

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique



UNIVERSITE AHMED DRAIA ADRAR-جامعة أحمد دراية-آدرار

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département des Sciences de la Matière

Mémoire de fin d'étude, en vue de l'obtention du diplôme de Master en

Chimie

Option : Chimie de l'Environnement

Thème

Teneurs et Activité Biologique des Polyphénols Extraction des Graines de
Quatre Cultivars de P Dactylifera Var : (H'mira, Takerbouchet, Tinaceur,
et Tegazza)

Présenté Par :

Mlle. Khadîdja Djaafri

Et

Mlle. Halima Kina

Devant le jury composé de:

Mr. DAHOU Mohamed El amine

Président

MCA

Université Ahmed Draïa-Adrar

Mme. Rahmouni Mostafa

Examineur

MAA

Université Ahmed Draïa-Adrar

Mr. FANDOUGOUMA Omar

Promoteur

MCB

Université Ahmed Draïa-Adrar

Année Universitaire 2022/2023

Remerciements

*J*ous d'abord, mes remerciements les plus sincères et les plus chaleureux s'adressent à *Al-Fadel* tout puissant qui nous a permis d'être ce que nous sommes aujourd'hui, et nous a

donné le courage et la santé pour achevé ce travail.

Nous remercions le professeur Al-Fadel d'avoir supervisé ces travaux.

Mr : Fandougouma Omar

Nous remercions les panélistes de leurs efforts pour corriger ce travail.

Je remercie également tous les professeurs du Département des Sciences des Matériaux de leur nom et de leur lieu.

Nous tenons également à exprimer notre gratitude à nos familles pour leur aide et leur soutien.

Encouragez-nous à terminer nos études. Nous ne pourrions jamais les remercier.

Merci pour leur grand soutien.

Enfin, nous remercions tous ceux avec qui nous avons partagé de bons moments.

Dédicace

J'ai demandé de l'aide à dieu tout-puissant en raison de mon incapacité, alors il m'a aidé et je lui ai confié ce qu'il avait reçu : à mes chers parents, que dieu les protège, et à tous les membres de la famille. Et à ceux qui ont parcouru le chemin de la connaissance cherchant à répandre la connaissance et l'espoir pour moi la satisfaction et la récompense du seigneur de l'humanité. À chacun d'eux, je dédie le fruit de mon travail.

Khadija Dj

Dédicace

Je dédie cet humble travail : à l'âme de mon cher père

*À cette grande personne qui a toujours souhaité que ses yeux
soient heureux de me voir un jour comme celui-ci À celle qui était
couverte de poussière avant que son souhait ne soit exaucé À ma
mère, que Dieu ait pitié d'elle*

*Je leur dédie mon diplôme et ma réussite, qui sont absents de
corps, pas d'esprit.*

*À mes frères qui ont eu un grand impact sur de nombreux
obstacles et difficultés. À mes sœurs qui m'ont mis au monde ces
jours-ci, mes amis, mes collègues.*

À tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin..... Merci à tous

Hasima K

Résumé

Il existe une grande et très importante biodiversité de palmiers dattiers (*Phoenix dactylifera* L) chez Adrar, estimée à plus de 2000 espèces. Mais tous ces éléments ne sont pas scientifiquement considérés., et notre recherche se concentre sur la détermination du contenu et de l'activité biologique du noyau de ces dates en mesurant les polyphénols flavonoïdes et l'activité d'oxydation DPPH pour les graines de quatre variétés de dates les plus couramment trouvées dans les oasis d' Adrar, H'mira , Takerbouchet ,Tinaceur , Tegazza, puis extraction des polyphénols par Soxhlet dans un solvant méthanol avec de l'eau et polyphénols généraux sont déterminés par folin-ciocolateu et aussi la valeur des flavonoïdes par chlorure d'aluminium, les valeurs de la teneur générale en polyphénols sont : $17,311 \pm 0,644$; $51,287 \pm 8,173$; $61,829 \pm 1,493$; $125,183 \pm 3,735$ mg équivalent d'acide galique par g de substance sèche pour les éléments suivants : H'mira, Takerbouchet, Tinaceur, Tegazza respectivement. Les valeurs des flavonoïdes sont : $72 \pm 13,333$; $202 \pm 8,819$; $510,889 \pm 8,388$; $442 \pm 26,458$ mg équivalent à la quercétine par g de substance sèche pour les variétés suivantes : H'mira, Takerbouchet, Tinaceur, Tegazza Respective.

En plus des valeurs de l'activité d'oxydation DPPH sont : $2,371 \pm 0,168$; $3,267 \pm 0,114$; $0,823 \pm 0,188$; $0,0005 \pm 0,0012$ ml/mg.

Pour les variétés consécutives suivantes : H'mira, Takerbouchet, Tinaceur, Tegazza.

Mots-clés : graines des dattes, polyphénols, flavonoïdes, DPPH.

Abstract

There is a large and very important biodiversity of date palms (*Phoenix dactylifera* L) in Adrar, estimated at more than 2000 species. But all these elements are not scientifically considered., and our research focuses on determining the content and biological activity of the nucleus of these dates by measuring flavonoid polyphenols and DPPH oxidation activity for the seeds of four date varieties most commonly found in Adrar oasis, H'mira, Takerbouchet, Tinaceur and Tegazza, then extraction of polyphenols by Soxhlet in a methanol solvent with water and general polyphenols are determined by folin-ciocalteu method, and also the value of flavonoids by chloride aluminum, The general polyphenols content values are : 17,311±0.644; 51.287±8.173; 61,829±1,493 ;125,183±3,735 mg GAE/g DM for H'mira, Takerbouchet, Tinaceur and Tegazza respectively. The flavonoids values are :72±13,333; 202±8,819; 510,889±8,388; 442±26,458 mg EQ/g DM for the following varieties: H'mira, Takerbouchet, Tinaceur and Tegazza respectively.

In addition, the DPPH oxidation activity value are: 2,371±0,168; 3,267±0,114; 0,823±0,188 ;0.0005±0.0012 ml/mg for the following consecutive varieties: H'mira, Takerbouchet, Tinaceur, Tegazza.

Keywords: date seeds, polyphenols, flavonoïdes, DPPH

الملخص :

هناك تنوع بيولوجي كبير ومهم للغاية لنخيل التمر (*Phoenix dactylifera L*) في ادرار يقدر بأكثر من 2000 نوعا. ولكن كل هذه العناصر غير مدروسة علميا ، ويركز بحثنا على تحديد المحتويات والنشاط البيولوجي لنواة هذه التمور من خلال قياس البوليفينولات، الفلافونويدات ونشاط الاكسدة DPPH لبذور اربعة اصناف من التمور الاكثر شيوعا في واحات ادرار ، لحميرة، تقربوش، تناصر، تقاز. ثم استخلاص البوليفينول عن طريق جهاز سكسوليت في مذيب ميثانول مع الماء وتم اجراء تحديد قيمة البوليفينولات العامة بطريقة folin-ciocalteu وكذلك قيمة المركبات الفلافونويدات بواسطة كلوريد الالمنيوم، قيم محتوى البوليفينولات العامة هي :

3,735±125,183; 1,493±61,829; 8.173±51.287; 0.644±17,311
الجافة للأصناف التالية: لحميرة، تقربوش، تناصر، تقازا على التوالي. اما قيم الفلافونويدات هي :

26,458±442; 8,388±510,889 ; 8,819±202 ; 13,333±72
للأصناف التالية : لحميرة، تقربوش ، تناصر، تقازا على التوالي

وكذا قيم نشاط الاكسدة DPPH هي :

0.0012±0.0005 ; 0,188±0,823 ; 0,114±3,267 ; 0,168±2,371
تقربوش، تناصر، تقازا .

الكلمات المفتاحية : نواة التمر، بوليفينول ، فلافونويد DPPH . .

Tables des matières

Remerciements

Dédicace

Résumé

Tables des matières

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction..... 1

Parti Bibliographique

Chapitre I : Les palmiers dattes

I.1-Généralité..... 2

 I.2-Distribution géographique et production mondiale des palmiers dattiers..... 2

 I.2.1-Dans le monde..... 2

 1.2.2-En Algérie..... 6

I.3- Description systématiques botanique..... 8

 I.3.1.description systématique..... 8

 I.3.2.description botanique..... 8

 I.3.2.1.Le système racinaire..... 9

 I.3.2.2.L'appareil végétatif..... 10

 a)Le stipe..... 10

 b)les palmes..... 10

 I.3.2.3.Les organes floraux..... 11

I.4-Reproduction du palmier dattier..... 11

 I.4.1-La multiplication sexuée (par semis)..... 11

 I.4.2- La multiplication asexuée..... 11

 I.4.3-Multiplication in vitro..... 12

I.5-Ecologie du palmier dattier..... 12

 I.5.1.Températures..... 12

 I.5.2.Lumières..... 13

TABLES DES MATIERES

I.5.3.Humidité.....	13
I.5.4.Vent.....	13
I.6.Différentes utilisations du palmier dattier.....	13
I.7.Composition chimique des dattes et Noyaux du palmier dattier.....	14
I.7.1.composition chimique des dates.....	14
I.7.2.Composition chimique du noyau de datte	14
Chapitre II : Les polyphenols	
II.1 Généralités.....	17
II.2 Structure des polyphenols.....	17
II.3 Classification des composés phénoliques.....	18
II.3.1. Flavonoïde.....	20
II.3.2. Acides Phénoliques et Phénols simples.....	23
II.3.2.1. Acides Phénoliques	23
II.3.2.2. Phénols simples.....	24
II.3.2.3. Coumarines.....	24
II.3.2.4.Quinones.....	24
II.3.2.5.Stibines.....	24
II.3.2.6.Lignines.....	25
II.4. Importance et utilisation des polyphenols.....	25
Partie Expérimentale	
Chapitre III : Matériels et Méthodes	
III.1.Produits chimiques utilisés.....	28
III.2. Matériel et appareils utilisés.....	28
III.3.Échantillonnage.....	28
III.4.Caractéristiques morphologiques.....	30
III.5.Préparations des noyaux de dattes.....	30
III.6.Extraction Le polyphenols.....	31
III.7.teneur en polyphenols totaux.....	31
III.8.Teneur en flavonoïdes totaux.....	32
III.9.Activité antioxydant.....	33

TABLES DES MATIERES

Chapitre IV : Résultats et discussion

IV.1Caracteristiques morphologiques.....	36
IV.2 Rendements d'extraction.....	36
IV.3.Teneurs en polyphenols totaux.....	37
IV.4 Teneur en flavonoïdes totaux.....	39
IV.3. Capacités antioxydants des extraits de noyaux de dattes.....	40
Conclusion.....	45
Annexes.....	46
Références bibliographiques.....	47

ABEVIATIONS

Abréviations

% : pourcentage

AG: Acide Gallique

AlCl₃ : Chlorure d'aluminium

AlCl₃ : Trichlorure d'Aluminium

DPPH : 1,1-diphényl-2-picrylhydrazyle.

FC :Folin–Ciocalteu

Hm : H'mira

IC₅₀ (CI₅₀) : concentration inhibitrice à 50 %

MeOH : Methanol .

Mg EAG/g MS: milligramme d'équivalents de l'acide gallique par gramme de matière sèche.

mg EQ/ g MS: milligramme d'équivalents de quercétine par gramme de matière sèche..

Na₂ CO₃: Carbonate de Sodium

NaNO₂ : Nitrite de Sodium

NaOH : Hydroxyde de Sodium

Q : quercétine

TFT: Teneur en flavonoïdes totaux

Tg : Tegazza

Tk : Takerbouchet

Tn: Tinacer

TPT: Teneurs en polyphenols totaux

Liste des tableaux

Tableau 1 : Air de culture des principales variétés Algérie.	7
Tableau 2 : Composition chimique du noyau de dattes.	14
Tableau 3 : classification des composés phénoliques.	20
Tableau 4 : Caractérisation physicochimique et phytochimique des six cultivars de dattes.	36
Tableau 5 : Rendements des extractions des différentes variétés de noyaux de dattes.	38
Tableau 6 : Valeurs des IC50 du DPPH pour les extraits.	38
Tableau 7 : Teneur en flavonoïdes totaux.	40
Tableau 8 : montre les pourcentages d'inhibition du radical DPPH en fonction des concentrations des extraits.	41
Tableau 9 : Valeurs des IC50 du DPPH pour les extraits.	42

Liste des figures

Figure 1 : La répartition des palmiers dattiers dans le monde (FAO stat ; 2021).....	3
Figure 2 : Superficie récoltée de dattes dans le monde en 2021, par pays principal (en milliers d'hectares) (Source : Statiste, 2021).....	4
Figure 3 : Production mondiale de dattes de 2010 à 2021 (en millions de tonnes métriques) (Source : Statiste, 2021).....	5
Figure 4 : Dix principaux pays producteurs de dattes (en tonnes) dans le monde (FAO stat, 2021).....	6
Figure 5 : Carte de la répartition des zones d'observation et phoenicol en Algérie (En & Chimique, 2019).....	7
Figure 6 : Figure schématique des différentes parties d'un palmier dattier adulte.....	9
Figure 7 : Composition de la datte (Mammeri et al, 2021).....	14
Figure 8 Structure du noyau phénol (Andrikopoulos et al, 2007).....	18
Figure 9 : Squelette de base des flavonoïdes.....	21
Figure 10 : Structure des flavonoïdes présents dans les noyaux de dattes.....	21
Figure 11 : Squelette de base des anthocyanidines.....	22
Figure 12 : Les six principales anthocyanidines.....	22
Figure 13 : Structure de base des tanins hydrolysables (Hatzfeld et al, 2002).....	23
Figure 14 : Structure des acides phénoliques présents dans les noyaux de dattes	23
Figure 15 : Localisation géographique de la Wilaya d'Adrar. Régions d'échantillonnage : A) ZaouietKounta ; B) Bouda ; C) Reggane.(Fandougouma et al. 2022).....	28
Figure 16 : Longueur graines et palmier datte.....	29
Figure 17 : Le poids des grains et palmier dattes.....	29
Figure 18 : Aperçu des dattes utilisées.....	30
Figure 19 : Aspect des poudres des variétés quater variétés de palmier dattier " <i>Phoenix dactylifera</i> ".....	31

Figure 20 : Structure de l'acide gallique.....	32
Figure 21 : structures quercétine.....	32
Figure 22 : Piégeage des radicaux libres DPPH.....	34
Figure 23 : Rendements des extractions des différentes variétés de noyaux de dattes.....	37
Figure 24 :Teneur en polyphénols totaux de noyaux de dattes.....	38
Figure 25 : Teneur en flavonoïdes totaux.....	40
Figure 26 :Effet piègeur du radical DPPH• par des différents extraits.....	42
Figure 27 : IC50 de l'extrait.....	43
Figure 28 : Courbe d'étalonnage d'acide gallique pour le dosage des phénols totaux.....	47
Figure 29 : Courbe d'étalonnage de quercétine pour le dosage des flavonoïdes.....	47

Introduction

Introduction :

Les dattes sont consommées depuis des milliers d'années comme aliment de base, en raison de leur valeur nutritive, sanitaire et économique. De nombreux travaux ont été effectués pour déterminer la composition chimique des dattes, composée de sucres, de protéines, de graisses, de fibres et de minéraux, tandis que les études sur les composés phénoliques sont encore rares et ne concernent que certaines dates (Mohamed, 2014).

Les graines de dattes contiennent des composés phénoliques tels que des acides phénoliques et des flavonoïdes dont les effets bénéfiques sur la santé ont été démontrés scientifiquement.

Les polyphénols sont un composé chimique naturel présent dans de nombreuses plantes. Il est considéré comme un antioxydant qui aide à garder le corps en bonne santé. Les polyphénols à noyau de date peuvent également être utilisés dans l'industrie pharmaceutique, les cosmétiques et divers produits alimentaires contenant des antioxydants.

L'objectif de notre travail vise à d'identifier Teneurs & Activité Biologique de Polyphénols Extraits des Graines de Quatre Cultivars de *P. Dactylifera* Var: (H'mira, Takerbouchet, Tinaceur, et Tegazza) et de mettre en évidence leurs capacités antioxydants.

