



Université Mohamed Khider de Biskra  
Faculté des sciences exactes et sciences de la nature et de la vie  
Département des sciences de la nature et de la vie

# MÉMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences de la nature et de la vie  
Filière : Sciences biologiques  
Spécialité : Biochimie appliquée

Réf. : .....

---

Présenté et soutenu par :  
**Kaouther GHENBAZI**  
**Meriem BERRAMDANE**

Le : samedi 10 octobre 2020

## Thème

**Etude biochimique des palmiers dattiers mâles (*Phoenix dactylifera* L.) dans la région d'Oued Righ**

---

### Jury :

Mme. Hanane ACHOUR	MAA	Université de Biskra	Président
M. Bilal BENAMOR	MCB	Université de Biskra	Rapporteur
M. Amirouche DEGHIMA	MAA	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire : 2019 - 2020

# Remerciements

Tout d'abord, louange à « ALLAH » : le tout puissant, le très miséricordieux qui nous a donné la santé, la force, le courage et l'opportunité de mener ce travail à terme.

Nos remerciements les plus particulièrement à notre promoteur, Mr. BENAMOR Bilal pour nous avoir encadré et diriger avec une grande rigueur scientifique. La qualité de sa formation et de ses conseils, le soutien et la confiance qu'il nous accordés, nous permis de passer cette période de recherche dans les meilleurs conditions.

Nous remercions les honorables membres du jury qui nous ont font l'honneur de corriger et juger notre travail.

Nous remercions les responsables au niveau des laboratoires de biologie, Université Mohamed Khider Biskra.

Nous tenons remerciements au directeur et les responsables de laboratoire de Institut National de la Protection des Végétaux "INPV " de Sidi Okba de nous avoir accueilli au sein de son laboratoire pour effectuer une partie de ce travail.

Nos hommages également à tous nos Enseignants du Département de sciences biologiques pour avoir fortement contribué à enrichir nos connaissances.

Nos remerciements à toute la promotion de science biologique .Et à tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce travail et dont les noms ne sont pas cités.

## **Dédicace**

*C'est avec l'aide et la grâce du Dieu que j'ai achevé ce modeste travail  
que je dédie :*

*À ma très chère mère Akila*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et  
ma considération pour les sacrifices que tu as  
consenti pour mon instruction et mon bien être je me rappelle toujours de  
tous les moments où tu m'as poussé à travailler et à réussir.*

*À mon très cher père Ahmed*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, et le respect que  
j'ai toujours eu pour vous. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu  
as consentis pour mon éducation et ma formation.*

*Ma mère , Mon père Un grand merci à vous . Que Dieu vous préserve  
toujours dans  
ce monde en bonne santé.*

*À mes frères : Oussama et Yasser. À mes sœurs : en particulier ma proche  
Belkis et les petites Sadjida et Djinane.*

*Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de  
réussite*

*Aux âmes de mes grandes- mère et a tous les membres de ma grande  
famille Ghenbazi et Berrached sans aucune exception.*

*À mon fiancé DJ.Amor et sa famille et je le remercie de m'aider et ma  
compagné dans cet effort.*

*À mes chères amies et collègues.*

*À Mon binôme dans ce travail Meriem , Mon compagnon pendant cinq  
ans dans la lutte scolaire, , Abla, Youssra , Chaïma et mes proches Leïla  
et Ahlam.*

*Kaouther*

## Dédicace

*Je dédie ce modeste travail,*

*À ma chère mère Ghania et à mon cher père Nasrallah qui ont consacré toute leur vie pour m'éduquer et m'élever dans le confort. Que leur sacrifice ne soit jamais oublié.*

*Je le dédie aussi à mes chers frères Saad, Khaled, Mohamed et ma sœur Nessma qui m'a soutenu, encouragé et accompagné dans le parcours de la vie*

