Staphylococcus aureus* avec un diamètre d'inhibition respectifs de  $66,2 \pm 0,12$  et de  $5,8 \pm 0,48$ mm comparativement à l'extrait brut des dattes entières (P+N) qui enregistré qui a un faible diamètre d'inhibition ( $3,8 \pm 0,2$  ;  $4,8 \pm 0,27$ mm) ainsi que pour l'extrait de pulpe de datte (p) ( $3,7 \pm 0,41$  ;  $3 \pm 0,85$  mm) vis-à-vis d'*Echerichia coli* et *Staphylococcus aureus* respectivement.



**Figure 46:** Diamètre d'inhibition des extraits bruts hydro-méthanoliques des noyaux, des pulpes et des dattes entières de *Phoenix dactylifera*. vis-à-vis de deux souches bactériennes *Staphylococcus aureus* et *Echerichia coli*

Selon **Bouhali et al. (2016)**, sur sept cultivars des extraits marocains de dattes, rapporte que les diamètres d'inhibition de la croissance des souches bactérienne *Echerichia coli* varient de  $14,66 \pm 0,44$  cm **SAIEH et OTAIBI (2013)**, signalent que le diamètre d'inhibition de la croissance de sept souches bactérie pathogène varie entre  $8,5 \pm 0,5$ mm et  $37,5 \pm 0,5$ mm pour l'extrait de dattes d'Arabie Saoudite (khulas, Sheshi et Rezaz).

Ainsi, **Ayachi et al. (2009)** ont démontré que les extraits méthanolique de trois variétés des dattes Algérienne (Deglet-Nour, Ghars et Mech-Degla) possèdent un effet antibactérien modéré contre *Echerichia coli* avec des diamètres et des zones d'inhibition de 8,5 et 9,5 mm respectivement.

D'après les résultats de **Haroun et Khesrani** remarque que les 5 variétés ont montré une zone d'inhibition variant entre 1 cm (extraits de la variété Tamzwert N'tlet : épicrape) et 1,3 cm et pour l'effet d'inhibition sur *S.aureus*

Notre résultats le diamètre du effet de pulpes sur *Echerichia coli* et *Styaphylococcus aureus* sont 0,3 cm loin des résultats de **Shafi Bhat et al. (Daihan, 2012)** qui sont indiqué un diamètre de 1,2 cm contre *Staphlococcus aures* et 11 cm pour *Echerichia coli*.

## CONCLUSION ET PERSPECTIVES

A la lumière de nos résultats, nous pouvons conclure que les extraits bruts hydro-méthanoliques de la pulpe, du noyau et de la datte entière du fruit *Phoenix dactylifera* représentent une très bonne source d'antioxydants et expriment un effet antifongique vis à vis de *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* ainsi qu'un potentiel antibactérien efficace contre *Staphylococcus aureus* et *Echerichia coli*.

Ceci est confirmé par les résultats obtenus par l'évaluation des différentes activités antioxydantes ; à savoir le piégeage du radical libre DPPH ; le piégeage du cation radical ABTS; le pouvoir réducteur (FRAP) et l'activité de réduction par la formation du complexe Fe<sup>+2</sup> -phenanthroline. Cette activité antioxydante est probablement liée à la richesse des deux espèces en métabolites secondaires notamment en polyphénols et en flavonoïdes. Il est à noter que l'extrait des noyaux de dattes enregistre le potentiel inhibiteur anti radicaux libres DPPH et à l'ABTS le plus intéressant.

D'après les résultats relatifs à l'activité antifongique des trois extraits hydro-alcooliques des différentes parties de *Phoenix dactylifera* (noyaux, pulpes et dattes entières), nous remarquons que l'extrait brut des noyaux de dattes (N) a un effet inhibiteur intéressant contre le champignon *Fusarium oxysporum*, supérieur à l'extrait de pulpes de dattes (P), mais qui est proche du pouvoir antifongique de l'extrait de datte entière (P+N). Il faut signaler que l'extrait de la pulpe de datte (P) ne présente aucun effet inhibiteur vis-à-vis de la souche fongique *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*.

Par ailleurs, pour l'activité antibactérienne, nous notons aussi que l'extrait brut des noyaux de datte (N) est le plus efficace contre les deux souches bactériennes testées avec un diamètre d'inhibition supérieur comparativement aux extraits bruts des dattes entières (P+N) et de la pulpe de datte (p) qui enregistrent un faible diamètre d'inhibition vis-à-vis d'*Echerichia coli* et *Staphylococcus aureus* respectivement.

La datte est un produit purement biologique gorgé de molécules bioactives d'intérêt dont on doit les exploiter, les préserver, les cultiver et investir dans ce patrimoine afin de bénéficier de cette richesse.

A l'avenir, nous nous projetons de :