Cette présente étude est structurée en en deux grandes parties (bibliographique et expérimentale), chaque partie comporte deux chapitres.

- Partie I: synthèse bibliographique comportant un chapitre sur des généralités sur la datte et un autre chapitre comportant polyphénol;
- Partie II: synthèse expérimentale comportant le chapitre III : Matériels et méthodes et un chapitre IV : Résultats et discussion.

Partie Bibliographique

Chapitre I :

Les palmiers dattes

I.1 Généralité

Le palmier dattier, (*Phoenix dactylifera* L.), est un arbre de la famille des palmiers (*Arecaceae*) cultivé pour ses fruits comestibles sucrés. Le palmier-dattier est apprécié depuis la plus haute antiquité et pourrait être originaire de ce qui est aujourd'hui l'Irak (Britannica, 2023), il est principalement cultivé pour la consommation de ses fruits. Les dattes sont l'aliment de base et la principale source de richesse dans les déserts irrigables d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient. Aujourd'hui, Les palmiers dattiers sont principalement cultivés dans de nombreuses régions tropicales et subtropicales du monde entier, surtout dans les îles Canaries, en Afrique du Nord, au Moyen-Orient, qui se partagent plus de 70 % de la production mondiale (Britannica, 2023 ; Barakat et Alfheaid, 2023 ; Al-Shwyeh, 2019 ; Moussouni et al., 2017). Au cours des trois derniers siècles, les palmiers dattiers ont également été introduites dans de nouvelles zones en Australie, en Inde/Pakistan, au Mexique, en Afrique du Sud, en Espagne ; en Amérique du Sud et aux États-Unis (en California) (Chao et Krueger, 2007).

I.2. Distribution géographique et production mondiale du palmiers dattiers

I.2.1. Dans le monde

Le palmier dattier peut être cultivé sur les cinq continents du monde, principalement entre les latitudes 39° nord et 20° sud. Cependant, la principale région de production est le Moyen-Orient et l'Afrique du Nord, où 89% des dattes sont produites (Figure 1). Ces dernières années, le nombre de palmiers dattiers plantés dans cette région a connu une forte augmentation.

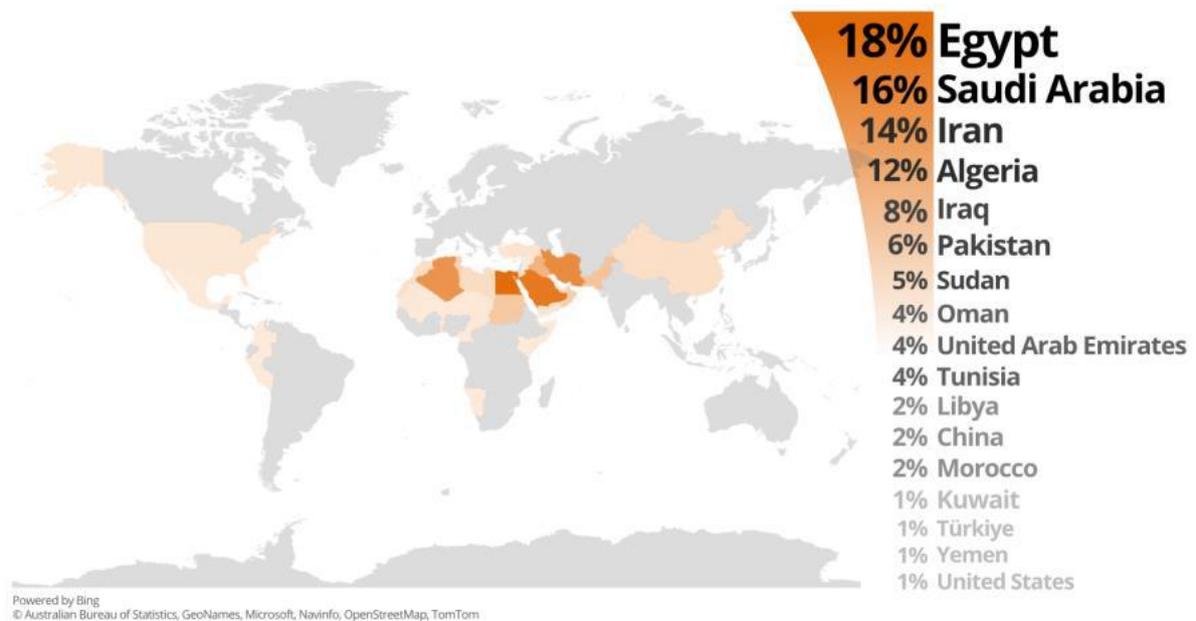


Figure 1 : La répartition des palmiers dattiers dans le monde (FAOstat ; 2021).

Les palmiers dattiers sont l'un des fruits préférés de nombreuses personnes et sont largement servis comme plats pour la rupture du jeûne et les événements religieux des musulmans du monde entier. Historiquement, le palmier-dattier est devenu un aliment de base au Moyen-Orient il y a des milliers d'années. Cette origine se situe autour de la Perse. Jusqu'à présent, la culture et la production de dattes se sont répandues dans plusieurs pays en raison des divers avantages pour la santé que présente le contenu nutritionnel de ce fruit (FAOstat, 2021).

Outre les aspects nutritionnels substantiels des dattes, d'un point de vue économique, les dattes sont considérées comme très précieuses. Leur culture a connu une croissance significative au cours des trois dernières décennies (Figure 2). La production de dattes est répandue dans le monde entier, principalement dans les pays du Moyen-Orient et d'Afrique du Nord, qui se partagent plus de 70 % de la production mondiale (Barakat et Alfheaid, 2023).

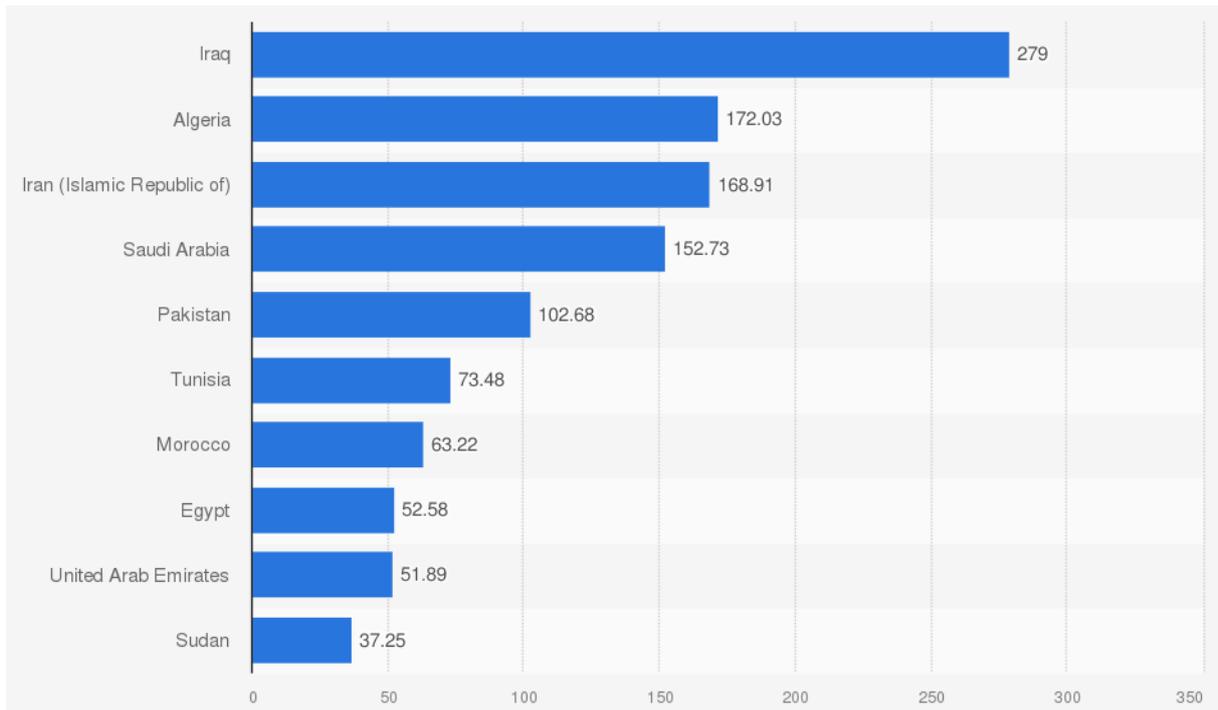


Figure 2 : Superficie récoltée de dattes dans le monde en 2021, par pays principal (en milliers d'hectares) (Source : Statista, 2021).

Les dattes sont considérées comme très précieuses d'un point de vue environnemental et économique. La production mondiale de dattes a considérablement augmenté, passant de 7,1 millions de tonnes en 2010 à 9,66 millions de tonnes en 2021, soit une croissance de 181 % (Barakat et Alfheaid, 2023). Comme le montre la figure.

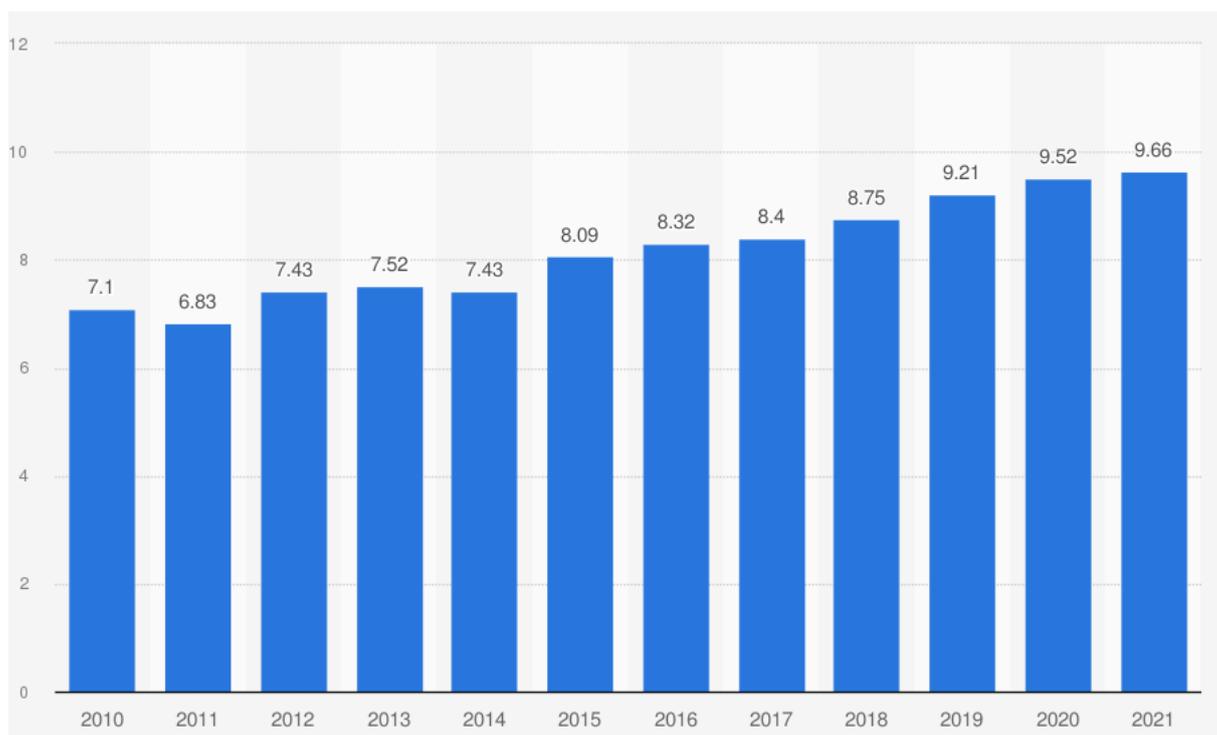


Figure 3 : Production mondiale de dattes de 2010 à 2021 (en millions de tonnes métriques)
(Source : Statista, 2021).

Le premier pays producteur est l'Égypte, suivie de l'Arabie saoudite, avec plus de 1,7 et 1,5 million de tonnes produites en 2021, respectivement, soit 18 et 16% de la production mondiale totale, ce qui représente des augmentations significatives de 222 et 197% entre 1990 et 2021, respectivement. La production plus élevée de l'Égypte est principalement attribuée à sa densité d'arbres à l'hectare nettement supérieure à celle de l'Arabie saoudite. Les 10 premiers pays producteurs de dattes après les deux premiers sont l'Iran, l'Algérie, l'Irak, le Pakistan, le Soudan, Oman, les Émirats arabes unis et la Tunisie (Figure 4), qui se partagent 55 % de la production mondiale totale. Les autres pays se partagent 5 % de la production mondiale de dattes, la Libye, le Maroc, le Koweït, la Turquie et le Yémen produisant chacun 1 à 2 % de la production, allant de près de 60 000 à plus de 179 000 tonnes produites en 2021 (Barakat et Alfheaid, 2023 ; Fandougouma et al. 2022).

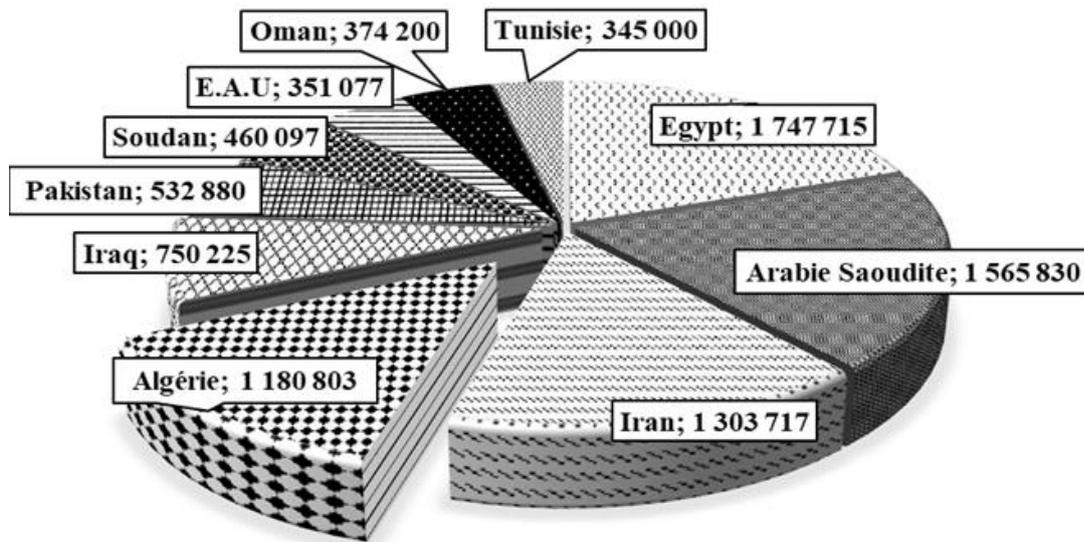


Figure 4 : Dix principaux pays producteurs de dattes (en tonnes) dans le monde (FAOstat, 2021).

1.2.2. En Algérie

Les palmiers dattiers sont cultivés dans les oasis algériennes de la plupart des régions au sud de l'Atlas saharien. En 2021, les palmeraies algériennes comptaient occupant 172 030 ha, alors qu'en 2015, 18 millions de palmiers dattiers occupaient 169 380 ha. Près de 1 000 cultivars propagés clonalement à partir de rejets ont été inventoriés et leur distribution montre une répartition très marquée entre l'est, le centre et l'ouest du pays (FAOStat, 2021 ; Moussouni, 2017). Certains cultivars sont présents dans deux ou trois régions, mais la plupart sont limités à leur zone d'origine. De plus, les cultivars ne sont pas répartis uniformément dans les oasis, car ils sont adaptés à des types de sol, des plages de température et d'humidité légèrement différents, et ne donnent souvent pas un rendement satisfaisant lorsqu'ils sont cultivés en dehors de leur lieu d'origine. Les palmiers cultivés à partir de graines sont présents au hasard dans les oasis et sont appelés "khalts" ou "dgouls". Les khalts représentent jusqu'à 10 % de la population des palmiers dattiers de la région des sables, une ressource précieuse pour les nouvelles sélections des agriculteurs (Moussouni, 2017).