*À mon fiancé Alla Eddine et sa famille*

*À mes neveux Adam et katar Al-Nada et mes belles - sœurs*

*À ma grand-mère Hadda et Cherifa et à mes grands-parents*

*À mes proches Djouhaina et Kaouther pour leurs écoutes et leur Sincère amitié, vous êtes pour moi des sœurs sur qui je peux compter.*

*À tous les membres de ma grande famille Berramdane et Aouiche et*

*À mes chères amies.*

**Mreiem**

# Sommaire

Liste des Tableaux .....	I
Liste des Figures .....	II
Liste des abréviations .....	III
Introduction .....	1

## Première partie :SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

### Chapitre 1. PALMIER DATTIER

1.1. Taxonomie du palmier dattier .....	3
1.2. Description morphologique du palmier dattier .....	3
1.2.1. Partie souterraine (système racinaire) .....	3
1.2.2. Partie aérienne .....	3
1.2.2.1. Tronc ou stipe.....	3
1.2.2.2. Palmes.....	3
1.2.2.3. Organes floraux.....	4

### Chapitre 2. METABOLITES PRIMAIRES ET SECONDAIRES

2.1. Métabolites primaires .....	5
2.2. Métabolites secondaires.....	6
2.2.1. Polyphénols .....	6
2.2.1.1. Généralités .....	6
2.2.1.2. Classification.....	6
2.2.2. Flavonoïdes .....	6
2.2.2.1. Généralités .....	6
2.2.2.2. Structure.....	7
2.2.2.3. Biosynthèse .....	7
2.2.2.4. Classification.....	8

2.3. Propriétés des composés phénoliques .....	9
2.3.1. Activité antioxydant.....	9
2.3.2. Activité antimicrobienne .....	9
2.3.4. Autres activités des composés phénoliques .....	9
2.4. Métabolites secondaires du palmier dattier .....	10

## **Deuxième partie : PARTIE EXPERIMENTALE**

### **Chapitre 3. MATERIEL ET METHODES**

3.1. Matériel.....	11
3.1.1. Présentation de la région d'étude.....	11
3.1.1.1. Situation géographique .....	11
3.1.1.2. Données climatiques.....	11
a. Température.....	12
b. Précipitation .....	12
c. Diagramme Ombrothermique.....	13
d. Indice d'aridité de Martonne .....	13
3.2. Méthodes .....	14
3.2.1. Echantillonnage .....	14
3.2.2. Préparation des échantillons .....	14
3.2.2.1. Séchage des folioles .....	14
3.2.3. Préparation des extraits .....	14
3.2.3.1. Extraction hydro-méthanolique.....	14
3.2.4. Calcule le rendement.....	15
3.2.5. Dosage des polyphénols .....	15
3.2.5.1. Principe .....	15
3.2.5.2. Mode opératoire .....	15

3.2.6. Dosage des flavonoïdes.....	16
3.2.6.1. Principe .....	16
3.2.6.2. Mode opératoire .....	17
3.2.7. Extraction et dosage des protéines.....	17
3.2.7.1. Extraction des protéines.....	17
3.2.7.2. Dosage des protéines .....	18
3.2.8. Extraction et dosage des sucres .....	19
3.2.8.1. Extraction des extraits des sucres.....	19
3.2.8.2. Dosage des sucres totaux .....	19
a. Principe .....	19
b. Mode opératoire.....	19
3.2.9. Etude statistique.....	20
3.2.9.1. Analyse de variance (ANOVA) à un facteur contrôlé.....	20
3.2.9.2. Analyse des différences entre les modalités et comparaison des moyennes à l'aide test de Tukey.....	20
3.2.9.3. Test de corrélation .....	20

#### **Chapitre 4. RESULTATS ET DISCUSSION**

4.1. Metabolites secondaires.....	21
4.1.1. Rendement d'extraction .....	21
4.1.1.1. Analyse de variance.....	22
4.1.1.2. Classement et regroupement des types de palmiers mâles .....	22
4.1.2. Dosage des polyphénols totaux .....	23
4.1.2.1. Analyse de variance.....	24
4.1.2.2. Classement et regroupement des types de palmiers mâles .....	25
4.1.3. Dosage des flavonoïdes.....	26