- Déterminer de nouvelles substances bioactives naturelles qui pourront répondre aux différents problèmes de la santé et d'être une alternative aux médicaments synthétiques.
- Evaluer les activités biologiques *in vivo* de cette datte sèche *Phoenix dactylifera* variété « Hchef » sur des animaux modèles après avoir isoler et purifier les substances responsables des activités biologiques étudiées,
- La validation de nos résultats *in vitro* par des tests spécifiques, et la réalisation de d'autres activités biologiques telles que les activités : anti-inflammatoire, antidiabétique, antialzheimer, antivirales, analgésiques et anti-carcinogènes.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Ahmed J., Aljasass F., Siddiq M. *Composition et nutrition des dattes*. John Wiley & Sons, Ltd. ; Hoboken, NJ, États-Unis : 2014. p. 261 à 284. [[Google Scholar](#)]
2. Amadou, I. *Fruits de dattes : composition nutritionnelle des dattes (Balancées aegyptiaca de l'île et Phoenix dactylifera L.) dans la composition nutritionnelle des cultivars de faits* ; Elsevier: Amsterdam, Pays-Bas, 2016; p 215 à 233 [[Google scholar](#)]
3. Alawan T.A., AlJassas F., Siddiq M. *Composition et nutrition des dattes*. John Wiley & Sons, Ltd ; Honorent, N, États-Unis ; 2014. p. 261 à 284. [[Google Scholar](#)]
4. Assurer, E.A.R. *composition nutritionnelle du fruit de 10 palmiers dattier (Phoenix dactylifera L.) Cultivars cultivés en Arabie Saoudite*. J. Taibah Univ, sci, 2015, 9, 75 à 79 [[Google scholar](#)][[Référence croisée](#)]
5. Aamir J, Kumari A, Khan MN, Medam SK. *Évaluation de l'effet antimicrobien combiné de l'extrait méthanolique des graines d'annona squamosa et de phoenix dactylifera sur des souches microbiennes standard*. *Int Res J Biol Sci*. 2013; 2 :68-73. [[Google Scholar](#)]
6. Abdu SB. *Le rôle protecteur de l'Ajwa datte contre l'hépatotoxicité induite par l'Ochratoxine A*. *Egypt J Nat Tox*. 2011; 8 ; 1-15. [[Google scholar](#)]
7. Abbès F, Bouaziz MA, Blecker C, Masmoudi M, Attia H, Besbes S. *Sirop de datte : effet des enzymes hydrolytiques (pectinase/cellulase) sur les caractéristiques physico-chimiques, les propriétés sensorielles et fonctionnelles*. *LWT Food Sci Technol*. 2011; 44(8) :1827 à 1834. DOI : 10.1016/j.lwt.2011.03.020. [[Réf. croisée](#)][[Google Scholar](#)]
8. Abdel-Maksoud B.S., El-Waseif M.A., Fahmy H.M., Abd-Elazim E.I., Shaaban H.A. *Étude de l'effet de l'ajout de poudre de graines de dattes sur les critères de qualité et les propriétés antioxydantes des boulettes de viande de bœuf*. *Égypte. J. Chem*. 2022; 65 :627 à 640. DOI : 10.21608/ejchem.2022.117742.5307. [[Réf. croisée](#)][[Google Scholar](#)]
9. Abdelrahman H.A., Ahmed A.M., Rana M.O. *Exploitation de l'extrait de déchets de dattes égyptiennes comme conservateur pour améliorer la qualité et la sécurité des poulets réfrigérés*. *Nourriture Res*. 2022; 6 :277 à 285. DOI : 10.26656/FR.2017.6(2).433. [[Réf.croisée](#)][[Google Scholar](#)]
10. Abdu SB. *Le rôle protecteur de l'Ajwa date contre l'hépatotoxicité induite par l'Ochratoxine A*. *Egypt J Nat Tox*. 2011; 8 :1-15. [[Google Scholar](#)]
11. Alalwan T.A., Mandeel Q.A., Al-Sarhani L. *Aliments et boissons traditionnels à base de plantes à Bahreïn*. *J. Ethn. Aliments*. 2017 ; 4 :274 à 283. DOI : 10.1016/j.jef.2017.10.003. [[Réf.croisée](#)][[Google Scholar](#)]
12. Alalwan T.A., Perna S., Mandeel Q.A., Abdulhadi A., Alsayyad A.S., D'Antona G., Negro M., Riva A., Petrangolini G., Allegrini P., et al. *Effets de la consommation quotidienne de dattes à faible dose sur le contrôle glycémique, le profil lipidique et la qualité de vie chez les adultes atteints de pré et de type 2 diabète : un essai contrôlé randomisé*. *Nutriments*. 2020; 12 :217. DOI : 10.3390/nu12010217. [[Article gratuit PMC](#)][[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
13. Al-Eid SM, Barber AR, Rettke M, Leo A, Alsenaien WA, Sallam AA. *Utilisation d'emballages sous atmosphère modifiée pour prolonger la durée de conservation des dattes fraîches Khalas*. *Int J Food Sci Technol*. 2012; 47(7) :1518 à 1525. DOI : 10.1111/j.1365-2621.2012.03000.x. [[Réf.croisée](#)][[Google Scholar](#)]