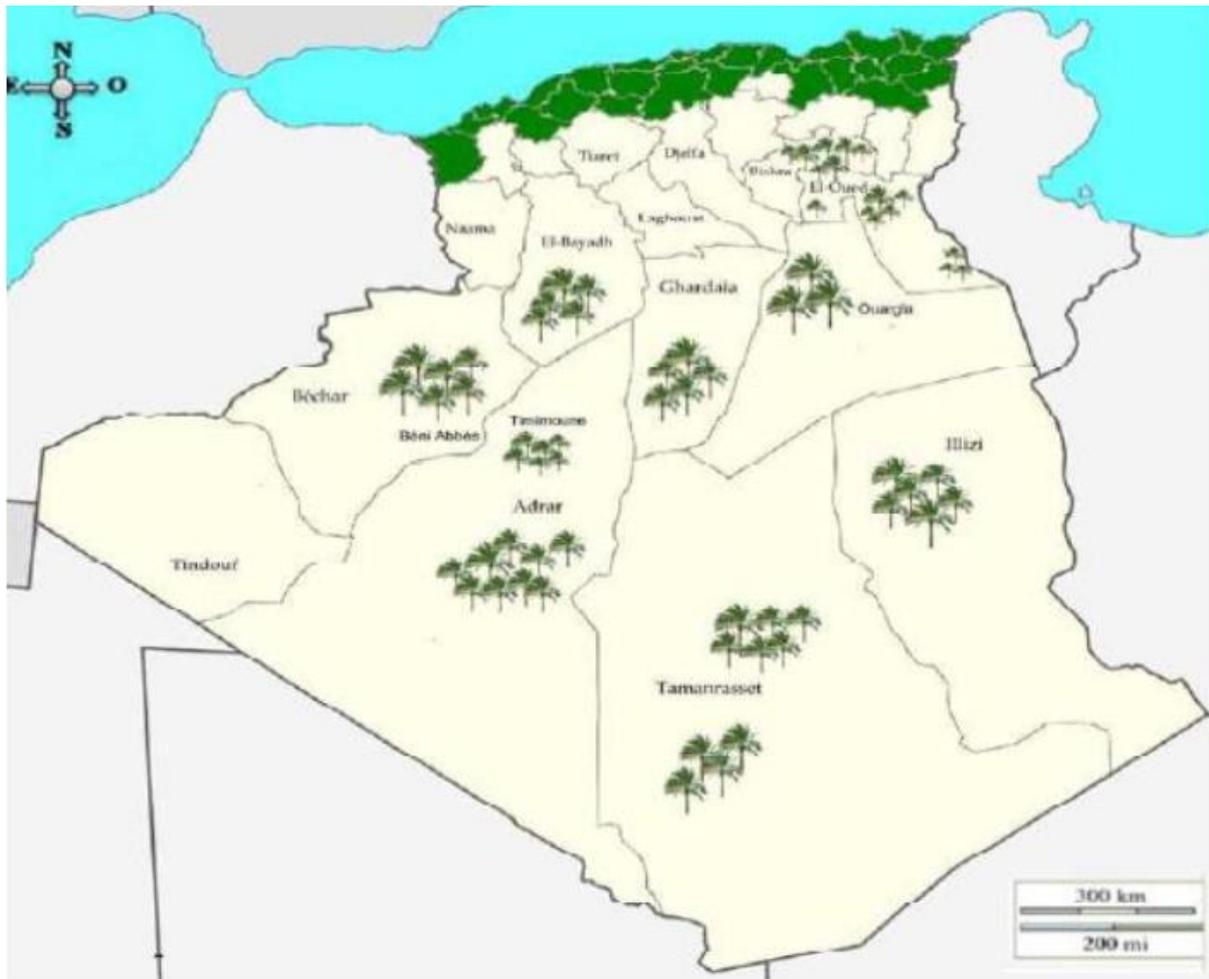


Figure 5 : Carte de la répartition des zones d’observation et phoenicol en Algérie (En & Chimique, 2019).

Tableau 1 : Air de culture des principales variétés Algérie(Toutain et al ,1990).

Variétés	Région de culture
Timlemsou	Touat-Gourara-El Golea –Tidikelt
Tinacer	Touat-Gourara-El Golea-Tidikelt
Tegaza	Tidikelt-Touat-El Golea-Hoggar
Takrbouch	Tidikelt-Touat

I.3.Description systématiques botanique

I.3.1. description systématique

Le palmier dattier a été nommé *Phoenix dactylifera*L par Linné en 1734 (Balthazard et al , 2013 ;Bouaine, 2018). Cette appellation dérive du mot latin

Phoenix qui signifie dattier chez les phéniciens, et dactylifera qui dérive du grec daktulos, c'est à dire doigt, allusion faite à la forme du fruit.

- **Embranchement** : Phanérogames
- **Sous-embranchement** : Angiospermes.
- **Classe** : Monocotylédones
- **Ordre** : Palmales
- **Famille** : Palmacées
- **Sous famille** : Coryphoidées
- **Tribu** : Phoenicées
- **Genre** : Phoenix
- **Espèce** : Dactylifera L.(Bouaine , 2018)

I.3.2. description botanique

Le palmier dattier est une plante monocotylédone à croissance apicale dominante. Le diamètre du tronc du palmier dattier demeure généralement stable dans les mêmes conditions depuis la puberté. (Sedra , 2003). Il y a trois parties distinctes : un système radical, un membre végétal composé de tronc et de feuilles, et un organe reproducteur composé de normes mâles ou femelles (figure 6).

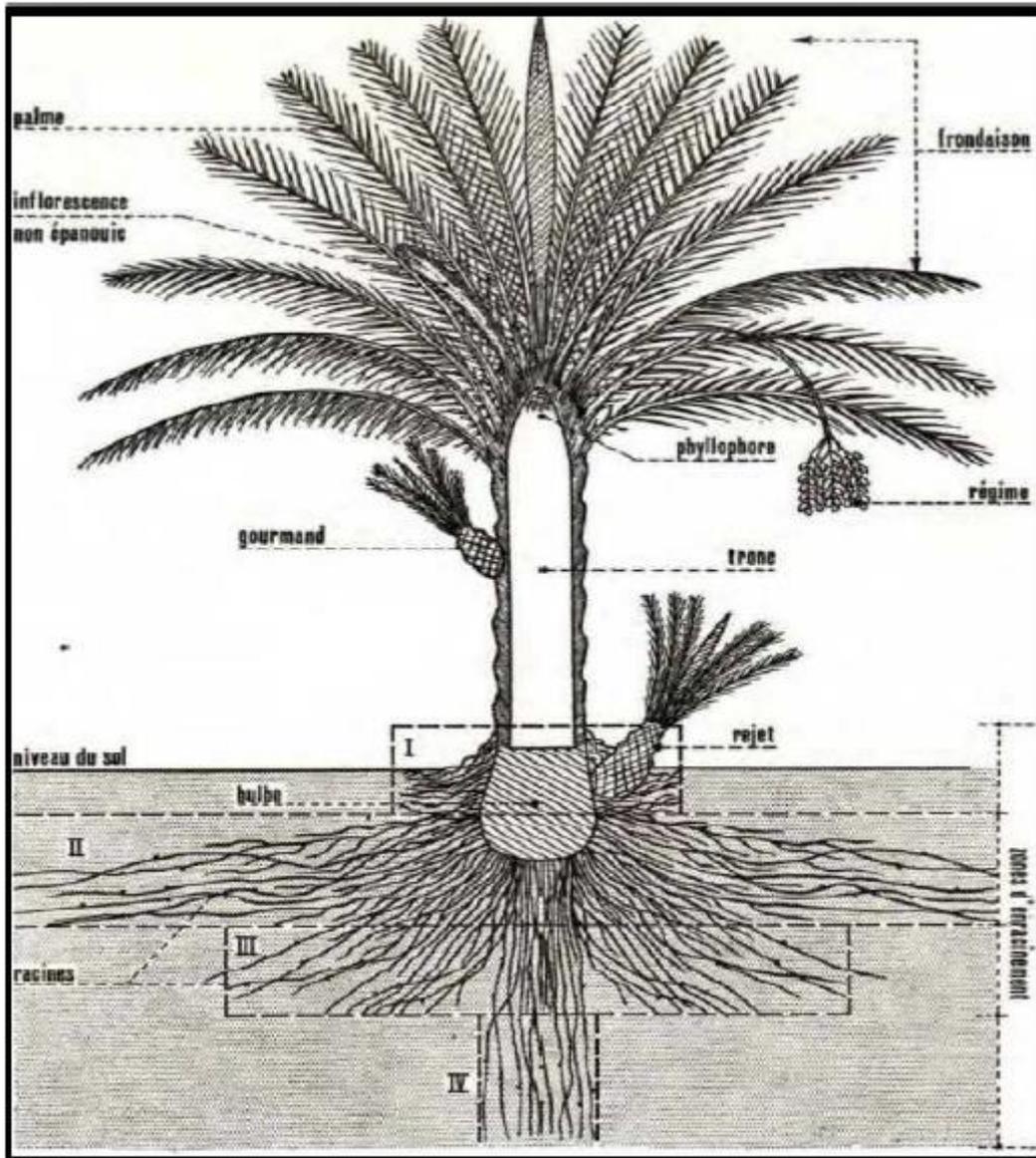


Figure 6: Figure schématique des différentes parties d'un palmier dattier adulte (Munier, 1973)

I.3.2.1. Le système racinaire

La racine du palmier est très dense et sophistiquée et se compose de plusieurs types de racines n'excédant pas 1,5 cm de diamètre (Sedra ; 2003) et parfois jusqu'à 20 mètres de profondeur, surtout lorsque la nappe phréatique est profonde.

Le système racinaire présente quatre zones d'enracinement :

- **Zone 1 (racines respiratoires)** située au pied du dattier à une profondeur inférieure à 0,2 mètre. Ces racines ont un rôle respiratoire grâce à l'air ou à la

lentille qui permet l'échange de gaz avec l'air dans l'atmosphère du sol (Bouguedoura, 1991).

- **Zone 2 (Racines de nutrition)** elle forme la plus forte proportion de racines dans le système racinaire. Évolue plus profondément et horizontalement, de 0,20 m à 1 m (Daher, 2010).

- **Zone 3 (les racines d'absorption)** racines de 1 à 2 mètres de profondeur, dont la fonction est de rechercher de l'eau. Son importance est le système racinaire selon l'état de la culture et le niveau de l'eau (Ahmed, 2015).

- **Zone 4 (les racines pivotantes):** du fait de son caractère phréatophile, le palmier plonge ses racines pivotantes à plus de 18 mètres. Dans le cas d'une nappe peu profonde (nappe perchée), il est difficile de différencier ces racines pivotantes des racines d'absorption.

Ces racines jouent également un rôle essentiel (Ahmed, 2015).

I.3.2.2. L'appareil végétatif

a) Le stipe

Un stipe (tige ou tronc) simple est généralement un tronc cylindrique qui est le même diamètre que la base au sommet, unique (tige) n'est pas bifurquée, peut dépasser le double 20 mètres. Ils sont couverts de bases (cornafs), qui se chevauchent eux-mêmes en fibres appelées fibrillation., recouvertes à leur tour par un fibrillum 'lif' qui protègent le tronc des animaux et des insectes et réduisent en outre la perte d'eau. Cette fibre est le produit de la base de la paume qui entoure complètement le tronc (Akasha, 2014 ; Belaroussi, 2019).

b) Les palmes

Les palmes (feuilles ; djérid) ; pennées, dispose longues de 2 à 6 m, durée de vie entre 3 à 7ans (Achoura, 2013), forment la couronne du palmier dattier au sommet du stipe (Munier, 1973). Leur nombre varie de 50 à 200 palmes (Ben Chenouf, 1971), pour un palmier adulte en bonne végétation, il produit trois sortes de feuilles c'est : juvéniles, semi juvéniles et adultes (Bouguedoura ; 1991). Une palme adulte comporte quatre parties: la partie pétiolaire, le rachis, la partie pennée et la partie épineuse (Munier, 1973).

I.3.2.3. Les organes floraux

D'après (Peyron, 2000), le palmier dattier est un arbre dioïque. Les sexes étant séparés, les organes de reproduction sont composés pieds mâles donnant du pollen et femelles produisant des fruits. Les fleurs sont portées par des épillets, ou des pédicelles qui sont à leur tour sont portés par un axe charnu, la hampe ou spadice. L'ensemble est enveloppé dans une grande bractée membraneuse close.

I.4. Reproduction du palmier dattier

Il existe maintenant trois techniques de multiplication du palmier dattier, dont deux sont considérées comme traditionnelles : multiplication des semis et multiplication des rejets. La troisième méthode est la culture in vitro contemporaine.

I.4.1. Multiplication par voie sexuée

Le palmier dattier est une plante dioïque très hétérozygote. Dans les peuplements naturels le pollen des plantes mâles est porté par le vent et par les insectes sur les organes sexuels des plantes femelles, fécondant les dattes (Wertheimer, 1956).

La reproduction par la voie sexuée conduit à une population très hétérogène (Fki et al , 2001 ; Sedra , 2003).

Les graines semées donnent 50% de mâles et 50% de femelles. Etant donné que seules les femelles produisent des dattes, cette méthode de propagation apparaît peu rentable (Fki et al , 2001 ; Al-khalifah et Shanavaskhan , 2012).

I.4.2. La multiplication par rejet

Est une méthode de multiplication végétative. Elle est le mode le plus efficace. En effet il permet de conserver intégralement, les caractéristiques du pied mère notamment le sexe, la qualité du fruit, et l'aptitude de donner des rejets. Ils sont généralement séparés du pied mère quant il est nécessaire. Agés de 3 à 5 ans et pèses de 18 à 34 Kg (Morton , 1987).

I.4.3. Culture in vitro

Deux méthodes Culture in vitro existent : l'organogénèse qui repose sur les capacités de bourgeonnement de plusieurs types d'explants et l'embryogénèse somatique qui vise à différencier des cellules somatiques afin de permettre la

formation d'embryons (Gros-Balthazard, 2012). Pour surmonter les maladies cachées et virales (p. ex., les œufs ou les vaisseaux sanguins au phosarium de l'arbre dattier) et pour compenser les problèmes de disparition d'articles peu ou pas rejetés, les techniques de diffusion en laboratoire peuvent être un relais efficace des techniques traditionnelles (Belgidge, 2007).

L'utilisation de techniques d'agriculture in vitro demeure la meilleure voie pour la propagation massive et rapide de ces variétés dans la palmeraie (Anjarne et al, 2005).

I.5. Ecologie du palmier dattier

Le palmier dattier a besoin d'un certain intermédiaire pour se développer et surtout pour mûrir ses fruits. Les exigences expliquent la répartition géographique de ce type de fruits (Gérard, 1962).

Les palmiers dattiers sont cultivés comme arbres fruitiers dans les régions arides et semi-arides du monde. Bien qu'originaires de pays chauds et humides, cette espèce offre une grande adaptabilité, en raison de son changement génétique important. (Mounier, 1973)

I.5.1. Températures

Selon (Meunier, 1973), le palmier dattier est une espèce qui aime la chaleur et dont la végétation est nulle à 10 °C. Le palmier dattier a une activité végétale qui se compose de températures allant de plus de 7 °C à plus de 10 °C, selon les variétés locales et les conditions climatiques. Pour (Ben Khalifa, 1991), les meilleures températures de maturité des dates sont de 26,6 °C pour les variétés molles, de 32,2 °C pour les variétés sèches et entre les deux variétés semi-molles.

I.5.2. Lumières

Le palmier dattier est un type solaire, cultivé dans des zones de haute luminosité. La lumière a un effet sur la photosynthèse et la maturité de la date, mais elle ralentit ou arrête parfois la croissance des organes végétaux, qui ne se produit habituellement que lentement pendant la journée (Babahani, 1998).