4.1.3.1. Analyse de variance.....	27
4.1.3.2. Classement et regroupement des types de palmiers mâles .....	28
4.2. Metabolites primaires .....	29
4.2.1. Dosage de protéines totales .....	29
4.2.1.1. Analyse de variance.....	30
4.2.1.2. Classement et regroupement des types de palmiers mâles .....	31
4.2.2. Dosage des sucres totaux .....	31
4.2.2.1. Analyse de variance.....	32
4.2.2.2. Classement et regroupement des types de palmiers mâles .....	33
4.3. Corrélation entre les différents caractères étudiés .....	34
<b>Conclusion .....</b>	<b>36</b>
<b>Références .....</b>	<b>38</b>
<b>Annexes</b>	

# Liste des Tableaux

<b>Tableau 1.</b> Les températures mensuelles moyennes d'Oued Righ de la période 2009_2019.....	12
<b>Tableau 2.</b> Les précipitations mensuelles moyennes d'Oued Righ de la période 2009_2019.....	12
<b>Tableau 3.</b> Préparation de la courbe d'étalonnage pour le dosage des protéines. ....	18
<b>Tableau 4.</b> Les rendements (%) des extractions des composés phénoliques d'extrait de feuille..	21
<b>Tableau 5.</b> Analyse de la variance des résultats de la teneur en rendement d'extraction. ....	22
<b>Tableau 6.</b> Analyse des différences entre les modalités et comparaison des moyennes. ....	22
<b>Tableau 7.</b> Dosage quantitatif des polyphénols totaux. ....	23
<b>Tableau 8.</b> Analyse de la variance des résultats de la teneur en polyphénols. ....	24
<b>Tableau 9.</b> Analyse de la variance des résultats de la teneur en polyphénols. ....	25
<b>Tableau 10.</b> Analyse des différences entre les modalités et comparaison des moyennes. ....	25
<b>Tableau 11.</b> Dosage quantitatif des flavonoïdes. ....	26
<b>Tableau 12.</b> Analyse de la variance des résultats de la teneur en flavonoïdes totaux. ....	27
<b>Tableau 13.</b> Analyse de la variance des résultats de la teneur en flavonoïdes totaux. ....	27
<b>Tableau 14.</b> Analyse des différences entre les modalités et comparaison des moyennes. ....	28
<b>Tableau 15.</b> Dosage quantitatif de protéines totales. ....	29
<b>Tableau 16.</b> Analyse de la variance des résultats de la teneur en protéines. ....	30
<b>Tableau 17.</b> Analyse de la variance des résultats de la teneur en protéines. ....	30
<b>Tableau 18.</b> Analyse des différences entre les modalités et comparaison des moyennes. ....	31
<b>Tableau 19.</b> Dosage quantitatif des sucres totaux. ....	31
<b>Tableau 20.</b> Analyse de la variance des résultats de la teneur en sucres. ....	32
<b>Tableau 21.</b> Analyse de la variance des résultats de la teneur en sucres. ....	33
<b>Tableau 22.</b> Analyse des différences entre les modalités et comparaison des moyennes. ....	33
<b>Tableau 23.</b> Matrice de corrélation entre les paramètres biochimiques étudiés. ....	34

# Liste des Figures

<b>Figure 1.</b> Situation géographique d'El Meghaier. ....	11
<b>Figure 2.</b> Diagramme Ombrothermique de la région d'Oued Righ, de la période 2009 – 2019... 13	13
<b>Figure 3.</b> Courbe d'étalonnage d'acide gallique. ....	16
<b>Figure 4.</b> Courbe d'étalonnage de la quercétine. ....	17
<b>Figure 5.</b> Courbe d'étalonnage de sérum d'albumine bovine. ....	19
<b>Figure 6.</b> Courbe d'étalonnage de glucose. ....	20