14. Al-Farsi M, Alasalvar C, Al-Abid M, Al-Shoaily K, Al-Amry M, Al-Rawahy F. Caractéristiques compositionnelles et fonctionnelles des dattes, des sirops et de leurs sous-produits. *Chimie alimentaire*. 2007; 104(3) :943 à 947. DOI : 10.1016/j.foodchem.2006.12.051. [[Réf.croisée](#)][[Google Scholar](#)]
15. Al-Farsi M, Alasalvar C, Morris A, Baron M, Shahidi F. Comparaison de l'activité antioxydante, des anthocyanes, des caroténoïdes et des composés phénoliques de trois variétés indigènes de dattes fraîches et séchées au soleil (*Phoenix dactylifera* L.) cultivées à Oman. *J Agric Food Chem*. 2005; 53 :7592 à 7599. [[PubMed](#)][[Google Scholar](#)]
16. Al-Harrasi, A. ; Rehman, N.U. ; Hussain, J. ; Khan, A.L. ; Al-Rawahi, A. ; Gilani, S.A. ; Al-Broumi, M. ; Ali, L. Évaluation nutritionnelle et l'analyse antioxydante de 22 palmiers dattiers (*Phoenix dactylifera*) cultivant dans le Sultanat d'Oman. *Pac. asiatique J. Trop. Med*. 2014,7, S591 à S598. [[Réf. croisée](#)] [[PubMed](#)]
17. Al-Hooti SN, Sidhu JS, Al-Saqer JM, Al-Othman A. Composition chimique et qualité du sirop de datte affectées par le traitement enzymatique pectinase/cellulase. *Chimie alimentaire*. 2002; 79(2) :215 à 220. doi : 10.1016/S0308-8146(02)00134-6. [[Réf. croisée](#)][[GoogleScholar](#)]
18. Aljutaily, T. ; Barakat, H. ; Moustafa, M.M. ; Rehan, M. L'incorporation de la datte Sukkari dans le lait de chamelle fermenté enrichi en probiotiques améliore les caractéristiques nutritionnelles, physicochimiques et org
19. Al-Kahtani HA, Abu-Tarboush HM, Al-Dryhim YN, Ahmed MA, Bajaber AS, Adam E-SE, ElMojaddidi MA. Irradiation des dattes : désinfestation des insectes, évaluations microbiennes et chimiques, et utilisation de la technique de thermoluminescence. *Radiat Phys Chem*. 1998; 53(2) :181 à 187. doi : 10.1016/S0969-806X(98)00004-8. [[Réf. croisée](#)][[GoogleScholar](#)]
20. Al-Kuran O, Al-Mehaisen L, Bawadi H, Beitawi S, Amarin Z. L'effet de la consommation tardive de fruits de dattes sur le travail et l'accouchement. *J Obstet Gynaecol*. 2011; 31 :2931. [[PubMed](#)][[Google Scholar](#)]
21. Allaith AA, Ahmed SH, Jafer F. Effet de différents traitements thermiques et de la congélation sur les constituants antioxydants et l'activité de deux cultivars de dattes bahreïnies (*Phoenix dactylifera* L.) *Int J Food Sci Technol*. 2012; 47(4) :783 à 792. DOI : 10.1111/J.13652621.2011.02908.x. [[Réf. croisée](#)][[Google Scholar](#)]
22. Al-Qarawi AA, Abdel-Rahman H, Mousa HM, Ali BH, El-Mougy SA. Action néphroprotectrice de *Phoenix dactylifera*. dans la néphrotoxicité induite par la gentamicine. *Pharm Biol*. 2008; 4 :227 à 230. [[Google Scholar](#)]
23. Al-Shahib W, Marshall RJ. Le fruit du palmier dattier : son utilisation possible comme meilleur aliment pour l'avenir. *Int J Food Sci Nutr*. 2003; 54 :247 à 259. [[PubMed](#)][[Google Scholar](#)]
24. Al-Yahyai R, Al-Kharusi L. Attributs de qualité physique et chimique des dattes congelées. *Int J Agric Biol*. 2012; 14(1) :97 à 100. [[Google Scholar](#)]
25. Amadou, I. Fruits de dattes : composition nutritionnelle des dattes (*Balanites aegyptiaca delile* et *Phoenix dactylifera* L.). dans la composition nutritionnelle des cultivars de fruits ; Elsevier : Amsterdam, Pays-Bas, 2016 ; p. 215 à 233. [[Google Scholar](#)]
26. Ammar NM, Lamia T, Abou E, Nabil HS, Lalita MC, Tom JM. Constituants flavonoïdes et activité antimicrobienne des graines de datte (*Phoenix dactylifera* L.) poussant en Égypte. Dans : Actes de la 4ème conférence sur la recherche et le développement des industries pharmaceutiques (Défis actuels) *Med Arom Pl Sci Biotech*. 2009; 3 :1-5. [[Google Scholar](#)]