I.5.3.Humidité

Le palmier dattier est sensible à l'humidité de l'air pendant la floraison et des fruits. Parce qu'une humidité élevée réduit la transpiration des dattes. Les meilleures dates sont récoltées dans des zones à humidité modérée (40 %) (Bouguedoura, 1991).

L'humidité de l'air a un effet important sur les palmiers, et peut affecter l'apparition de certaines maladies ; la qualité des dattes (dates molles ou sèches, pourriture); Date de maturité (maturité rapide en cas de faible humidité), (Munier, 1973).

I.5.4. Vent

Le vent a un effet négatif sur la végétation. Parce qu'ils provoquent le séchage interne et l'évaporation, provoquent une perte d'eau abondante, brûlent particulièrement les petites feuilles de palmier et causent des taches et des brûlures sur les petits fruits. Dans certaines régions, les accumulations de sable envahissent progressivement les vergers de palmiers. (Gerard, 1962).

I.6. Différentes utilisations du palmier dattier

- ❖ alcool, vinaigre et levure par fermentation microbiologique des dattes
- ❖ farine de datte utilisée dans l'industrie de la boulangerie
- ❖ jus de dattes utilisés comme sucreries
- ❖ tronc d'arbre, utilisé comme bois de chauffage et structures de construction
- ❖ les ailettes sèches, qui sont utilisées comme clôtures, brises de vent, dans la fabrication de paniers, chapeaux, etc., peuvent être utilisées même dans la fabrication du papier
- ❖ le rempotage traditionnel, le carburant
- ❖ une fibre avec pantoufles à sandales
- ❖ Lakme, une boisson dont la population locale a désespérément besoin, représente la sève qui coule du coffre de la voiture (chehma et longo, 2001)

I.7. Composition chimique des dattes et Noyaux du palmier dattier

I.7.1. Composition chimique des dates

Les fruits dattiers sont très riches en sucres (73-83 %) (Elleuch et *al*, 2008) : ils contiennent du glucose, du fructose et du saccharose (Elarem et *al*, 2011) et contiennent des protéines, des graisses, des minéraux et des vitamines (Abou-Zeid et *al*, 1991).

La viande de datte se compose principalement d'eau, d'un peu de sucres (glucose et fructose), de sucres non dénommés (saccharose) et d'autres ingrédients tels que les éléments minéraux, vitamines, enzymes, pectine, lipides et protéines (figure 7)

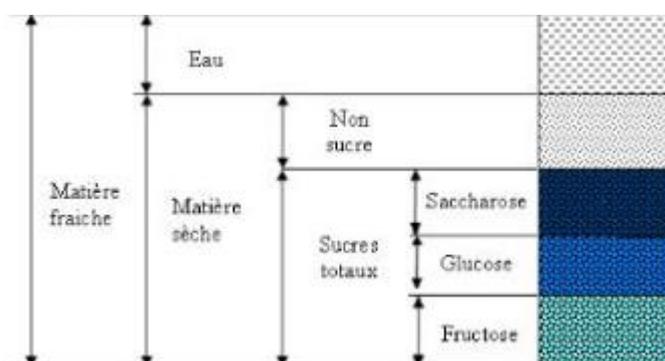


Figure 7 : Composition de la datte (Sawaya et al, 1983).

I.7.2. Composition chimique du noyau de datte

Le tableau (2) ci-dessous résume la composition chimique du noyau de datte selon différentes études.

Tableau 2 : Composition chimique du noyau de dattes

Composition chimiques	Teneur	Références
Teneur en eau en %	7 à 19	(Al-farsi et <i>al</i> , 2007)
Matière protéique (Shahal) (% MS)	2,29	(Djouab, 2007)
Matière grasse en %	13,2	(Amellal, 2008) (Lecheb, 2010)

Sucres en %	4,4 à 4,6	(Almana , 1994)
Fibres en %	70	(Besbes et <i>al</i> , 2005)
Polyphénols (% MS)	0,0215 à 0,0526	(Devshony et <i>al</i> ,1992)
Minéraux : (%MS)		(Morin &Pagès-Xatart-Parès ,2012)
• K	25,4- 28,9	
• Ca	1,35- 1,87	
• Mg	-	
• P	6,74 – 9,36	
• Na	0,38- 1,48	
• Fe	0,22- 1,68	
• Zn	-	
• Cu	0,07 – 0,2	
• Mn	0,06 – 0,09	

Chapitre II :

Les polyphénols

II.1. Généralités

Les composés phénoliques ou polyphénols (PP) constituent une famille de molécules largement répandues dans le règne végétal. Ce sont des produits du métabolisme secondaire des plantes, des racines aux fruits (Lubham, 2005). Cela signifie qu'ils n'exercent pas de fonctions directes au niveau des activités de base de l'organisme végétal, telles que la croissance ou la reproduction. Les polyphénols sont un produit de la condensation des molécules d'acétyl coenzyme A et de phénylalanine. Cette biosynthèse a permis la formation d'une grande diversité de molécules spécifiques à une espèce végétale, un organe ou un tissu particulier) et largement diffusées avec au moins 9000 structures différentes connues (Guignard, 2001).

Les composés phénoliques sont des métabolites secondaires des plantes. Ils peuvent être définis comme des molécules indirectement nécessaires à la vie végétale (d'où le nom de métabolites secondaires). Contrairement aux métabolites primaires qui assurent les principales voies du métabolisme basal, mais qui sont essentiels dans l'interaction d'une plante avec son environnement.

Tous ces composés partagent un ou plusieurs noyaux benzéniques qui portent une ou plusieurs fonctions hydroxyles. La structure des composés phénoliques naturels varie de molécules simples (acides phénoliques simples) à des molécules plus polymériques (tanins intenses). (Urquiaga et Leighton, 2000).

Les composés phénoliques peuvent former des signaux de reconnaissance entre plantes, ou leur permettre de résister à diverses attaques contre des organismes pathogènes. Participant très activement à la tolérance des plantes aux différents stress, ces composés jouent un rôle essentiel dans l'homéostasie et l'adaptation de la plante à son milieu naturel. D'un point de vue thérapeutique, ces molécules sont à la base des principes actifs trouvés dans les plantes médicinales (Macheix et *al*, 2005).

II.2. Structure des polyphénols

Structurellement, les composés phénoliques comprennent un ou plusieurs cycles aromatiques, portant un ou plusieurs groupements hydroxyle (-OH), et vont de simples molécules phénoliques à des composés hautement polymérisés. La

plupart des composés phénoliques d'origine naturelle sont présents sous formes conjuguées ; des mono- et des polysaccharides liés à un ou plusieurs groupes phénoliques, et peuvent également se produire sous forme de dérivés fonctionnels, tels que des esters et des esters méthyliques (Molino et *al*, 2016). Ils sont divisés en plusieurs classes, en fonction du nombre de cycles phénoliques qu'ils contiennent et les fonctions chimiques liées à ces cycles (Pérez-Pérez et al., 2013) à savoir : les acides phénoliques, les flavonoïdes, les tanins et les coumarines (Luthria et al, 2006)

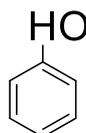


Figure 6 : Structure du noyau phénol (Andrikopoulos et al, 2007)

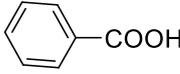
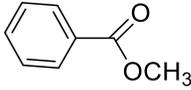
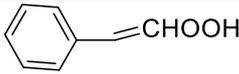
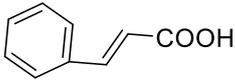
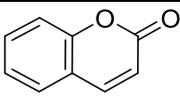
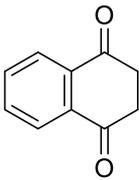
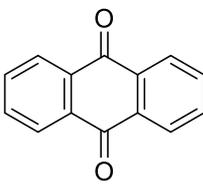
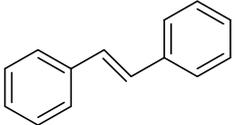
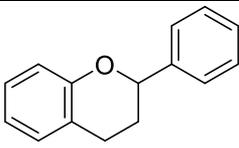
II.3. Classification des composés phénoliques

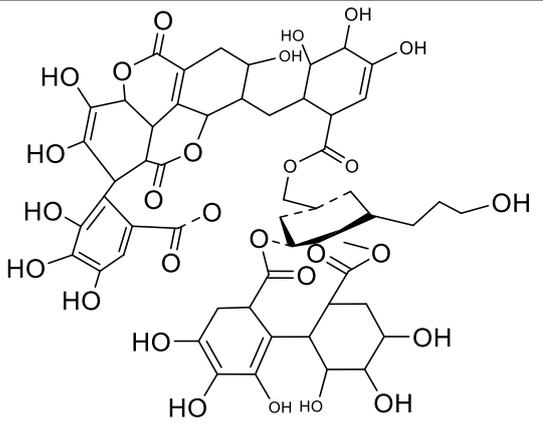
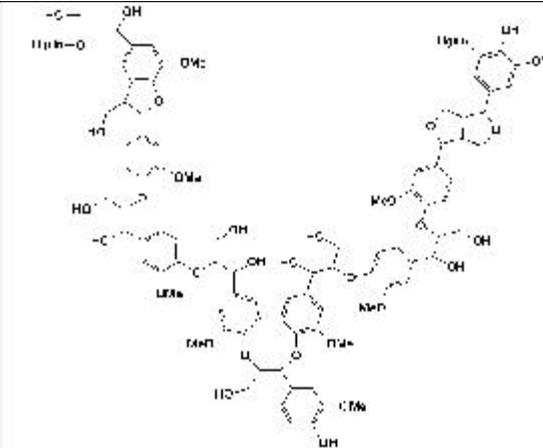
Les polyphénols naturels regroupent donc un vaste ensemble de substances chimiques comprenant au moins un noyau aromatique, portant un ou plusieurs groupes hydroxyle, en plus d'autres constituants. Il y a quatre principales familles de composés phénoliques : les acides phénoliques (catéchol, acide gallique, acide protocatéchique), les flavones, l'acide chlorogénique et les quinones. Ils peuvent aller de molécules simples, comme les acides phénoliques, à des composés hautement polymérisés, de plus de trente mille daltons, comme les tanins (acide tannique) (Bruneton, 2015 ; Šaponjac et *al*, 2016).

Les polyphénols sont communément subdivisés en phénols simples, acides phénoliques et coumarines, en naphthoquinones, en stilbénoloïdes (deux cycles en C₆ liés par deux atomes de carbone), en flavonoïdes, isoflavonoïdes et anthocyanes, et en formes polymérisées : lignanes, lignines, tanins condensés. Ces squelettes carbonés de base sont issus du métabolisme secondaire des plantes, élaborés par la voie du shikimate (Donovan et *al*, 2007).

En se basant sur la structure carbonée de base, on peut dégager les principales classes de composés phénoliques suivantes :

Tableau 2 : classification des composés phénoliques (Donovan et al., 2007)

Nombre de Carbones	Squelette	Classification	Structure de base
7	C6-C1	Acide phénols	
8	C6-C2	Acétophénonnes	
8	C6-C2	Acide phénylacétiques	
9	C6-C3	Acide Hydroxycinamiques	
9	C6-C3	Coumarines	
10	C6-C4	Naphthoquinones	
13	C6-C1-C6	Xanthonnes	
14	C6-C2-C6	Stilbènes	
15	C6-C3-C6	Flavonoïdes	

N	(C15) n	Tannins	
N	(C6-C3) n	Lignines	

II.3.1. Flavonoïdes

Ils forment une classe de composés polyphénoliques omniprésents dans les plantes vasculaires où ils se rencontrent à la fois sous forme libre, ou le plus souvent sous forme de glycosides (hétérosides) dans tous les organes végétatifs et floraux (Chaachouay et al, 2020). Ils constituent notamment des pigments impliqués dans la coloration des pétales et des péricarpes, donnant une gamme colorée qui va de ivoire à crème (flavones et flavonols), de jaune à orange (chalcones et aurones), de rouge à bleu (anthocyanes). Ce sont également des molécules de photoprotection interne et externe et qui ont d'autres rôles. En effet, dès leur « sortie des eaux », les végétaux ont abandonné la voie métabolique des acides aminés analogues de la mycosporine et développé un métabolisme phénolique, plus particulièrement celui des flavonoïdes, constituant un élément important de la stratégie végétale pour lutter contre les stress biotiques et abiotiques (exposition aux UV ou au froid, blessures, carence nutritionnelle, défense des plantes contre les herbivores et contre les pathogènes...) (Albuquerque et al, 2014).

Ces composés suscitent un grand intérêt de par leurs nombreux effets bénéfiques pour la santé : leurs propriétés antibactériennes, antivirales, antiagrégants plaquettaires, antiallergiques, anti-inflammatoires, anti-tumorales et leurs activités antioxydantes font l'objet d'études *in vitro* et épidémiologiques dans un but de thérapeutique dans le traitement de certains cancers, de maladies inflammatoires, cardiovasculaires et neurodégénératives. Certains d'entre eux sont également utilisés comme additifs dans les aliments, les produits pharmaceutiques et cosmétiques (Azam et *al*, 2004).

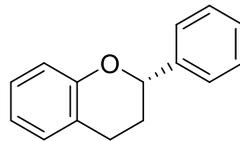


Figure 7 : Squelette de base des flavonoïdes

Les flavonoïdes sont donc des polyphénols complexes dont la structure est constituée de deux noyaux aromatiques (noyaux A et B) et d'un hétérocycle oxygéné (cycle C) (Azam et *al*, 2004). La plupart des flavonoïdes sont glycosylés, ce qui augmente leur solubilité dans l'eau (Crozier et *al*, 2009).

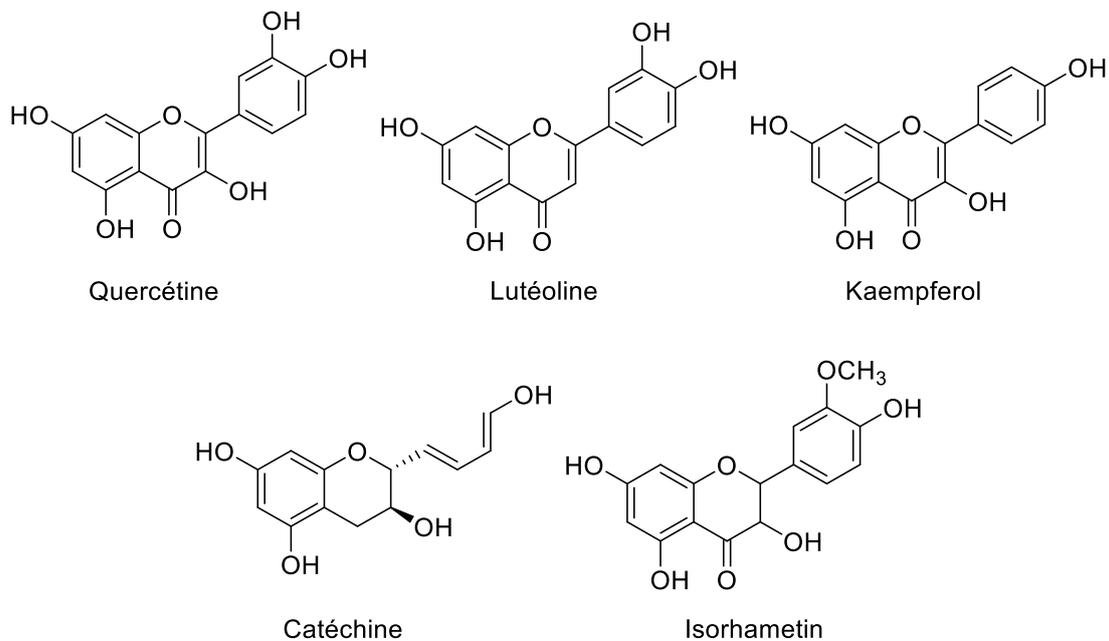


Figure 8 : Structure des flavonoïdes présents dans les noyaux de dattes

A. Les anthocyanidines

Ce sont des dérivés du flavylum ou 2-phényl- benzopyrylium(Hadi, 2004), beaucoup de flavonoïdes, les anthocyanidines sont principalement présentes sous forme d'hétérosides dont elles constituent la portion "aglycone". Ces hétérosides sont ici les anthocyanes, qui sont beaucoup plus stables que les aglycones seuls (Zhang, 2018).