# Liste des abréviations

**AlCl<sub>3</sub>**: Trichlorure d'Aluminium

**ANOVA**: Analyse de variance

**BBC**: Bleu brillant de Coomassie (poudre)

**BSA**: Albumine de sérum de bœuf

**DSA**: Direction des Services Agricoles

**DB**: Degla Beida

**DN**: Deglet Nour

**EBr**: Extrait Brut

**EBrHAl**: Extrait Brut hydro-alcoolique

**EQ**: Equivalent de quercétine

**EqAG**: Equivalent d'acide gallique

**FAO**: Food and Agriculture Organization

**GH**: Ghars

**INPV**: Institut National de la Protection des Végétaux

**NaOH**: Hydroxyde de Sodium

**ONM**: Office National de Météorologie

**P**: Précipitation

**P**: Probabilité

**R**: Coefficient de corrélation

**T moy**: Température Moyen

**UV**: Ultra Violet

**$\alpha$** : Seuil de signification

# **Introduction**

## Introduction

Dans le Sahara, la grande diversité des plantes et d'arbres s'est adaptée au climat désertique pour pouvoir survivre aux conditions extrêmes. Parmi ces plantes, la plus connue du milieu oasien est « le palmier dattier » (Munier, 1973 ; Baliga *et al.*, 2011).

Le palmier dattier est une espèce dioïque, il y a donc des palmiers mâles et des palmiers femelles (Munier, 1973). Cette espèce est très importante ayant une grande valeur dans plusieurs domaines: environnemental, agricole et socio-économique (nutrition, médecine, ...) (Retima, 2015). Elle offre, outre la production des dattes, la possibilité de développer des cultures sous-jacentes (arbres fruitiers, céréales, légumes). En effet, il atténue l'ensoleillement important propre à ces régions, il maintient un certain degré d'humidité et il protège du vent (Boughediri, 1994).

Les palmiers sont des plantes cultivées à grande échelle en Algérie et occupant une place très importante dans l'économie nationale, garantissant d'une part les revenus des sociétés agricoles traditionnelles du désert, et d'autre part, en se classant en deuxième position, après les hydrocarbures, comme source de devises (Achoura, 2013).

En Algérie, les palmeraies sont situées au nord du Sahara au niveau des oasis où les conditions de culture leurs sont favorables. Les principales zones de production sont : la vallée du Mزاب, les Zibans, Oued-Righ, Ouargla, El Oued, Béchar, Béni Ounif, la vallée de la Saoura (Benchabane, 2007). Selon FAO (2018), la production nationale des dattes est estimée à 1,058 559 tonnes avec un rendement de 63,136 kg par pied. Dans notre pays, la phoeniculture occupe une superficie de 167 663 ha sachant que les wilayas de Biskra et d'El-Oued représentent (52%) de cette surface (Belaroussi, 2019).

La wilaya d'El Oued occupe la deuxième place au niveau national après Biskra en termes de production de dattes, grâce à de grandes exploitations agricoles et compte tenu du succès du projet de soutien national dans cette région (Directeur de DSA, communication personnel).

La vallée d'Oued Righ est scindée naturellement en trois blocs dénommés: haut Oued Righ (la zone de Touggourt), moyen Oued Righ (la zone de Djamaa) et bas Oued Righ (la zone de Meghaier et Oum El-Thiour) (Allam *et al.*, 2013).

La région basse d'Oued Righ est l'une des régions les plus anciennement cultivées et l'une des mieux connues du Sahara septentrional algérien. Elle est constituée d'une cinquantaine d'oasis qui compte totalement environ 16000 ha cultivés et plus d'un million et demi des palmiers dattiers produisant des dattes d'excellente qualité (Bouchahm *et al.*, 2013).