27. Ashraf Z, Hamidi-Esfahani Z. Traitement des dates et des dates : une revue. *Alimentation Rev Int.* 2011; 27(2) :101 à 133. DOI : 10.1080/87559129.2010.535231. [[Réf. croisée](#)][[GoogleScholar](#)]
28. Assirey, E.A.R. Composition nutritionnelle du fruit de 10 palmiers dattiers (*Phoenix dactylifera* L.) Cultivars cultivés en Arabie Saoudite. *J. Taibah Univ. Sci.* 2015, 9, 75 à 79. [[Google Scholar](#)][[Référence croisée](#)]
29. Ayad, AA ; Williams, L.L. ; Gad El-Rab, D.A. ; Ayivi, R. ; Colleran, H.L. ; Aljaloud, S. ; Ibrahim, S.A. Un examen de la composition chimique, des avantages nutritionnels et sanitaires des dattes pour leur utilisation potentielle dans les barres de nutrition énergétique pour les athlètes. *Cogent Food Agric.* 2020, 6, 1809309. [[Google Scholar](#)] [[Référence croisée](#)]
30. Azelmat K, ElGarrouj D, Mouhib M, Sayah F. Irradiation des dattes 'Boufeggous' : effets sur la composition chimique pendant le stockage. *Biol Technol post-récolte.* 2006; 39(2) :217 à 222. DOI : 10.1016/j.postharvbio.2005.10.008. [[Réf. croisée](#)][[Google Scholar](#)]
31. Bacar, E, et Meskine, H. (2014). Contribution à l'étude de l'activité antibactérienne de l'ail (*Allium sativum* L.). Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master : Biologie moléculaire des procaryotes. Guelma: université 8 mai 1945 Guelma, p 40.
32. Bahmanpour S, Talaei T, Vojdani Z, Panjehshahin MR, Poostpasand A, Zareei S, Ghaemina M. Effet thérapeutique du pollen de *Phoenix dactylifera* sur les paramètres du sperme et le système reproducteur de rats mâles adultes. *Iran J Med Sci.* 2006; 31 :8-12. [[Google Scholar](#)]
33. Baker RA, Berry N, Hui YH, Barrett DM (2005) Conserves et confitures de fruits. Dans : Barrett DM, Somogyi L, Ramaswamy H (eds) *Traitement des fruits : science et technologie*, 2e éd. CRC PressINC, New York, pp 112-125 [Google Scholar](#)
34. Barreveld WH (1993) Produits à base de palmier dattier. *Bulletin du Service agricole de la FAO* n° 101. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome [Google Scholar](#)
35. BELGUEDJ M., 2002 – « Les ressources génétiques du palmier dattier : caractéristiques des cultivars de dattiers dans les palmeraies du Sud-Est algérien ». *Dossiers Documents Débats - N° 1 Inra Alger*
36. Belhabib. S., 1995 contribution à l'étude de quelques paramètres biologiques (croissance végétative et fructification ) chez deux cultivars (Deglet-Nour et Ghars) du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* dans la région de OuedRigh. Mémoire, Ing, Agro. Batna. page 54.
37. Benhamou N., Chet I. (1997). Cellular and molecular mechanisms involved in the interaction between *Trichoderma harzianum* and *Pythium ultimum*. *Appl. Environ. Microbiol.* 63, p. 2095–2099.
38. Bennet RD, Ko ST, Heftmann E. Isolement de l'æstrone et du cholestérol du palmier dattier *Phoenix dactylifera* . *Phytochem.* 1966; 5:231 à 235. [[Google Scholar](#)]
39. Besbes, S.; Blecker, C.; Deroanne, C.; Drira, N.E.; Attia, H. Date seeds: Chemical composition and characteristic profiles of the lipid fraction. *Food Chem.* 2004, 84, 577–584. [[Google Scholar](#)][[CrossRef](#)]
40. Bokhari NA, Perveen K. Potentiel d'inhibition in vitro des extraits de *Phoenix dactylifera* L. sur la croissance de champignons pathogènes. *J Medicin Plants Res.* 2012; 6 :1083 à 1088. [[GoogleScholar](#)]

41. Botton B., Bretton A., Fever M., Gautier S., Guy Ph., Larpent J.P., Reymond P., Sanglier J-J., Vayssier Y and Veau P. (1990). *Moisissures utiles et nuisibles, importance industrielle*, (edn) Masson, Paris.
42. Bouguedoura N, Bennaceur M, Babahani S, Benzouche SE. *Statut et perspectives du palmier dattier en Algérie* 2015 ; 4 : 125-168. Dans Al-Khayri JM, Jain SM, Jhson DV : *Ressources génétiques et utilisation du palmier dattier. Volume 1 : L'Afrique et les Amériques*. [Google Scholar]
43. Bouguedoura N, Bennaceur M, Benkhalifa A. *Le palmier dattier en Algérie Situation, contraintes et apports de la recherche. Actes du 3e Séminaire du réseau AUF-BIOVEG « Biotechnologie du palmier du palmier dattier » Montpellier, France. 2008.*
44. Bouzid, Dj. (2018). *Evaluation de l'activité biologique de l'huile essentielle d'une plante endémique Hélichrysum italicum (Roth) G. DON. Thèse : Microbiologie Appliquée. Sétif : université de Sétif-1, p35.*
45. Burt J (2005) *Cultiver des palmiers dattiers en Australie occidentale. Disponible : [http://www.agric.wa.gov.au/objtwr/imported\\_assets/content/hort/fn/cp/strawberries/f05599.pdf](http://www.agric.wa.gov.au/objtwr/imported_assets/content/hort/fn/cp/strawberries/f05599.pdf). 2 à 4 p. Consulté le 19 février 2012.*
46. Chao C. C. T., Krueger R. R. (2007). *Le palmier dattier (Phoenix dactylifera L.) : aperçu de la biologie, des utilisations et de la culture. Hortscience 42, 1077-1082.* [Google Scholar]
47. Diab KAS, Aboul-Ela EI. *Des études comparatives in vivo sur l'antigénotoxicité du palmier dattier (Phoenix Dactylifera L.) opposent l'extrait aux dommages à l'ADN induits par la N-nitroso-Nméthylurée chez la souris. Toxicol Int. 2012; 19:279 à 286.* [Article gratuit PMC][PubMed][Google Scholar]
48. Djaoud, K.; Boulekbache-Makhlouf, L.; Yahia, M.; Mansouri, H.; Mansouri, N.; Madani, K.; Romero, A. *Dairy dessert processing: Effect of sugar substitution by date syrup and powder on its quality characteristics. J. Food Process. Preserv. 2020, 44, e14414.* [Google Scholar][CrossRef]
49. Djerbi M., 1994 *Précis de phoéniculture* FAO .192 Page
50. Doumbouya M., Abo K., Lepengue AN., Camara B., Kanko K., Aidara D., Koné D. (2012), *Activités comparées in vitro de deux fongicides de synthèse et de deux huiles essentielles, sur des champignons telluriques des cultures maraîchères en Côte d'Ivoire. Journal of Applied Sciences (2012) 50, 3520-3532.*
51. Echegaray, N. ; Pateiro, M. ; Gullón, B. ; Amarowicz, R. ; Misihairabgwi, J.M. ; Lorenzo, J.M. *Les produits Phoenix dactylifera en santé humaine - Une revue. Tendances Food Sci. Technol. 2020, 105, 238 à 250.* [Google Scholar] [Référence croisée]
52. Eddine LS. *Propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et d'inhibition enzymatique liées au diabète de l'extrait de feuilles de variétés sélectionnées de Phoenix dactylifera L. Innovare J Life Sci. 2013; 1:14-18.* [Google Scholar]
53. Elberry AA, Mufti ST, Al-Maghrabi JA, Abdel-Sattar EA, Ashour OM, Ghareib SA, Mosli HA. *Activités anti-inflammatoires et antiprolifératives du pollen de palmier dattier (Phoenix dactylifera) sur l'hyperplasie prostatique atypique induite expérimentalement chez le rat. J Inflamm (Lond) 2011 ; 23 h 40.* [Article gratuit PMC][PubMed][Google Scholar]
54. El-Sharnouby GA, Al-Eid SM, Al-Otaibi MM. *Utilisation d'enzymes dans la production de sucre liquide à partir de dattes. Afr J Biochem Res. 2009; 31:41-47.* [Google Scholar]