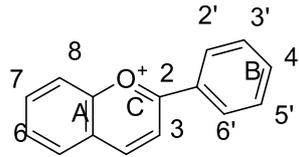


Figure 9 : Squelette de base des anthocyanidines.

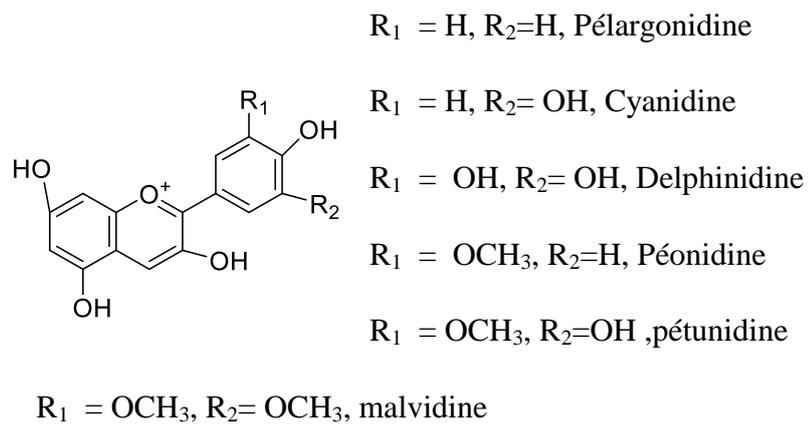


Figure 10 : Les six principales anthocyanidines

B. Tannines

En 1920, Freudenberg établit la classification des tannins la plus largement acceptée. Il les divise en deux groupes basés sur des différences structurales : les tannins hydrolysables et les tannins non hydrolysables, ou tannins condensés(Chez et *al*, 2007) . ce qui explique leur pouvoir tannant. Très répandus dans le règne végétal ils peuvent exister dans divers organes, mais on note une accumulation plus particulièrement dans les tissus âgés ou d'origine pathologique Les tannins sont d'efficaces moyens de défense contre les herbivores, mais on suppose que leur rôle

majeur dans l'évolution a été de protéger les plantes des attaques fongiques et bactériennes (Chez et al, 2007).

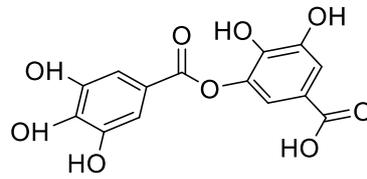
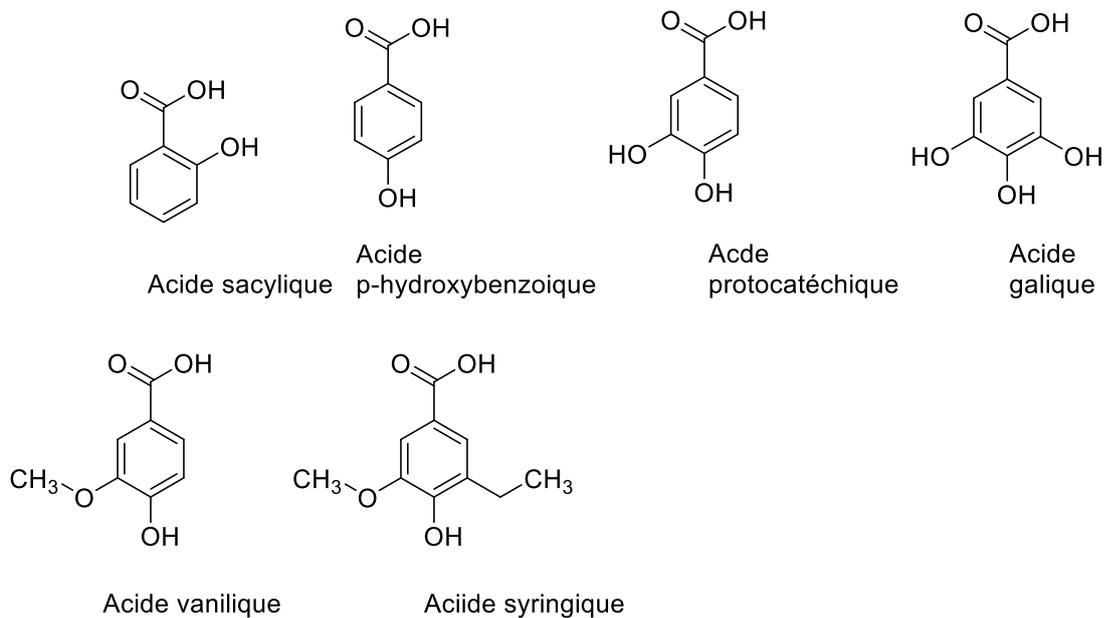


Figure 11 : Structure de base des tanins hydrolysables (Hartzfeld et al., 2002)

II.3.2. Acides Phénoliques et Phénols simples

II.3.2.1. Acides Phénoliques

Ce sont des composés organiques possédant au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique. Ils sont représentés par deux sous-classes les dérivés de l'acidehydroxybenzoïque et ceux de l'acide hydroxycinnamique .



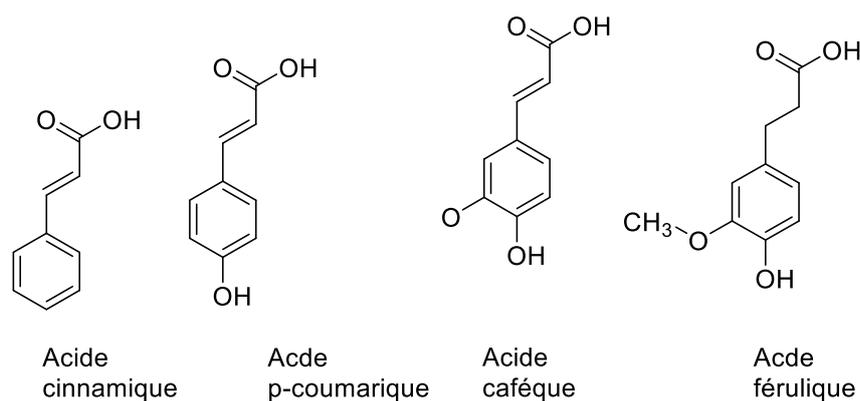


Figure 12 : Structure des acides phénoliques présents dans les noyaux de datte

II.3.2.2. Phénols simples

Tels que le catéchol, guaiacol, phloroglucinol... sont plutôt rares dans la nature à l'exception de l'hydroquinone qui existe dans plusieurs familles (Ericaceae, Rosaceae...). Les deux phénols hydroxylés, le catéchol avec deux groupes OH et le pyrogallol avec trois ont été montrés pour sa toxicité vis-à-vis des microorganismes (Bouchouka, 2016).

II.3.2.3 . Coumarines

Les coumarines qui sont aussi les dérivés de C6-C3, appartiennent au groupe des composés connus par des benzo- α -pyrone (Brouyère, S et al, 2016) et toutes sont substituées en 7 par un hydroxyle. Elles se trouvent dans la nature soit à l'état libre ou bien combiné avec des sucres. Elles sont responsables de l'odeur caractéristique du foin (Bouchouka, 2016).

II.3.2.4. Quinones

Les composés oxygénés correspondent à l'oxydation des dérivés aromatiques. Deux alternatives de cétone. Avec 1,4-dicéto Cyclohexa-2,5- Diène (para-quinones) ou éventuellement par un motif 1,2-dicéto cyclohexa-3,5-diène (orthoquinones) (Hadi, 2004). Ils sont omniprésents dans la nature, en particulier dans le règne végétal est hautement interactif (Bouchouka, 2016).

II.3.2.5. Stilbenes

Les stilbènes ont été retrouvés en petite quantité dans l'alimentation humaine, et parmi ces composés on retrouve le resvératrol qui est un anticancéreux présent

dans certaines plantes médicinales, par exemple le trans-resvératrol (Muanda et al, 2018).

II.3.2.6. Lignanes

Les lignanes répondent à une représentation structurale de type (C6-C3)₂; l'unité (C6 - C3) est considérée comme un propylbenzène (Muanda et Identification, 2018). Leur distribution botanique est large, plusieurs centaines de composés ont été isolés dans environ soixante-dix familles (Bouchouka, 2016).

II.4. Importance et utilisation des polyphénols

Les flavonoïdes sont responsables de la coloration des fleurs et des fruits qui couvrent une large gamme de couleur allant du rouge au violet en passant par le jaune. Leur couleur dépend de leur structure, mais aussi de l'acidité du milieu (Bruneton, 2009).

Les composés phénoliques sont impliqués dans plusieurs aspects de la physiologie végétale (lignine, régulation de la croissance, interactions moléculaires avec certains microorganismes symbiotiques ou parasites, etc.), dans les interactions des plantes avec leur environnement biologique et physique (relations avec les bactéries, les champignons, les insectes, les UV résistance);soit directement dans la nature soit lors de la conservation de certaines plantes après récolte ;dans les critères de qualité (couleur, astringence, amertume, qualités nutritionnelles...) qui guident les choix de l'homme dans sa consommation d'organes végétaux (fruits, légumes, tubercules...) et de produits dérivés par métamorphose ;Aux différences de certaines caractéristiques des plantes lors de traitements technologiques (préparation de jus de fruits, de boissons fermentées, etc (Bouchouka, 2016). Lutter contre une infection causée par des champignons ou par des bactéries. D'autre part, lescomposés phénoliques possèdent souvent une activité antimicrobienne (Ghedadba et al.,2015). Ainsi, il a été montré que les catéchines des feuilles du thé inhibent la croissance de micro-organismes en altérant des fonctions membranaires des pathogènes, les détruisant à plus ou moins long terme (Fukai et al,1991)

Partie Expérimentale

Chapitre III :

Matériels et Méthodes

III.1. Produits chimiques utilisés

Dans cette étude nous avons utilisé les produits et réactifs suivants : *n*-hexane; méthanol et éthanol comme solvants et les réactifs chimiques: éthanol, méthanol, Folin-Ciocalteu; Carbonate de sodium (Na_2CO_3); eau distillée; Nitrite de Sodium (NaNO_2); Chlorure d'aluminium (AlCl_3); Hydroxyde de Sodium (NaOH); acide gallique; quercétine; 2,2'-diphényle-1-picryl hydrazyl (DPPH).

III.2. Matériel et appareils utilisés

- Soxhlet ;
- Evaporateur rotatif (de marque *biochrom*);
- Bain marier ;
- Balance de précision ;
- Papier filtre ;
- Tubes à essai ;
- Etuve ;
- Micropipette ;
- Spatule ;
- Papier aluminium ;
- Réfrigérateur ;
- Erlenmeyer ;
- Entonnoire ;
- Cuve ;
- Spectrophotométrie ;
- Becher

III.3. Echantillonnage

Les dattes utilisées dans ce travail pour l'extraction de polyphénols ; ont été collectés à partir des marchés locaux situés dans la wilaya d'Adrar (Figure 15), au sud-ouest de l'Algérie durant l'automne 2018 et l'hiver 2019. H'mira ou Tilemsou (Hm) à partir de la commune de ZaouitKounta, Takerbouchet (Tk) à partir de la commune de Bouda, Teggaza (Tg) et Tinaceur (Tn) à partir de la commune de Reggane .

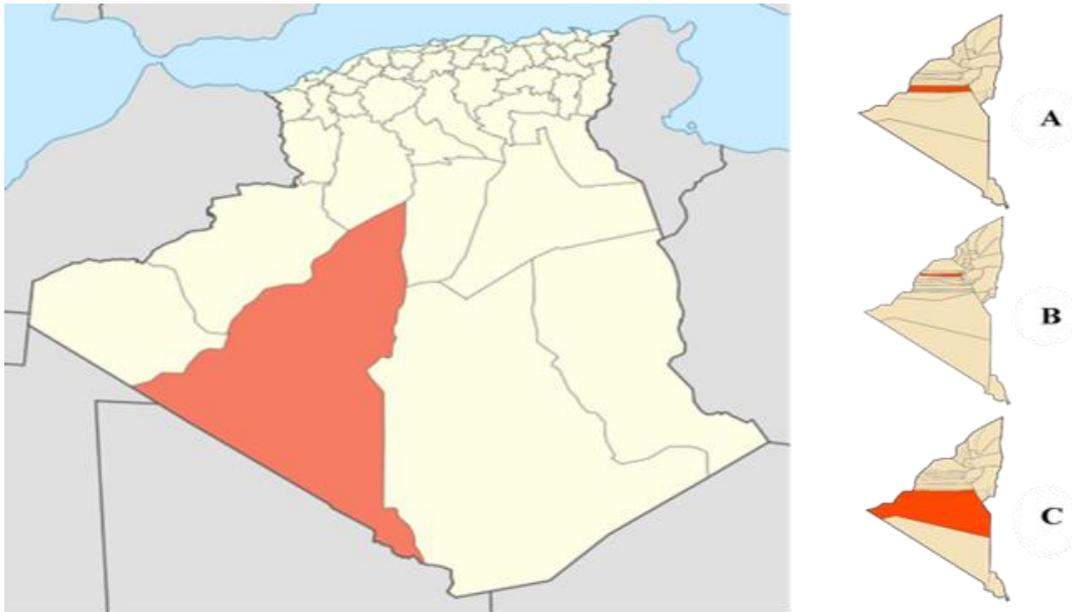


Figure 13 : Localisation géographique de la Wilaya d'Adrar. Régions d'échantillonnage : A) Zaouiet Kounta ; B) Bouda ; C) Reggane.(Fandougouma et al., 2022)

III.4. Caractéristiques morphologiques

Après la collecte de ces quatre variétés du palmier dattier Hm, Tk, Tg et Tn, un pied colis et une balance électrique ont été utilisées pour déterminer la longueur/largeur et le poids de dix dattes pour chaque variété (Figure 16-17).



Figure 14 : Pied colis (outil) pour mesurer la longueur/largeur des dattes/noyaux.



Figure 15 : Balance électrique pour mesurer le poids des dattes et des graines.

Dans cette étude, le choix de ces quatre variétés (Figure 18) a été affirmé par leur abondance dans la région d'Adrar et par leur importance socioéconomique.



a) – H'mira (**Hm**)



b) – Takerbouchet (**Tk**)



c) – Teggaza (**Tg**)



d) – Tinaceur (**Tn**)

Figure 16 : Aperçu des dattes utilisées.

III.5. Préparation des noyaux de dattes

Avant d'utiliser les différents noyaux de dattes collectés pour l'extraction des polyphénols. Les noyaux étaient immergés dans l'eau bouillante avec une agitation vigoureuse pendant 3 heures pour éliminer la poussière et les résidus des dattes. Par la suite, les noyaux séparés ont été lavés plusieurs fois avec de l'eau afin d'éliminer les impuretés collées aux noyaux. Les noyaux de dattes nettoyées ont été séchés à 105 °C pendant environ

05 heures et conservés pour un usage ultérieur.



Figure 17 : Poudres de noyaux des dattes après la préparation.

III.6.Extraction des polyphénols

Après avoir éliminé les huiles et les lipides présentes dans les noyaux de datte avec le n-hexane. Le processus d'extraction des polyphénols a été réalisé dans un appareil Soxhlet.Pour cela ; une quantité de 30 g de poudre de noyaux de dattes a été mélangé avec 200 ml d'éthanol 70% (v/v) pendant 4 heures. Les polyphénols ont été séparés du solvant par un évaporateur rotatif.Les teneurs en polyphénols ont été mesurées en triple (n= 3) pour calculer le rendement de chaque extraction qui a été calculé par la formule suivante :

$$\text{Rendement; \%} = \frac{\text{masse de l'extrait}}{\text{masse initiale de poudre des noyaux}} \times 100 ;$$

III.7. Teneur en PolyphénolsTotaux (TPT)

La méthode adoptée pour le dosage des composés phénoliques totaux est celle décrite par Kim et ses collaborateurs (Kim *et al.* 2003) avec une légère

modification. Une quantité de 0,5mL de l'extrait convenablement dilué dans le méthanol est mélangée avec 2,5mL du réactif de Folin–Ciocalteu (10%) fraîchement préparé. Après 5 minutes, 2 mL d'une solution de (Na_2CO_3 à 7,5 %) est ajoutée tout en agitant. Après une incubation pendant une heure dans l'obscurité et à la température ambiante, l'absorbance est mesurée à 765 nm à l'aide d'un spectrophotomètre (de marque *JENWAY-6300*[®]), contre un blanc (le même mélange excepté l'extrait qui est remplacé par 0,5 mL de MeOH). Les essais sont reproduits en triplicata .