D'après la recherche bibliographique, nous pouvons dire que les travaux scientifiques antérieurs dans ce domaine (phoeniciculture), sont orientées beaucoup plus vers les palmiers femelles que vers les palmiers mâles, sachant qu'ils influents autant sur la qualité que sur la quantité de la production des dattes. Cet impact est connu comme étant le phénomène de métaxénie (Nixon, 1926 ; Djerouni *et al.*, 2015). Alors que, la caractérisation et la sélection des meilleurs « Dokkars » est indispensable pour améliorer la production dattière.

La question qui se pose est: Quelle est la carte d'identité biochimique des palmiers mâles ?

Dans ce contexte s'inscrit ce présent travail de recherche, dont l'objectif principal consiste à caractériser, sélectionner et déterminer les caractéristiques biochimiques des palmiers mâles, à travers l'étude des biomolécules de métabolisme primaire et secondaire. Nous avons recherché à l'aide de l'analyse statistique, la possibilité de distinguer entre les palmiers mâles et classer les meilleurs « Dokkars ».

Notre étude se repartie en quatre chapitres complémentaires

- Le premier chapitre est consacré à une synthèse bibliographique rappelant les généralités sur le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.).
- Le deuxième chapitre présente les métabolites primaires et les métabolites secondaires en précisant leurs biosynthèses, leurs classes ainsi que leurs propriétés.
- Le troisième chapitre comprend une présentation détaillée du matériel et des méthodes expérimentales (protocoles) utilisés dans notre travail.
- Le dernier chapitre est consacré à la présentation des principaux résultats, leurs interprétations ainsi que la discussion.

Pour terminer, une conclusion générale sur l'ensemble de cette étude ainsi que les perspectives qui sont un ensemble de réflexions achèvent ce travail.

**Synthèse**

**Bibliographique**

# **Chapitre 1**

## **Palmier dattier**

## **1.1. Taxonomie du palmier dattier**

La position systématique actuelle de palmier dattier, basée sur des données récentes de l'International (Moore, 1973; Moore et Uhl, 1982).

Règne : Plantae.

Sous-règne : Embryobionta.

Embranchement : Angiospermaphytina.

Classe: Liliopsida.

Ordre: Arecales.

Famille: Arecaceae

Genre: *Phoenix*.

Espèce: *Phoenix dactylifera* L.

## **1.2. Description morphologique du palmier dattier**

### **1.2.1. Partie souterraine (système racinaire)**

Les racines de palmier dattier sont divisées en quatre zones selon leurs profondeurs, les racines respiratoires occupent la première zone qui peut atteindre (20 cm) au-dessous de la surface du sol. La zone II est occupée par les racines de nutriments (20-100 cm) qui présentent la plus forte proportion des racines du système. La troisième zone est occupée par les racines d'absorption (100-200 cm) qui servent à chercher l'eau. En cas de manque d'eau, les palmiers développent verticalement des racines du faisceau pivotant occupant la quatrième zone du sol. Ce pivot racinaire peut atteindre l'eau jusqu'à une profondeur de (17m) (Voir annexe 1) (Munier, 1973; Peyron, 2000).

### **1.2.2. Partie aérienne**

#### **1.2.2.1. Tronc ou stipe**

Chelli (1996) décrit que le stipe est d'une grosseur variable selon les variétés, il peut varier selon les conditions du milieu pour une même variété (Voir annexe 1).

#### **1.2.2.2. Palmes**

Les feuilles du dattier sont appelées palmes ou "djerids", elles ont une forme pennée et sont insérées en hélice, très rapprochées sur le stipe par une gaine pétiolaire bien développée "cornaf"

enfouie dans le "life" (Belhabib, 1995). Le rachis, ou pétiole, est semi-cylindrique, plus ou moins ailé, et porte les épines ou "chouks", et les folioles appelée aussi pennes. Le pétiole est dur et relativement rigide (Peyron, 2000) (Voir annexe 2).