55. Essa, R.Y.; Elsebaie, E.M. Effect of using date pits powder as a fat replacer and anti-oxidative agent on beef burger quality. *J. Food Dairy Sci. Mansoura Univ.* 2018, 56, 509–514. [[GoogleScholar](#)] [[CrossRef](#)]
56. Fadel MA, Kurmestegy L, Rashed M, Rashed Z. Propriétés de couleur des fruits de différents cultivars de dattes (*Phoenix dactylifera*, L.) *Int Comm Ingénieur Agricole* 2006; 8 :E05005. [[Google Scholar](#)]
57. Fahd Al juhaimi , kashif Ghafour, Mehmet Musa Özkan *Int J food Sc Nutr.* 2012 feb
58. Falade KO, Abbo ES. Caractéristiques de séchage à l'air et de réhydratation des fruits du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). *J Eng.* 2007; 79(2) :724 à 730. DOI : 10.1016/j.jfoodeng.2006.01.081. [[Réf. croisée](#)][[Google Scholar](#)]
59. Feldman, M 1976 *Taxonomie classification and names of wild, cull and moderne cultivated wheats*  
*Evolution of plant. Longman, London, p: 120-180*
60. Ghnimi, S. ; Umer, S. ; Karim, A. ; Kamal-Eldin, A. Fruit de la datte (*Phoenix dactylifera* L.) : Un aliment sous-utilisé à la recherche d'une valorisation industrielle. *NFS J.* 2017, 6, 1 à 10. [[GoogleScholar](#)] [[Réf. croisée](#)] [[Version verte](#)]
61. Haddouchi, F., H. A. Lazouni, et al. (2009). "Etude physicochimique et microbiologique de l'huile essentielle de *Thymus fontanesii* Boiss & Reut." *Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie* 5.
62. Hannachis S., KHITRI., Benkhalifa A., BRAC de la perriere R. A 1998 *Inventions variétal de la palmeraine Algérienne.* Ed. Anep, Rouïba. P : 12-13
63. Harkat, H.; Bousba, R.; Benincasa, C.; Atrouz, K.; Gültekin-Özğüven, M.; Altuntaş, Ü.; Demircan, E.; Zahran, H.A.; Özçelik, B. Assessment of biochemical composition and antioxidant properties of algerian date palm (*Phoenix dactylifera* L.) seed oil. *Plants* 2022, 11, 381. [[Google Scholar](#)][[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
64. Hasan, F.; Nazir, A.; Sobti, B.; Tariq, H.; Karim, R.; Al-Marzouqi, A.H.; Kamal-Eldin, A. Dehydration of date fruit (*Pheonix dactylifera* L.) for the production of natural sweet powder. *NFS J.* 2022, 27, 13–20. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
65. Hazzouri K. M., Flowers J. M., Visser H. J., Khierallah H. S., Rosas U., Pham G. M., et al. (2015). Le reséquencage du génome entier des palmiers dattiers donne un aperçu de la diversification d'une culture d'arbres fruitiers. *Nat. Commun.* 6:8824. 10.1038/ncomms9824 [[Article gratuit PMC](#)][[PubMed](#)] [[CrossRef](#)][[Google Scholar](#)]
66. Holdsworth SD. Optimiser la sécurité et la qualité des aliments emballés traités thermiquement. Dans : Richardson P, éditeur. *Améliorer le traitement thermique des aliments.* New York : CRC Press ; 2004. p. 3 à 31. [[Google Scholar](#)]
67. Hussain M.I., Farooq M., Syed Q.A. Caractéristiques nutritionnelles et biologiques du fruit du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) —Une revue. *Biosci alimentaire.* 2020; 34:100509. DOI : 10.1016/j.fbio.2019.100509. [[Réf. croisée](#)][[Google Scholar](#)]
68. Hussain, M.I. ; Farooq, M. ; Syed, Q.A. Caractéristiques nutritionnelles et biologiques du fruit du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) —Une revue. *Biosci alimentaire.* 2020, 34, 100509. [[Google Scholar](#)] [[Référence croisée](#)]
69. Hussein MM, Helmy WA, Salem HM. Activités biologiques de certains galactomannanes et de leurs dérivés sulfatés. *Phytochimie* 1998 ; 48(3):479-84