L'acide gallique (Figure 20) a été utilisé comme standard et les teneurs en polyphénols totaux (TPT) ont été exprimés en mg/g d'Equivalents d'Acide Gallique (EAG) à partir de la courbe d'étalonnage utilisant l'acide gallique (Voir l'annexe).

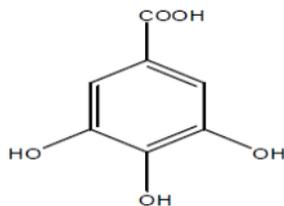


Figure 18 : Structure de l'acide gallique.

III.8. Teneur en Flavonoïdes Totaux (TFT)

La méthode décrite par Kim et ses collaborateurs (Kim et al., 2003) est adoptée pour déterminer la teneur en flavonoïdes dans les différents extraits de quatre noyaux de dattes Hm ; Tk ; Tg et Tn. Un volume de 1mL de chaque extrait convenablement dilué dans le méthanol est ajouté à 0,3mL de nitrite de sodium (NaNO_2 , 5%). Après 5 minutes, on ajoute 0,3mL du chlorure d'aluminium, (AlCl_3 , 10%). Ensuite, après une heure, on ajoute 2mL de soude (NaOH , 1M). La solution est bien homogénéisée et l'absorbance a été mesurée immédiatement à 510 nm ; à l'aide d'un spectrophotomètre (*JENWAY-6300*[®]), contre un blanc (le même mélange excepté de l'extrait qui est remplacé par 0,5 mL de MeOH). Les essais sont reproduits en triplicata.

La quercitrine (Figure 21) a été utilisé comme standard et les flavonoïdes totaux ont été exprimés en mg/g d'Equivalents de Quercitrine (EQ) à partir de la courbe d'étalonnage utilisant la quercitrine (Voir l'annexe).

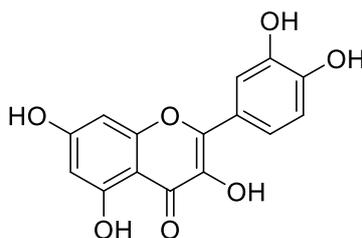


Figure 19 : Structure de la quercétine

III.9. Activité antioxydante

Un antioxydant est toute substance chimique qui, lorsqu'elle est présente en faible concentration comparée à celle du substrat oxydable, retarde ou prévient de manières significatives l'oxydation de ce substrat. Il existe différentes méthodes pour déterminer le potentiel antioxydant de produits alimentaires, actifs, ingrédients, ...etc. Nous pouvons donner quelques types d'analyse : le test TEAC/ABTS⁺, le test DPPH, le test ORAC...etc.

Les méthodes ABTS et DPPH sont couramment utilisés pour analyser les extraits de plantes et de fruits. Ce sont des méthodes anciennes qui une fois standardisées permettent des comparaisons de résultats.

Le test TEAC (Trolox Equivalent Antioxydant Capacity) ou test ABTS⁺; est basé sur la capacité d'un antioxydant à stabiliser le radical cationique ABTS⁺ de coloration bleu-verte en le transformant en ABTS⁺ incolore, par piégeage d'un proton par l'antioxydant à tester.

La méthode de test DPPH est basée sur la dégradation du radical chimique 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle DPPH[•]. Le composé (DPPH) fut l'un des premiers radicaux libres utilisés pour étudier la relation structure-activité antioxydante des composés phénoliques. Il possède un électron non apparié sur un atome du pont d'azote. La réduction de ce radical s'accompagne par son passage de la couleur violette caractéristique de la solution de DPPH à la couleur jaune mesurable par spectrophotométrie à 510 nm. La mesure de la décroissance de coloration violette au cours du temps permet de déterminer la concentration Inhibitrice CI₅₀, temps au bout duquel 50% de coloration est perdue. Généralement interprétée sur la base de la quantité d'un antioxydant nécessaire pour faire diminuer de 50% la quantité initiale

de DPPH (CI_{50}), (des comparaisons de CI_{50} sont réalisées), le résultat est dépendant de la concentration en DPPH initiale.

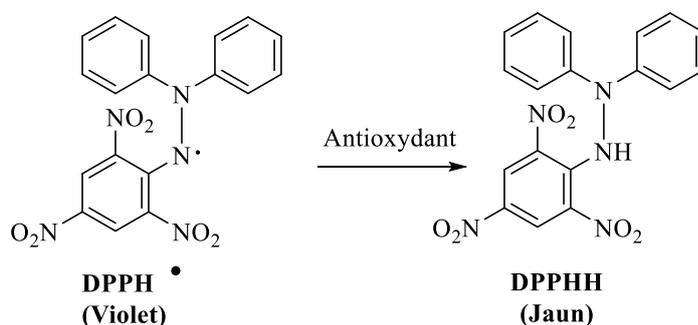


Figure 22 : Piégeage des radicaux libres DPPH

Mise en œuvre pratique : une quantité de 0,2 mL de chaque extrait avec différentes concentrations (de 0,1 à 5 mg/mL dans le méthanol) a été ajouté à 3,8 mL de DPPH (0,3 mM). Le mélange réactionnel a été secoué vigoureusement et incubé à température ambiante pendant 30 minutes à l'obscurité. La réaction de radical DPPH a été surveillée en enregistrant l'absorbance à 517 nm, à l'aide d'une spectrophotométrie UV. Le méthanol a été utilisé comme blanc et l'acide gallique a été utilisé comme standard. La valeur d'absorbance réduite du mélange réactionnel indiquait un pourcentage accru d'activité de piégeage des radicaux libres. Le pourcentage d'inhibition ou d'activité de piégeage de radicaux libres a été calculé en utilisant la formule suivante :

$$\% \text{ d'Inhibition} = \frac{\text{Absorbance Contrôle} - \text{Absorbance Echantillon}}{\text{Absorbance Contrôle}} \times 100$$

D'où, le contrôle (témoin) ne contenant que le méthanol et la solution de DPPH. La valeur de concentration inhibitrice CI_{50} (en mg/mL) est la concentration requise pour inhiber 50% du radical libre DPPH initial, elle a été calculée à partir du graphe de la courbe d'inhibition en utilisant la méthode de Logit(P). Toutes les réactions ont été surveillées en triplicata ($n=3$) et la valeur a été exprimée sous la forme du moyen \pm écart type.

Chapitre IV :

Résultats et Discussions

IV.1. Caractéristiques morphologiques

Le Tableau suivant récapitule les différents caractères généraux et morphologiques de ces quatre variétés utilisées.

Tableau 3 : Caractérisation physicochimique et phytochimique des six cultivars de dattes

	Hm	Tk	Tg	Tn
Palmier de datte				
Forme	Droite	Ronde	Droite	Droite à ovoïde
Taille	Moyenne	Petite	Moyenne	Moyenne
Poids de 10 datte	100,90 g	83,86 g	127,01 g	55,81 g
Couleur	Jaune	Jaune	Marron	Jaune
Consistance	Molle à Demi-molle	Demi-molle sèche	à Molle à Demi-molle	Sèche à Demi-molle
Plasticité	Tendre	Tendre	Tendre	Variable
Texture	Farineuse	Fibreuse	Fibreuse	Farineuse
Goût	Parfumé	Parfumé	Parfumé	Acidulé
Forme du calice	Proéminent	Aplatie	Proéminent	Proéminent
Noyau				
Forme	Droite	Ovoïde	Droite	Variable
Taille	Moyenne	Petite	Moyenne	Moyenne
Rapport Noyau/Fruit	1/2	1/2	1/2	1/2
Poids de 10 noyaux	9,70 g	8,52 g	11,49 g	11,9 g
Couleur	Marron	Beige	Beige	Beige
Surface	Lisse	Lisse	Ridée	Lisse

IV.2. Rendements d'extraction

Le rendement de différents extraits hydro-éthanoliques des variétés de noyaux de dattes sont définis comme étant les rapports de la quantité de substances végétales extraites sur la quantité de matériels végétaux utilisés, ils sont exprimés en pourcentage (%).

Résultats et Discussions

D'après les résultats obtenus dans ce travail, Les rendements d'extraction de polyphénols de noyaux des cultivars Hm, Tk, Tg et Tn sont de 16,39% ; 8,26% ; 5,60% et 9,14% respectivement (Tableau 5).

Tableau 4 : Rendements de l'extraction des différentes variétés de noyaux de dattes.

Extraits	Hm	Tk	Tg	Tn
Rendements (%)	16,39±0,83	8,26±2,72	5,60±1,40	9,14±2,15

Les noyaux de cultivar Hm présente le rendement d'extraction le plus élevé de 16,39% suivi du cultivar Tn avec un rendement de 9,14% et Tk 8,26%. Les rendements d'extractions les plus faibles sont notés chez les cultivars Tg respectivement de 5,60% (Figure 22).

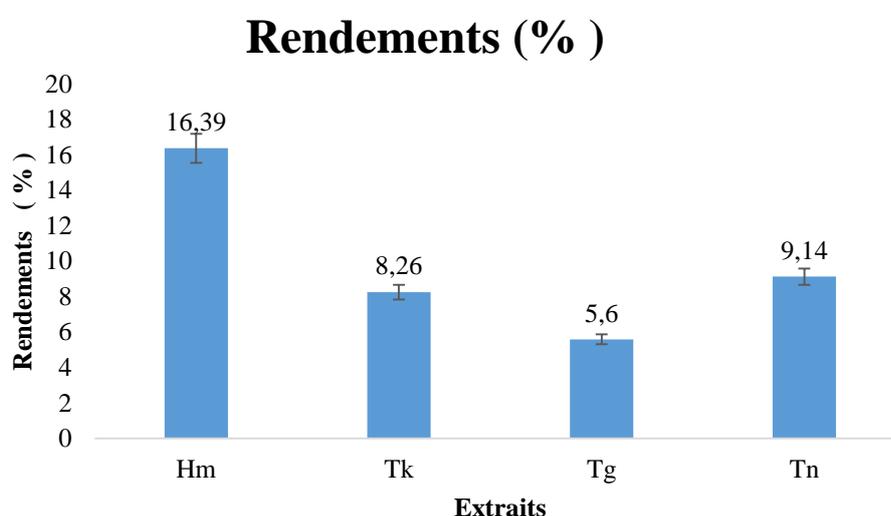


Figure 20 : Rendements de l'extraction des polyphénols à partir des noyaux de dattes

La comparaison de ces résultats avec ceux trouvés dans la littérature montre que ; les différents rendements varient d'une étude à une autre selon plusieurs facteurs. En effet, Messaoudi (2021) a trouvé un bon rendement pour l'extrait méthanolique des variétés Deglet-Nour (10,73 %) et Degla Baidha (8.82 %).

On les trouve, d'une manière générale, le rendement varie en fonction de plusieurs paramètres : le matériel végétal étudié, la variété, les solvants utilisés et notamment de leur polarité : Il dépend aussi aux conditions dans lesquels l'extraction a été effectuée comme : le rapport solvant/solide, la température, le temps et nombre d'extraction. En effet, l'état de maturité des dattes affecte le rendement d'extraction (Messaoudi, 2021).

IV.3. Teneurs en polyphénols totaux TPT

Les teneurs en polyphénols totaux TPT ont été déterminés par la méthode spectrophotométrique de Folin-Ciocalteu. Les résultats obtenus (Tableau 6) sont exprimés en milligramme équivalent acide gallique par gramme de la matière végétale sèche (mg EAG/g) en utilisant l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage de l'acide gallique $y = 0,0174x + 0,1408$; ($R^2 = 0,9885$) (voir annexe 1), à l'aide d'un spectrophotomètre UV-Vis.

Tableau 6 : Teneurs en polyphénols totaux.

Extrais	Hm	Tk	Tg	Tn
TPT (mg EAG/g)	17,31±0,64	51,29±8,71	125,18±3,74	61,83±1,49

Les teneurs en polyphénols totaux des cultivars étudiés dans ce travail varient entre Hm, Tk, Tg et Tn, respectivement 17,31-125,18 mg EAG/g MS. Les valeurs de TPT de l'extrait hydro-éthanolique de noyaux de dattes de Tegazza (125,183 mg EAG/g /MS) et de Tinaceur (61,83 mg EAG/g /MS) sont supérieures aux teneurs d'autres variétés de H'mira et Takerbouchet (Tableau 6). Selon leur teneur en polyphénols, les cultivars étudiés ont été classés par ordre croissant comme suit : Tg > Tn > Tk > Hm.

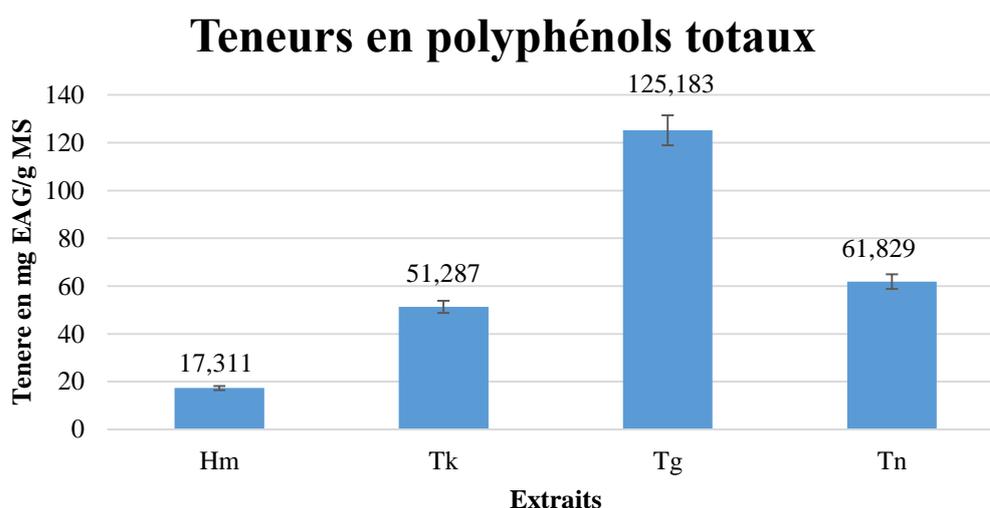


Figure 21 : Teneur en polyphénols totaux de noyaux de dattes

Les valeurs de la teneur en polyphénols totaux trouvées dans cette étude pour les noyaux de dattes de Hm, Tk, Tg et Tn sont supérieures à celles de Deglet-Nour

Résultats et Discussions

(4,66mg EAG/g MS) et de Degla Baidha (3,77 mg EAG/g MS) dans l'étude de Messaoudi (2021).

On trouve aussi que les valeurs de TPT obtenus dans les noyaux de dattes du cultivar Tn (61,83mg EAG/g MS) sont égales ou proches des valeurs obtenues dans les graines de dattes tunisiennes, Ruchdi (60,10 mgEAG/gMS) et Kentichi (65,05 mgEAG/gMS) (Masmoudi et *al*, 2016). Dans la même étude précédente les TPT trouvées dans les noyaux de cultivar Hm sont similaires aux valeurs dans les noyaux de Deglet-Nour issues de la Tunisie avec une valeur de 18,05 mgEAG/gMS (Masmoudi et *al*, 2016).

Toutefois, les résultats du dosage des composés phénoliques n'indiquent pas les valeurs exactes des teneurs en polyphénols totaux, à cause de la faible spécificité du réactif de Folin-Ciocalteu. En effet, le réactif Folin-Ciocalteu peut réagir avec certains sucres réducteurs (glucose, fructose) et les acides aminés (tyrosine, tryptophane) (Gomez-Caravaca et *al*, 2006).