Les folioles sont régulièrement disposées en position oblique le long du rachis, isolées ou groupées, pliées longitudinalement en gouttière. Les segments inférieurs sont transformés en épines, plus ou moins nombreuses, plus ou moins longues. En général, les premières folioles situées au-dessus des épines sont plus longues que celles situées à l'extrémité supérieure de la palme. La finesse, la rigidité et la couleur des folioles différent selon le cultivar (Munier, 1973). L'épiderme des folioles est recouvert d'une mince couche cireuse (Peyron, 2000). Les palmes sont en nombre variable sur palmier. Le palmier le mieux tenu contient de 50 à 200 palmes (Benchenouf, 1971).

Les feuilles de palmier sont divisées en quatre parties selon le lieu de leur croissance:

➤ Le cœur : il comprend les jeunes palmes non visibles du bourgeon terminal et les palmes visibles mais non encore épanouies.

➤ La couronne supérieure : elle comprend les palmes dressées, qui sont encore en cours de croissance rapide. Elles sont très peu écartées du cœur mais leurs pennes sont déjà individualisées du rachis.

➤ La couronne moyenne qui est composée de palmes obliques, ayant terminé leur croissance. Elles sont le siège d'une activité photosynthétique intense. Elles forment avec l'axe du tronc un angle variable de 30° à 45° (Girard, 1962).

➤ La couronne basale, formée de palmes âgées, qui sont en voie de sénescence et généralement retombantes (Laudeho et Benassy, 1969).

### **1.2.2.3. Organes floraux**

Le palmier dattier est une plante dioïque ; les inflorescences mâles et femelles sont portées par des palmiers différents (Bouguédoura, 1991 ; Djerbi, 1994).

# **Chapitre 2**

## **Métabolites primaires et secondaires**

### 2.1. Métabolites primaires

On cite parmi les principales recherches sur les métabolites primaires de palmiers dattiers:

Estanove (1990) ; Barreveld (1993) ont déclaré que la pulpe des dattes se compose principalement d'eau, de sucres et les constituants non glucidiques. Ces derniers représentent les protides, les lipides, la cellulose, les cendres (sels minéraux), les vitamines et les enzymes.

Acourene et Tama (1997) ont étudié la composition biochimique des dattes, et ont trouvé que les constituants majeurs sont les sucres.

Siboukeur (1997) a noté que la teneur en sucre est très variable et dépend de la variété et du climat.

Abou-Zeid *et al.*, (1991) ont observé que le pourcentage de protéines présent dans les noyaux des dattes est plus important que celui dans les pulpes des dattes, et ce taux se diffère selon les variétés et surtout le stade de maturité.

Al-Shahib et Marshall (2003) ont remarqué que les protéines des dattes contiennent 23 acides aminés.

Yahiaoui (1998) a indiqué la présence de 6 acides gras dans la datte de Deglet-Nour.

La datte est riche en fibres, elle en apporte (8,1% à 12,7 %) du poids sec (Al-Shahib et Marshall, 2002).

L'étude de 58 variétés de dattes cultivées dans la région des Ziban effectuée par Acourene *et al.*, (2001), montre que le taux de cendres est compris entre (1,10% et 3,69 %) du poids sec.

Jassim *et al.*, (2000) et Abd (2005) fait la quantification des protéines des types des pollens en Irak (Al chanami Ahmar, Al chanami vert et Al Khakri rose et Al Khakri semisi) pour cinq cultivars des palmiers mâles.

Al-Tahir *et al.*, (2007) réalise une étude des quantités de protéines de dix variétés des meilleurs palmiers, Dattes à Al-Ahsa (Arabie saoudite). Ils ont noté qu'il y avait des différences importantes dans la teneur en Protéine parmi les cultivars étudiés.