70. Ibrahim S.A., Ayad A.A., Williams L.L., Ayivi R.D., Gyawali R., Krastanov A., Aljaloud S.O. Fruit de la datte : un examen des composés chimiques et nutritionnels, des effets fonctionnels et de l'application alimentaire dans les barres nutritionnelles pour les athlètes. *Int. J. Food Sci.* 2021; 56:1503 à 1513. DOI : 10.1111/ijfs.14783. [[Réf. croisée](#)][[Google Scholar](#)]
71. Ishurd O, Sun C, Xiao P, Ashour A, Pan Y. Un bêta-D-glucane neutre provenant de dattes du palmier dattier, *Phoenix dactylifera* L. *Carbohydr Res.* 2002; 337:1325-1328. [[PubMed](#)][[Google Scholar](#)]
72. Jassim SAA, Naji MA. Évaluation in vitro de l'activité antivirale d'un extrait de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) sur un phage de *Pseudomonas* 2007. Complément à base d'evid *Alternat Med.* 2010; 7:57 à 62. [[Article gratuit PMC](#)][[PubMed](#)][[Google Scholar](#)]
73. Jay JM, Loessner MJ, Golden DA. *Microbiologie alimentaire moderne.* New York : Springer ; 2005. Radioprotection des aliments et nature de la résistance aux rayonnements microbiens ; p. 371 à 394. [[Google Scholar](#)]
74. Jay JM, Loessner MJ, Golden DA. *Microbiologie alimentaire moderne.* New York : Springer ; 2005. Radioprotection des aliments et nature de la résistance aux rayonnements microbiens ; p. 371 à 394. [[Google Scholar](#)]
75. Krueger, R.R. Palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) Biologie et utilisation. Dans *Le génome du palmier dattier* ; Al-Khayri, J.M., Jain, S.M., Johnson, D.V., éd. ; Springer Nature : Cham, Suisse, 2021 ; Tome 1, p. 3. [[Google Scholar](#)]
76. Kwaasi AA. Allergènes transmis par le palmier dattier et les tempêtes de sable. *Clin Exp Allergy* 2003; 33(4):419-26.
77. Labiod, R. (2016). Valorisation des huiles essentielles et des extraits de *Satureja calamintha nepeta* : activité antibactérienne, activité antioxydante et activité fongicide. Thèse de Doctorat : Biochimie appliquée. Annaba : Université Badji Mokhtar-Annaba, p48.
78. Lajnef, I.; Khemiri, S.; Ben Yahmed, N.; Chouaibi, M.; Smaali, I. Straightforward extraction of date palm syrup from *Phoenix dactylifera* L. byproducts: Application as sucrose substitute in sponge cake formulation. *J. Food Meas. Charact.* 2021, 15, 3942–3952. [[Google Schor](#)]
79. Lund D. Effets du traitement thermique sur les nutriments. Dans : Karmas E, Harris R, éditeurs. *Évaluation nutritionnelle de la transformation des aliments.* Pays-Bas : Springer ; 1988. p. 319 à 354. [[Google Schola](#)]
80. Majzoobi, M.; Karambakhsh, G.; Golmakani, M.T.; Mesbahi, G.R.; Farahnaky, A. Chemical composition and functional properties of date press cake, an agro-industrial waste. *J. Agric. Sci. Technol.* 2019, 21, 1807–1817. [[Google Scholar](#)]
81. Mard SA, Jalalvand K, Jafarinejad M, Balochi H, Naseri MKG. Évaluation des activités antidiabétiques et antilipémiques de l'extrait hydroalcoolique de feuilles de palmier *Phoenix dactylifera* et de ses fractions chez des rats diabétiques induits par l'alloxane. *Malais J Med Sci.* 2010; 17:4-13. [[Article gratuit PMC](#)][[PubMed](#)][[Google Scholar](#)]
82. Martín-Sánchez, A.M. Valorisation des coproduits de la datte (*Phoenix dactylifera* L.) Industrie : Caractérisation et application dans les produits alimentaires. Thèse de doctorat, Université Miguel Hernandez, Elche, Alicante, Espagne, 2014. [[Google Scholar](#)]
83. Masood MI, Qadir MI, Shirazi JH, Khan IU. Effets bénéfiques des bactéries lactiques sur l'être humain. *Crit Rev Microbiol.* 2011; 37:91-98. doi : 10.3109/1040841X.2010.536522. [[PubMed](#)][[Réf. croisée](#)] [[Google Sch](#)]