La différence de la teneur en composés phénoliques de noyaux de dattes est due à plusieurs facteurs, comme : la diversité des variétés, les conditions de croissance, la disponibilité en eau, la saison de maturité, l'origine géographique, la température, le type de sol, le choix du solvant et la méthode d'extraction (Hmidani et *al*, 2020).

IV.4. Teneur en flavonoïdes totaux TFT

Les valeurs des teneurs en flavonoïdes (Tableau 7) trouvées dans les noyaux de dattes Hm, Tk, Tg et Tn ont été estimées par la méthode utilisant le trichlorure d'aluminium ($AlCl_3$). La concentration des flavonoïdes est déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue à partir de l'équation linéaire $y = 0,0003 + 0,0127x$; ($R^2 = 0,9831$) (voir l'annexe2). Les teneurs sont exprimées en milligramme d'équivalence de quercétine utilisée comme standard par un gramme de la matière sèche végétale (mg EQ/g MS).

Tableau 7 : Teneur en flavonoïdes totaux.

Extrais	Hm	Tk	Tg	Tn
TFT (mg EQ/g)	72,00±13.33	202,00±8,82	442,00±26.46	510,89±8.39

Les teneurs en flavonoïdes totaux pour les cultivars Hm, Tk, Tg et Tn sont dans la gamme de 72,00 et 510,889mg EQ/g MS.

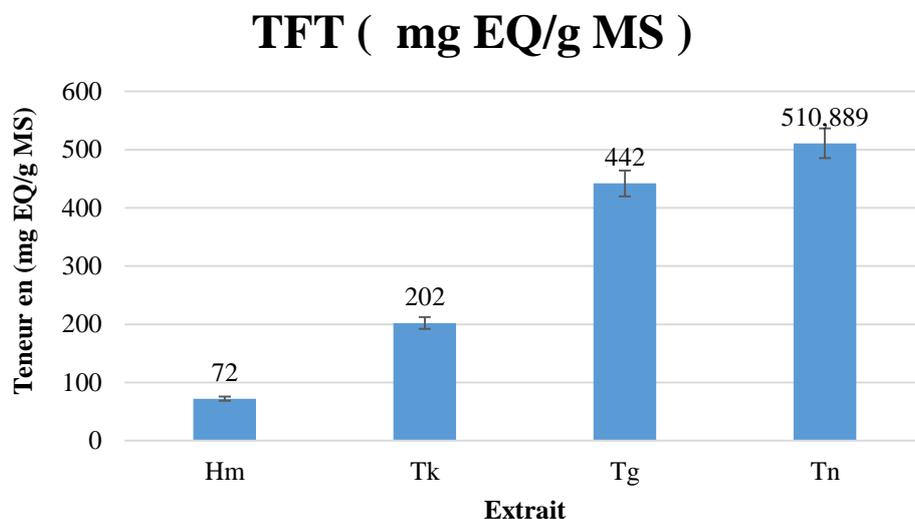


Figure 22 : Teneur en flavonoïdes totaux

Ces résultats obtenus (72,00-510,89mg EQ/g MS) dans ce travail dans les variétés Hm, Tk, Tg et Tn sont inférieurs aux études précédentes, les flavonoïdes dans les extraits éthanoliques de graines de palmier dattier ont été obtenus en fonction de la variété, est de 1211mg QE/g MS dans la variété Deglet-Nour, de 1210 mg QE/g MS dans la variété Ruchdi, de 1270mg QE/g MS dans la variété Ftimi, et de 1450 mg QE/g MS dans les variétés Kentichi (Warnasih et al., 2020).

IV.5. Capacités antioxydantes des extraits de noyaux de dattes

Le test DPPH *in vitro* est considéré comme une méthode valide, précise, reproductible et économique largement utilisée pour évaluer l'activité antiradicalaire ou antioxydante de composés naturels dans les aliments ou les systèmes biologiques. Les résultats de la capacité de piégeage des radicaux libres des polyphénols extraits à partir des noyaux de dattes de Hm, Tk, Tg et Tn sont donnés dans le Tableau 8.

Tableau 8 montre les pourcentages d'inhibition du radical DPPH en fonction des concentrations des extrait.

Tableau 8 : L'activité antioxydante des huiles Hm ; Tk, Tg et Tn (piégeage des radicaux DPPH en %).

Echantillon	Concentration en mg/mL					
	0,1	0,5	1	2	3	5
AG	84,81±4,74	93,90±0,30	94,44±0,17	94,62±0,14	94,78±0,10	94,64±0,10
Hm	27,32±0,20	31,93±0,46	36,76±2,03	47,34±1,24	54,83±0,39	57,13±0,45
Tk	04,93±0,99	06,27±0,14	13,36±7,05	32,24±2,46	47,25±1,57	66,30±1,38
Tg	01,92±0,64	25,92±10,56	86,72±0,24	91,76±2,08	86,04±2,43	90,68±0,06
Tn	14,82±1,81	40,09 ±7,44	48,62±2,92	80,22±2,38	94,89±0,17	94,88 ±0,11

L'activité de piégeage des extraits éthanoliques Hm, Tk, Tg et Tn contre les radicaux DPPH a été examinée pour évaluer leurs propriétés antioxydantes *in vitro*. Ces quatre extraits ont été caractérisés par un effet intéressant de piégeage dépendant de la concentration (variée de 0,1 à 5 mg/mL.) contre les radicaux DPPH. Le pourcentage d'activité de piégeage varie de 01,92–27,32% à 57,13–94,88% pour le test DPPH des extraits éthanoliques de Hm, Tk, Tg et Tn.

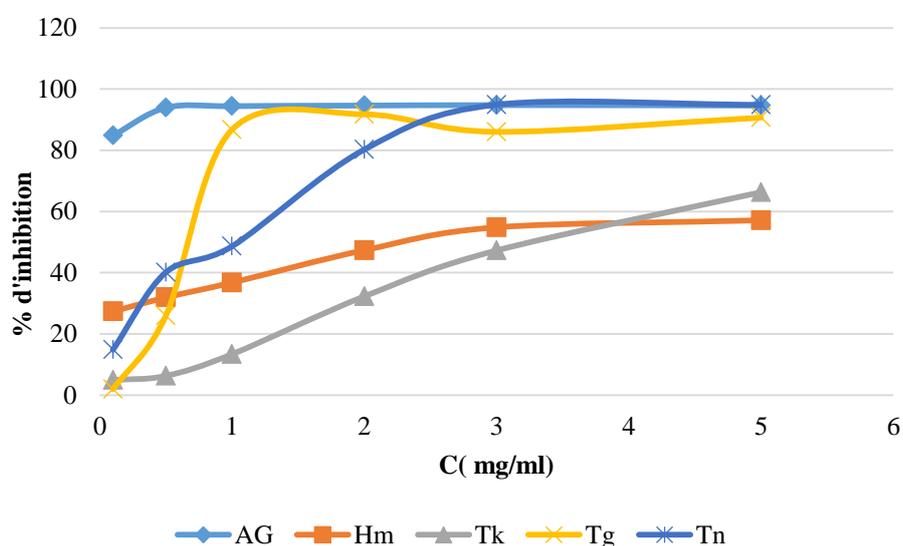


Figure 23 : Effet piégeur du radical DPPH• par des différents extraits

La concentration inhibitrice CI_{50} est inversement liée à la capacité antioxydante d'un composé, car elle exprime la quantité d'antioxydante nécessaire pour diminuer la concentration des radicaux libres à 50%. Plus la valeur CI_{50} est

faible ; Plus l'activité antioxydante d'un produit est élevée. Le Tableau 9 ci-dessous regroupe les valeurs de CI_{50} de ces radicaux.

Tableau 9 : Valeurs de CI_{50} de radicaux DPPH.

Echantillon	CI_{50} en mg/mL
Ac. Gallique	0,0031
Hm	2,283
Tk	3,227
Tg	0,568
Tn	1,061

Les valeurs de CI_{50} étaient comprises entre 0,568 et 3,227 mg/mL. Les extraits éthanoliques des variétés Tegazza (Tg) et Tinaceur (Tn) ont eu les pouvoirs antiradicalaires les plus efficaces (0,568 et 1,061mg/mL, respectivement), ce qui leur confère une capacité antioxydante très puissante. Ces résultats sont en accord avec les teneurs en polyphénols totaux TPT (125,18 et 61,83 mg EAG/g MS respectivement) (Tableau 06), et avec les teneurs en flavonoïdes totaux TFT (442,00 et 510,89 mg EQ/g MS, respectivement) (Tableau 7), qui présentent les plus fortes teneurs, ce qui leur confère un important pouvoir antioxydant. Tandis que l'extrait de la variété Takerbouchet Tk a enregistré le pouvoir antiradicalaire le plus faible ($CI_{50}=3,227$ mg/mL).Le standard utilisé montre une puissante activité antiradicalaire avec une valeur de CI_{50} allant de 0,0031 mg/mL pour l'acide gallique.

La comparaison de nos résultats avec les résultats des autres études réalisées montre que les différences varient d'une étude à une autre. En effet, Masmoudi et *al* (2016) ont testé la capacité antioxydante des extraits de quatre variétés de noyaux (Deglet Nour, Ruchdi, Ftimi et Kentichi) de Tunisie, le CI_{50} trouvée est variée de 0,032 à 0,085 mg/mL (Masmoudi et *al*, 2016).Néanmoins, nos résultats étaient inférieurs à ceux rapportés par Ghafouret *al.*2022 (CI_{50} est de 0,228–0,109 mg/mL) sur des extraits de noyaux de datte(Ghafoor et al., 2022).

Conclusion

Conclusion :

Dans les dernières décennies, il y a eu un intérêt croissant pour la connaissance et l'usage des plantes médicinales et leur utilisation traditionnelle dans le domaine de la santé publique grâce aux thérapeutiques qu'elles procurent. Cette diversité en propriétés biologiques importantes est liée aux vertus thérapeutiques et pharmacologiques attribuées à une large gamme de substances bioactives synthétisées par la plante comme des agents médicinaux qui pourraient exercer des activités biologiques (anticancéreuse, anti-inflammatoire, antimicrobienne, antimutagène et antioxydante).

Dans le présent travail, nous avons tenté de contribuer à la valorisation de noyaux de dattes (*Phoenix dactylifera* L.) utilisés en médecine traditionnelle, qui possèdent des vertus thérapeutiques qui nécessitent des études plus approfondies. . Nous avons étudié la capacité antioxydante et anticorrosion de ces quatre variétés de noyaux de dattes.

Le rendement le plus élevé a été enregistré avec l'extrait de noyaux de dattes de la variété H'mira (16.39%), variété Tegazza qui a obtenu le rendement le plus faible (5,60%).

Le dosage des polyphénols totaux et flavonoïdes montre une différence dans d'une variété à une autre. Les teneurs les plus élevées ont été obtenues dans l'extrait de noyaux de dattes de la variété Tegazza, avec des valeurs égales à 125.183 ± 3.735 mg EAG/g MS et les teneurs en flavonoïdes les plus élevées représentent dans la variété Tinaceur $510,89 \pm 8.39$ mg EQ/g MS, respectivement.

Les extraits de noyaux de dattes des variétés Tinaceur et Tegazza ont enregistrés des activités antioxydantes les plus élevées avec par le test de DPPH (0.568 et 1,061 mg/ml).

Sachant que le palmier dattier considéré comme le patrimoine de notre pays, il doit être préservé d'abord et valorisé pour contribuer à la préservation de la biodiversité. Malgré les caractéristiques thérapeutiques de noyaux de dattes et le réservoir important qu'ils représentent de métabolites secondaires, des quantités importantes d'entre elles sont jetées. Ces propriétés qui demandent d'être exploitées

CONCLUSION

par les recherches approfondies et minutieuses. Donc nous proposons les perspectives suivantes :

- Séparation et caractérisation des composés bioactifs dans les noyaux de dattes ainsi que l'étude leurs mécanismes réactionnels et modes d'action séparément.
- Exploitation de ces résultats dans le domaine agro-alimentaire pour obtenir des additifs alimentaires naturels

References bibliographiques

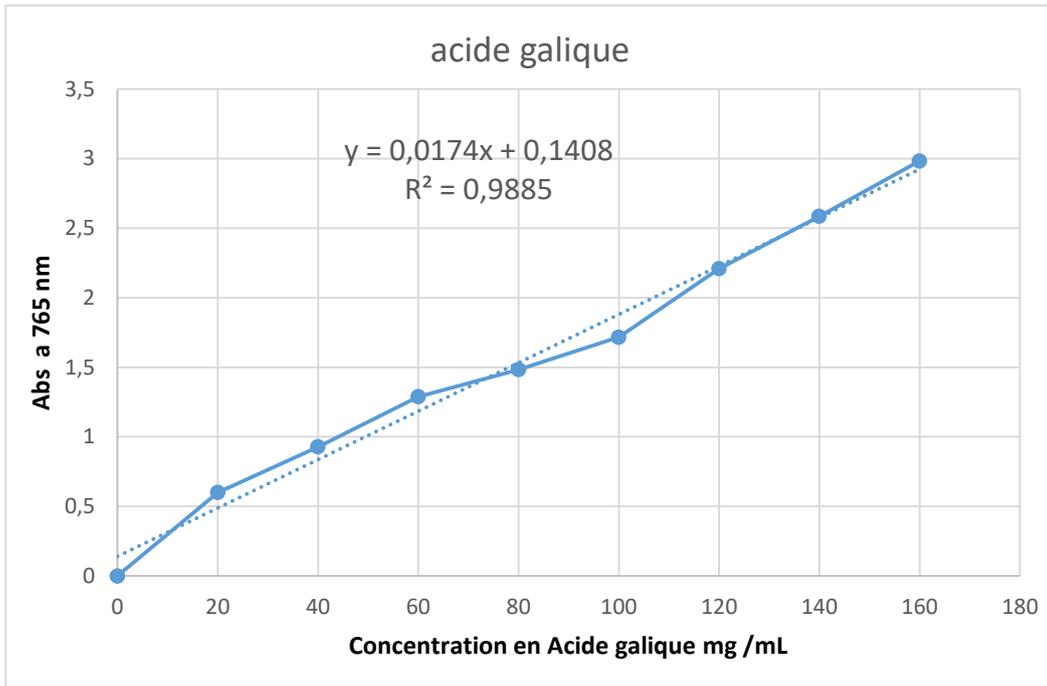
- Abou-Zeid, A.A., Baeshin, N.A., Baghlaf, A.O. 1991. The formation of oxytetracycline in a date-coat medium. *Bioresource Technology*, 37, 179-84.
- Achoura A. (2013). Contribution à la connaissance des effets des paramètres écologiques oasiens sur les fluctuations des effectifs chez les populations de la cochenille blanche du palmier dattier *Parlatoria blanchardi* Targ. 1868, (Homoptera, Diaspididae) dans la région de
- Ahmed, H. S. (2015). Etude de l'alimentation hydrique du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) dans le contexte pédoclimatique de la zone littorale de la République de Djibouti (Doctoral dissertation, Université d'Orléans).
- Akasha IAM. (2014). Extraction and characterisation of protein fraction from date palm (*Phoenix dactylifera* L.) seeds. Thèse de doctorat. Université Heriot-Watt.
- Albuquerque, C. H. D., Tavares, J. F., Oliveira, S. L. D., Silva, T. S., Gonçalves, G. F., Costa, V. C. D. O., ... & Silva, M. S. D. (2014). Flavonoïdes glycosylés de *Erythroxylum pulchrum* a. st.-hil. (Erythroxylaceae). *Química Nova*, 37, 663-666.
- Al-farsi M, Alasalvar C, Al-Abid C.M, Al-Shoaily K, Mansorah Al-Amry, Al- Rawahy F, (2007), Composition and functional characteristics of dates, syrups, and their by-products, *Food chemistry*, 104, pp943-947
- Al-kalifah N S et Shanavaskhan A E, 2012. Micropropagation of Date Palms. Asia-Pacific Consortium on Agricultural Biotechnology (APCoAB) and Association of Agricultural Research Institutions in the Near East and North Africa (AARINENA). Book. Pusa Compus, Saudi Arabia, 54 p
- Almana H.A, Mahmoud R.M, (1994), palme date seeds as an alternative source of dietary fibre in Saudi bread, *Ecology of food and nutrition*, vol.32, pp-261-270.
- Al-Shwyeh H. A. (2019). Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.) Fruit as Potential Antioxidant and Antimicrobial Agents. *Journal of pharmacy & bioallied sciences*, 11(1), 1–11.
- Amellal H, (2008), aptitude technologiques de quelques variétés communes de dattes, formulation d'un yaourt naturellement sucré et aromatisé, thèse doctorat, université M'hamed Bougara-Boumerdes
- Anjarne M, Bougerfaoui M et Abahmane L, 2005. La multiplication in vitro du palmier dattier : Un outil de développement des palmeraies marocaines dévastées par la maladie du Bayoud ; Actes du symposium international sur: Le développement durable des systèmes oasiens. Ed. INRA. Maroc. 80-84 Pp.
- Azam, S., Hadi, N., Khan, N. U., & Hadi, S. M. (2004). Prooxidant property of green tea polyphenols epicatechin and epigallocatechin-3-gallate: implications for anticancer properties. *Toxicology in vitro*, 18(5), 555-561.
- Babahani, S. (1998). Contribution à l'amélioration de quelques aspects de la conduite du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). Mem. de Magister. INA. El Harrach. Alger.
- Barakat, H.; Alfheaid, H.A. Date Palm Fruit (*Phoenix dactylifera* L.) and Its Promising Potential in Developing Functional Energy Bars: Review of Chemical, Nutritional, Functional, and Sensory Attributes. *Nutrients* 2023, 15, 2134.
- Belaroussi, M. E. (2019). Etude de la production du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) variété Deglet Nour: cas des régions de Oued Mya et Oued Righ (Doctoral dissertation, 2019).
- Belguedj, M. (2007). Evaluation du sous-secteur des dattes en Algérie. INRAA El-Harrach.
- Ben Chennouf A. (1971). Le palmier dattier. Station expérimentale d'Ain Ben Naoui. Biskra, 22 p.