## **2.2. Métabolites secondaires**

### **2.2.1. Polyphénols**

#### **2.2.1.1. Généralités**

Les polyphénols également dénommés composés phénoliques, sont présents chez toutes les plantes vasculaires (Guignard, 2000). Ils constituent un groupe important, avec plus de 8000 structures phénoliques, présents dans tous les organes de la plante (des racines jusqu'aux fruits) (Beta *et al.*, 2005). Ils résultent biogénétiquement de deux voies de synthèses principales : la voie du shikimate et celle de l'acétate (Lugasi *et al.*, 2003). D'après Bravo (1998), Les polyphénols naturels peuvent donc être des molécules simples comme les acides phénoliques, mais aussi des composés hautement polymérisés comme les tanins.

D'un point de vue appliqué, ces molécules constituent la base des principes actifs que l'on trouve chez les plantes, alliées à leur difficulté de production. Chez l'homme, ces molécules traces jouent un rôle important en agissant directement sur la qualité nutritionnelle des fruits et légumes et leur impact sur la santé des consommateurs (effet antioxydant, effet protecteur contre l'apparition de certains cancers...) (Boubekri, 2014).

#### **2.2.1.2. Classification**

Les composés phénoliques constituent une des principales classes des métabolites secondaires synthétisés dans le règne végétal forment un très vaste ensemble de substance, l'élément structural de base est un noyau benzénique auquel est directement lié au moins un groupe hydroxyle, libre ou engagé dans une autre fonction : éther, ester, hétéroside (Bruneton, 1999).

Harborne et Simmonds ont utilisé une classification en fonction du nombre d'atomes de carbone dans la molécule (Vermerris et Nicholson, 2006).

Différentes classes des polyphénols, notamment : les acides phénols, les flavonoïdes, les tanins, les stilbènes, les lignanes, les lignines. Les plus importants sont: les acides phénols, les flavonoïdes et les tanins (voir annexe 3) (Macheix *et al.*, 2005).

### **2.2.2. Flavonoïdes**

#### **2.2.2.1. Généralités**

Ce sont le groupe le plus répandu et largement distribué de polyphénols végétaux. Ils sont présents dans différents tissus de plantes comme les fleurs, les fruits, les racines, les tiges et les

feuilles. Ils forment le plus grand groupe de métabolites secondaires impliqués dans diverses fonctions dans les plantes telles que la coloration des tissus, la défense contre les pathogènes, l'attraction des pollinisateurs...etc. il ya plus de 8000 flavonoïdes ont été identifiés (Sarma, 2011).

Ils sont responsables des colorations des fleurs conditionnant la pollinisation entomophile. Tel est le cas des flavonoïdes jaunes (chalcones, aures, flavonols jaunes) ou celui des anthocyanosides rouges ou mauves. Les flavonoïdes jouent le rôle de protection des tissus végétaux contre les effets nocifs du rayonnement ultraviolet B (280-315 nm) (Bruneton, 2009).

D'après Collin et Crouzet (2011), Les flavonoïdes sont présents chez une très nombreuse espèce végétale, dans les feuilles, les fleurs, le pollen et les fruits. Ils sont formés d'un squelette à 15 atomes de carbone (C6-C3-C6).

#### **2.2.2.2. Structure**

La structure de base de flavonoïdes est dérivée du corps C15 qui sont arrangés à une configuration C 6-C3-C6. Cette structure est constituée de deux cycles aromatiques (A et B) reliés par un pont à 3 carbones qui est habituellement un hétérocycle oxygéné (cycle C) (Sarma, 2011) (Voir annexe 4).

#### **2.2.2.3. Biosynthèse**

La structure du flavonoïde C6-C3-C6 est le produit de deux voies de biosynthèse séparées. Le pont et le cycle B aromatique constituent une unité phénylpropanoïde synthétisée à partir de p-coumaroyl-CoA. Les six carbones du noyau-A proviennent de la condensation de trois unités d'acétate par voie d'acide malonique (Crozier *et al.*, 2006). La biosynthèse des importants squelettes flavoniques est illustrée dans l'annexe 5 (Diharce, 2014).