84. Michael HN, Salib JY, Eskander EF. Bioactivité des glycosides de diosmétine isolés de l'épicarpe des dattes, *Phoenix dactylifera*, sur le profil biochimique de rats mâles diabétiques alloxanes. *Phytother Res.* 2013; 27:699 à 704. [[PubMed](#)][[Google Scholar](#)]
85. Miller C.J., Dunn E.V., Hashim I.B. L'indice glycémique des dattes et des repas composés dattes/yaourts. Les dattes sont-elles « les bonbons qui poussent sur les arbres » ? *Eur. J. Clin. Nutr.* 2003 ; 57:427 à 430. DOI : 10.1038/sj.ejcn.1601565. [[PubMed](#)] [[Réf. croisée](#)][[Google Scholar](#)]
86. Mohamed DA, Al-Okbi S. Évaluation *in vitro* de l'activité antioxydante de différents extraits de fruits de *Phoenix dactylifera* L. en tant qu'aliments fonctionnels. *Dtsch Lebensm Rundsch.* 2005; 101:305 à 308. [[Google Scholar](#)]
87. Mrabet, A. ; Jiménez-Araujo, A. ; Guillén-Bejarano, R. ; Rodríguez-Arcos, R. ; Sindic, M. Graines de dattes : Une source prometteuse d'huile aux propriétés fonctionnelles. *Aliments* 2020, 9, 787. [[Google Scholar](#)] [[Référence croisée](#)]
88. Munier P., 1973 *Le palmier dattier* Ed Maison neuve et Larose 221 page
89. Nehdi IA, Sbihi HM, Tan CP, Rashid U, Al-Resayes SI. Composition chimique de l'huile de graines de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) de six cultivars saoudiens. *J Food Sci.* 2018; 83:624 à 630. DOI : 10.1111/1750-3841.14033. [[PubMed](#)] [[Réf. croisée](#)][[Google Scholar](#)]
90. Ould El Hadj M.D., Sbihi A.H et Siboukeur O (2001) qualité hygiéniquette caractéristique physico\_ chimique du vinaigreditionnel de de quelques varietes de datted de lzcuvette de Ouargla *Revue Energie Renouvelable production en valorisation\_ Biomasse.p* 87-92
91. Ponce A.G., Fritz R., del Valle C., et Roura S.I. (2003).Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard. *Lebensm.-Wiss.u.-Technol.*36, pp.679-684.
92. Ratti C. Air chaud et lyophilisation des aliments de grande valeur : une revue. *J Eng.* 2001; 49(4) :311 à 319. doi : 10.1016/S0260-8774(00)00228-4. [[Réf. croisée](#)][[Google Scholar](#)]
93. Saadi I, Namsi A, Mahamoud OB, Takrouni ML, Zouba A, et al. (2006) Premier rapport de « maladie des feuilles cassantes » du palmier dattier en Algérie. *Phytopathologie* 55 : 572572. [[Google Scholar](#)]
94. Sayas-Barberá, E.; Martín-Sánchez, A.M.; Cherif, S.; Ben-Abda, J.; Pérez-Álvarez, J.A. Effect of Date (*Phoenix dactylifera* L.) pits on the shelf life of beef burgers. *Foods* 2020, 9, 102. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[Green Version](#)]
95. Siddiq M., Greiby I. *Dates : science post-récolte, technologie de transformation et avantages pour la santé. Bibliothèque en ligne Wiley ; New York, NY, États-Unis : 2013. Aperçu de la production de dattes, de la manutention post-récolte, de la transformation et de la nutrition ; p. 1 à 28.* [[Google Scholar](#)]
96. Sidhu JS (2008) *Production et transformation des dattes. Dans : Hui YH (ed) Manuel des fruits et de la transformation des fruits. Blackwell, New York, pp 391-419*

97. Statista ,2012. <https://www.statista.com> > statistics
98. Suad NA-H, Jiwan SS. Aliments fonctionnels à partir de fruits de datte. Dans : Shi J, Ho C-T, Shahidi F, éditeurs. Aliments fonctionnels asiatiques. New York : CRC Press ; 2005. p. 491 à 524.
99. Suad NA-H, Jiwan SS. Aliments fonctionnels à partir de fruits de datte. Dans : Shi J, Ho C-T, Shahidi F, éditeurs. Aliments fonctionnels asiatiques. New York : CRC Press ; 2005. p. 491 à 524. [[Google Scholar](#)]
100. Tengberg M. Débuts et début de la culture des palmiers dattiers au Moyen-Orient. *J. Arid Environ.* 2012; 86:139 à 147. DOI : 10.1016/j.jaridenv.2011.11.022. [[Réf. croisée](#)][[Google Scholar](#)]
101. Vayalil P.K. Fruits de datte (*Phoenix dactylifera* Linn) : Un aliment médicinal émergent. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2012; 52:249 à 271. DOI : 10.1080/10408398.2010.499824. [[PubMed](#)] [[Réf. croisée](#)] [[Google](#)]
102. Zineb G, Boukouada M, Djeridane A, Saidi M, Yousfi M. Criblage de l'activité antioxydante et des composés phénoliques de divers fruits de palmier dattier (*Phoenix dactylifera*) d'Algérie Méditerranée. *Journal de la nutrition et du métabolisme.* 2012; 5:119 à 126. [[Google Scholar](#)]
103. Vayalil P.K. Fruits de datte (*Phoenix dactylifera* Linn) : Un aliment médicinal émergent. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2012; 52:249 à 271. DOI : 10.1080/10408398.2010.499824. [[PubMed](#)] [[Réf. croisée](#)][[Google Scholar](#)]
104. Yubin L, Ajit M (2007) Manipulation post-récolte des céréales et des légumineuses. Dans : Rahman MS (ed) Manuel de conservation des aliments, deuxième édition. Science et technologie alimentaires. CRC Press, New York, pp 73-135. doi :10.1201/9781420017373.ch4
105. Zaid, A. ; de Wet., P.F. Description botanique et systématique du palmier dattier. dans la culture du palmier dattier ; Zaid, A., Arias-Jiménez, E.J., éd. ; FAO Production et protection des végétaux : Rome, Italie, 2002 ; Chapitre 1 ; p. 156. [[Google Scholar](#)]
106. Zhang CR, Aldosari SA, Vidyasagar PS, Nair KM, Nair MG. *J Agric Food Chem.* 2013; 61:5834 à 5840. [[PubMed](#)][[Google Scholar](#)]

Année universitaire : 2023-2024

Présenté par : Kouadri Aya

## Activité antifongique antibactérienne et anti-oxydante du fruit *Phoenix dactylifera* L.

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Biochimie

### Résumé

Le fruit du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L) est le pivot de l'agriculture oasienne, il représente pour les populations sahariennes un fruit providentiel doté d'une charge culturelle, nutritionnelle et santé sans équivalent. L'étude réalisée sur les extraits bruts hydro-méthanoliques de la pulpe, du noyau et de la datte entière du fruit *Phoenix dactylifera* révèle une très bonne source d'antioxydants et exprime un effet antifongique *vis-à-vis* de *Fusarium oxysporum* ainsi qu'un potentiel antibactérien efficace contre *Staphylococcus aureus* et *Echerichia coli*.