- Ben Khalifa K., 1991 – Introduction à l'étude de la bio-écologie de l'Apate monachus Fab. (Coleoptera, Bostrychidae) avec une proposition d'un programme de lutte. Thèse Ing.Inst. Technique d'agriculture saharienne. Ouargla, 72 p.
- Besbes S, Christophe B, Claude D, Georges L Nouredine D, Hamadi A, (2005), heating effects on some quality characteristics of date seed oil, Foodchemistry, 91, 469-476
- Biskra. Thèse de doctorat. Université Mohamed Kheider, Biskra.
- Bouchouka, E. (2016). Extraction des polyphénols et étude des activités antioxydante et antibactérienne de quelques plantes Sahariennes. *Thesis*, 114.
- Bouguedoura N. (1991). Connaissance de la morphogenèse du palmier dattier (Phoenix dactylifera L.). Etude in situ et in vitro du développement morphogénétique des appareils végétatif et reproducteur. Thèse de doctorat. Université des Sciences et de la Technologie
- Bouguedoura N., 1991- Connaissance de la morphogenèse du palmier dattier. Etude in situ et in vitro du développement morphogénétique des appareils végétatifs et reproducteurs. Thèse de Doctorat. U.S.T.H.B. Alger, 201 p.
- Britannica, T. Editors of Encyclopaedia (2023, May 2). date palm. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/plant/date-palm>.
- Brouyère, S., Briers, P., Schmit, F., Sohier, C., Degré, A., Descy, J. P., ... & Orban, P. (2016). Rapport final de la convention relative à la caractérisation complémentaire des masses d'eau dont le bon état dépend d'interactions entre les eaux de surface et les eaux souterraines.
- Bruneton, J. (2009). Composés Phénoliques. *Pharmacognosie - Phytochimie, Plantes Médicinales.*, 442–461.
- Bruneton, J. (2015). Pharmacognosie : Phytochimie, Plantes médicinales. 5ème édition. Edition Lavoisier Tec & Doc. Médicales Internationales, Paris, p 1504 .
- Chao, C. T., & Krueger, R. R. (2007). The Date Palm (Phoenix dactylifera L.): Overview of Biology, Uses, and Cultivation, HortScience horts, 42(5), 1077-1082.
- Chehna, A., & Longo, H. F. (2001). Valorisation des sous-produits du palmier dattier en vue de leur utilisation en alimentation du bétail. Rev. Energ. Ren.: Production et Valorisation–Biomasse, 59-64.
- Chez, T., Maki, L. E., Catta, L., Marcel, C., & Simmen, B. (2007). *La perception gustative et la consommation des tannins chez le maki (Lemur catta) Sylvie Peronny To cite this version : HAL Id : tel-00125461 Le 1 er décembre 2005.*
- Daher A. (2010). Détermination du sexe du palmier dattier : Approches histo-cytologiques et. Thèse de doctorat. Université de Montpellier.
- dans une crème cosmétique de soin. boumerdés: Université M'hamed Bougara
- Devshony S., Eteshola E., Shani A., 1992. Characteristics and Some Potential applications of Date Palm (phoenix dactylifera. L) Seeds and Seed Oil. J.A.O.C.S., 69(6) : 595-597
- Djouab A, (2007), préparation et incorporation dans la margarine d'un extrait de dattes des variétés sèches, mémoire de magistère, université El barnaoui, O. (2016). Journal Algérien des Régions Arides (JARA). CRSTRA, 84
- Elarem, A.G., Flamini, G., Emna, B.S., Issaoui, M., Zeyene, N., Ferchichi, A., Hammami, M., Helal Ahmed, N., Achour, L. 2011. Chemical and aroma volatile compositions of date palm (Phoenix dactylifera L.) fruits at three maturation stages. Food Chemistry, 127, 1744-1754.
- Elkotbi, y., Moulay Hassan, M., & Omari, B. (2018). *Etude quantitative des composés phénoliques des extraits de cinq cultivars de dattes du* (Doctoral dissertation, université d'adrar).
- Elleuch, M., Besbes, S., Roiseaux, O., Blecker, C., Deroanne, C., Drira, N., and Attia, H. 2008. Date flesh : Chemical composition and characteristics of the dietary fibre. Food Chemistry, 111, 676-682.
- Fandougouma, O., Kalloum, S., Bradai, L., & Compagnone, D. (2022). AGRICULTURAL BY-product recycling in the production of oils and biodiesel. *UPB Scientific Bulletin, Series B: Chemistry and Materials Science*, 84(1), 85–96.

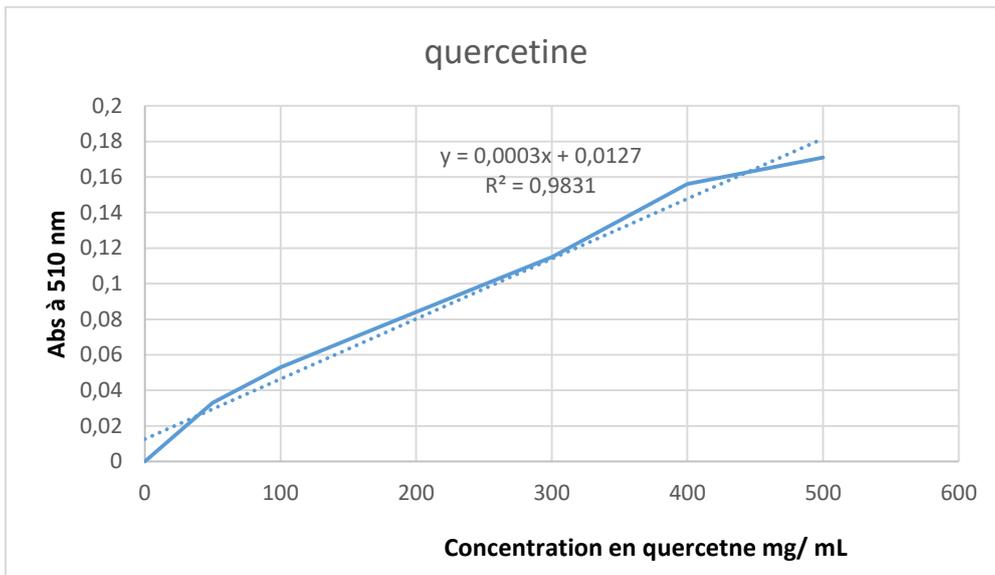
- Fki L, Bahloul M, Masmoudi R et Drira N, 2001. Etude des capacités germinatives des embryons somatiques chez le Palmier Dattier : Dessiccation, Corrélations Morphogénétiques et Investigations biochimiques. Éd. IRD. Montpellier. Pp : 256-269.
- Food and Agriculture Organization. Food and Agriculture Organization. FAOSTAT—Dates—Crops and livestock products (Production). Available online: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (accessed on 18 May 2023).
- Fukaik., ISHIGAMI T. et HARA Y., 1991-Antibacterial activity of tea polyphenols against phytopathogenic bacteria. *Agricultural and Biological Chemistry*. 55 : 1895-1897.
- GHEDADBA N., HAMBABA L., AYACHI A., ABERKANE M.C., BOUSSELSA H. et OUELD-MOKHTAR S.M., 2015-Polyphénols totaux, activités antioxydante et antimicrobienne des extraits des feuilles de Marrubium deserti de Noé. *Phytothérapie*. 13(2) : 1181-29.
- Girard, 1962: Note sur le palmier dattier. C.F.P.A. de Touggourt, 133 p.
- Girard, P. (1962). Le palmier dattier. MARA, Direction Départementale de l'agriculture des oasis. CFPA. Sidi-Mahdi Touggourt (oasis). 136 pages.
- Gomez-Caravaca AM, Gomez-Romeo M, Arraez-Roman D, Segura-Carretero A et Fernandez-Gutierrez A. (2006). Advances in the analysis of phenolic compounds in products derived from bees. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 41(4): 1220-1234.
- Gros-Balthazard, M. (2012). Sur les origines, l'histoire évolutive et biogéographique du palmier-dattier (*Phoenix dactylifera* L.): l'apport de la génétique et de la morphométrie (Doctoral dissertation, Montpellier 2)
- Gros-Balthazard, M., Newton, C., Ivorra, S., Pintaud, J. C., & Terral, J. F. (2013). Origines et domestication du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). État de l'art et perspectives d'étude. *Revue d'ethnoécologie*, (4).
- Guignard J et al, 2001. Botanique systématique moléculaire, 2ème édition, Paris, 122 p.
- Hartzfeld, P. W., Forkner, R., Hunter, M. D., & Hagerman, A. E. (2002). Determination of hydrolyzable tannins (gallotannins and ellagitannins) after reaction with potassium iodate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(7), 1785–1790. <https://doi.org/10.1021/jf0111155>
- Hmidani A, Bourkhis B, Khouya T, Ramchoun M, Filali-Zegzouti Y et Alem, C. (2020). Phenolic profile and anti-inflammatory activity of four Moroccan date (*Phoenix dactylifera* L.) seed varieties. *Heliyon*, 6(2), e03436.
- Houari Boumediene (USTHB), Alger.
- Kim, D. O., Jeong, S. W., & Lee, C. Y. (2003). Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food chemistry*, 81(3), 321-326
- Lasram, M., Mzali, M. T., Rhouma, A. (2002). Le palmier dattier, In : l'arboriculture fruitière en Tunisie, 2 : 202-207.
- Lebham, 2005. Thèse au Laboratoire d'Ecophysiologie et de Biotechnologie des Halophytes et des Algues au sein de l'Institut Universitaire Européen de la Mer (IUEM)-Université de Bretagne Occidentale (UBO).
- Lecheb, F. (2010). Extraction et caractérisation physico-chimique et biologique de la matière grasse du noyau des dattes : essai d'incorporation
- Luthria ,D. L., Mukhopadhyay, S. Krizek, D. T. (2006). Content of total phenolics and phenolic acids in Tomato (*Lycopersicon Esculentum* Mill.) fruits as influenced by cultivar and solar UV radiation. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19, 771-777.
- M'hamed Bougara-Boumerdes
- Masmoudi-Allouche, F., Touati, S., Mnafigui, K., Gharsallah, N., El Feki, A., & Allouche, N. (2016). Phytochemical profile, antioxidant, antibacterial, antidiabetic and anti-obesity activities of fruits and pits from date palm (*Phoenix dactylifera* L.) grown in south of Tunisia. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 5(3), 15-22.
- Messaoudi, A. *Evaluation de l'activité antioxydante et anticorrosion des extraits de quelques cultivars des dattes de la région d'Oued Souf* (Doctoral dissertation, Université Kasdi Merbah-Ouargla) .

- Molino, S., Dossena, M., Buonocore, D., Ferrari, F., Venturini, L., Ricevuti, G., & Verri, M. (2016). Polyphenols in dementia: From molecular basis to clinical trials. *Life Sciences*, 161, 69-77.
- Morin, O., & Pagès-Xatart-Parès, X. (2012). Huiles et corps gras végétaux: ressources fonctionnelles et intérêt nutritionnel. *Oléagineux, Corps gras, Lipides*, 19(2), 63-75
- Morton, J. 1987. Date. p. 5–11. In: *Fruits of warm climates*. Julia F. Morton, Miami, FL
- Muanda, F., Gahungu, N. P., Wood, F., & Bertrand, J. T. (2018). Attitudes toward sexual and reproductive health among adolescents and young people in urban and rural DR Congo. *Reproductive health*, 15, 1-14.
- Munier P., 1973 – Le palmier dattier. Ed. G.-P. Maisonneuve & Larousse. Paris, 221 p.
- Munier P., 1973: Le palmier dattier. Paris: Ed. Maisonneuve, 217 p
- Munier, P. (1973). Le palmier dattier Techniques agricole et productions tropicales. Paris :Maison Neuve et Larose, 143-174.
- Munier., 1973. Le palmier dattier .G.P. Maisonneuve et la rose, Paris, 221p.
- Pérez-Pérez, E., Vit, P., & Huq, F. (2013). Flavonoids and polyphenols in studies of honey antioxidant activity. *Int J Med Plant Altern Med*, 1 (4), 63-72.
- Peyron G. (2000). Cultiver le palmier dattier. Groupe de Recherche et d'Information pour le Développement de l'Agriculture d'Oasis, 109 p.
- Sawaya, W.N., Khatchadourian, H.A., Khalil, J.K., Safi, W.M., Al-Shalhat, A. 1983. Growth and Compositional Changes During the Various Developmental Stages of Some Saudi Arabian Date Cultivars. *Journal of Food Science*, 47, 1489-1497.
- Sedra M H, 2003. Le Palmier Dattier base de la mise en valeur des oasis au Maroc: Techniques phoenicicoles et Création d'oasis. Éd. INRA. Maroc. 265 p.
- Sedra MH. 2003. Le palmier dattier base de la mise en valeur des oasis au Maroc. INRA, p25
- Sedra, M. H. (2003). Le palmier dattier base de la mise en valeur des oasis au Maroc: techniques phoenicicoles et création d'oasis. INRA Editions
- Statista: *Date palm: global harvested area by leading country 2021* / Statista. (s. d.). Available online: <https://www.statista.com/statistics/960426/harvested-area-of-dates-by-leading-country-worldwide/> (accessed on 18 May 2023).
- TOUTIN, G., 1990 : Élément d'agronomie Saharienne, de la recherche ou développement, I.N.R.A, éd. JOUVE, Paris, pp.205-213.
- Wertheimer M, 1956. Recherches et observations sur la plantation des "rejets" de la Palmiers Dattiers (*Phoenix dactylifera* L.) dans les Zibans (Région de Biskra). *Revus. Fruits*-Vol 11. N° 11. Pp :481-487
- Zhang, X., Zhou, X., Lin, M., & Sun, J. (2018). Shufflenet: An extremely efficient convolutional neural network for mobile devices. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 6848-6856).

Annexes



Annexe 1 : Courbe d'étalonnage d'acide gallique pour le dosage des phénols totaux.



Annexe 2 : Courbe d'étalonnage de quercétine pour le dosage des flavonoïdes