L'évaluation de activités antioxydante (à savoir le piégeage du radical libre DPPH ; le piégeage du cation radical ABTS; le pouvoir réducteur FRAP et l'activité de réduction par la formation du complexe Fe<sup>+2</sup> - phénanthroline) confirme la richesse en métabolites secondaires notamment pour les noyaux de dattes.

Par ailleurs, l'extrait brut des noyaux de dattes (N) présente un effet inhibiteur intéressant contre le champignon *Fusarium oxysporum*, mais qui est proche pouvoir antifongique de l'extrait de datte entière (P+N). Il faut signaler que l'extrait de la pulpe de datte (P) ne présente aucun effet inhibiteur *vis-à-vis* de la souche fongique testée. En outre, l'activité antibactérienne de l'extrait brut des noyaux de datte (N) est le plus efficace contre les deux souches bactériennes testées avec un diamètre d'inhibition supérieur comparativement aux extraits bruts des dattes entières (P+N) et de la pulpe de datte (P) qui enregistrent un faible diamètre d'inhibition *vis-à-vis* d'*Echerichia coli* et *Staphylococcus aureus* respectivement.

## Abstract

The fruit of the date palm (*Phoenix dactylifera* L) is the pivot of oasis agriculture, it represents for the Saharan populations a providential fruit with an unparalleled cultural, nutritional and health impact. The study carried out on the crude hydro-methanolic extracts of the pulp, the stone and the whole date of the *Phoenix dactylifera* fruit reveals a very good source of antioxidants and expresses an antifungal effect against *Fusarium oxysporum* as well as effective antibacterial potential against *Staphylococcus aureus* and *Echerichia coli*.

The evaluation of antioxidant activities (namely the trapping of the free radical DPPH; the trapping of the radical cation ABTS; the reducing power FRAP and the reduction activity by the formation of the Fe<sup>2+</sup> - phenanthroline complex) confirms the richness in secondary metabolites especially for date stones.

Furthermore, the crude extract of date stones (N) presents an interesting inhibitory effect against the fungus *Fusarium oxysporum*, but which is close to the antifungal power of the whole date extract (P+N). It should be noted that the date pulp extract (P) does not have any inhibitory effect against the fungal strain tested. In addition, the antibacterial activity of the crude extract of date stones (N) is the most effective against the two bacterial strains tested with a greater inhibition diameter compared to the crude extracts of whole dates (P+N) and date pulp (P) which recorded a low diameter of inhibition against *Echerichia coli* and *Staphylococcus aureus* respectively.

**Mots-clefs :** *Phoenix dactylifera* L, Antioxydants, Antifongique, Antibactérien.

**Laboratoires de recherche :** Pharmacologie Toxicologie (LURPHATOX) et Centre de recherche CRBt

**Président du jury :** MOSSRANE Y.      **Maitre de conférences «B»** U. Constantine1 Frères Mentouri

**Encadrant :**            DJAALAB I.            **Maitre de conférences «A»** U. Constantine1 Frères Mentouri

**Examineur(s) :** OULBANI R.            **Maitre de conférences «B»** U. Constantine1 Frères Mentouri



## المخلص

تعتبر ثمرة النخيل (**Phoenix dactylifera L**) محور زراعة الواحات، فهي تمثل بالنسبة لسكان الصحراء ثمرة العناية الالهية ذات الاثر الثقافي والغدائي والصحي الذي لامثيل له .

كشفت الدراسة التي أجريت على المستخلصات الهيدروميثانية الخام من اللب والنواة و التمر الكامل لفاكهة **Phoenix dactylifera** عن مصدر جيدا جدا لمضادات الأكسدة و تعبر عن تأثير مضاد للفطريات ضد **Fusarium oxysporum** بالإضافة إلى إمكانات مضادة للجراثيم فعالة ضد المكورات العنقودية الذهبية و الإشريكية القولونية.

يؤكد تقييم أنشطة مضادة الأكسدة (أي محاصرة الجذور الحرة **DPPH**؛ محاصرة الكاتيون الجذري **ABTS**؛ قدرة الإختزال **FRAP** و نشاط الإختزال من خلال تكوين مركب **Fe+2** فينانثرولين) على ثراء مستقبلات ثانوية علاوة على ذلك ، فإن المستخلص الخام لنوى التمر (**N**) يقدم تأثيرا مثبتا مثيرا للإهتمام ضد فطر **Fusarium oxysporum**، ولكنه قريب من القوة المضادة للفطريات لمستخلص التمر (**P+N**) و تجدر الإشارة إلى أن مستخلص لب التمر (**P**) ليس له أي تأثير مثبت ضد السلالة الفطرية التي تم إختبارها ، بالإضافة إلى ذلك، فإن النشاط المضاد للبكتيريا للمستخلص الخام لنوى التمر (**N**) هو الأكثر فعالية ضد السلالتين البكتيريتين اللتين تم إختبارهما بفطر تثبيط أكبر مقارنة بالمستخلص الخام للتمر الكامل (**P+N**) و لب التمر (**P**) والتي سجلت فطر تثبيط منخفض ضد الإشريكية القولونية و المكورات العنقودية الذهبية على التوالي.