La condensation de trois molécules de malonyl-CoA avec le 4-coumaroyl-coenzymze A, catalysée par la chalcone-synthase, donne comme produit de réaction une chalcone. La chalcone tend à s'isomériser spontanément en flavanone racémique dans les conditions physiologiques normales. L'étape suivante c'est la cyclisation de la chalcone par l'enzyme chalcone-isomérase qui induit une fermeture stéréospécifique du cycle C résultant d'une (2S)-flavanone. La production de la flavanol (2R, 3R)-dihydrokaempférol est catalysée par l'enzyme flavanone 3-hydroxylase qui est spécifique à l'hydroxylation en position C3 de la (2S)-flavanone.

L'introduction de la double liaison entre C2 et C3 est garantie par le flavonol synthase en présence de l'oxoglutarate (Bruneton, 2009).

#### 2.2.2.4. Classification

Les flavonoïdes peuvent être subdivisés en plusieurs classes (Flavonols, Flavones, Isoflavones, Flavanones, anthocyanidins, Flavanols) selon leur variation en structure (Sarma, 2011) (voir annexe 6).

➤ Les flavonols (hydroxy-3-flavone) : Les flavonols se différencient des flavones par l'existence d'un OH en position 3. Ce sont les flavonoïdes les plus répandus ; les trois principales structures sont le kaempferol, la quercétine et la myricétine. La quercétine est sans doute le composé phénolique le plus répandu dans la nature (Ribéreau-Gayon, 1968).

➤ Les flavones : dérivent des flavanones par une oxydation qui introduit une seconde double liaison dans l'hétérocycle. Dans plus de 90%, le cycle A est substitué par deux hydroxyles phénoliques en C5 et C7 (Bruneton, 1999).

➤ Les isoflavones : dérivent aussi des flavanones mais autre une oxydation centrale, il y a transposition du cycle latéral du C2 au C4 de l'hétérocycle (Heller *et al.*, 1998).

➤ Les flavanones : Ces composés ne comportent pas des groupements OH en position 3, et présentent de fortes similitudes de structures avec les flavonols. Dans cette catégorie, il faut ranger les flavonoïdes responsables de la saveur amère de certaines pamplemousses, citrons, orange: la naringenine, l'héspéridine et l'eridictyol. (Alais et Linden, 1997).

➤ Les anthocyanes : Ces molécules capables d'absorber la lumière visible, sont des pigments qui colorent les plantes en bleu, rouge, mauve, rose ou orange (Harbone, 1967 ; Brouillard, 1986).

Leur structure de base est caractérisée par un noyau "flavon" généralement glucosylé en position C3 (Ribéreau-Gayon P, 1968).

➤ Les flavanes : d'une part est entièrement saturée, d'autre part ne possède pas de groupement -CO-; Les flavanes les plus importants sont les catéchines et les gallocatéchines, la leucocyanidine et la leucodélfidine. Les flavanes se différencient des autres composés

phénoliques en ce sens qu'elles existent dans la nature sous forme d'aglycones, le plus souvent polymérisés (Ben Abbes, 2011).

### **2.3. Propriétés des composés phénoliques**

Les composés phénoliques possèdent des activités biologiques importantes qui peuvent être liées directement à leurs structures chimiques.

#### **2.3.1. Activité antioxydant**

Le stress oxydatif est causé par les radicaux libres présents dans le corps qui endommage les cellules et les tissus. Les antioxydants sont les produits chimiques qui absorbent les radicaux libres et empêchent le corps de nombreuses maladies (Ozturk et Hakeem, 2018). d'après Rolland (2004), Les polyphénols possèdent un très grand nombre de résidus hydroxyles, qui sont autant de munitions pour lutter contre les radicaux libres et stopper la réaction en chaîne. De nombreuses herbes possèdent des composés actifs qui possèdent une activité antioxydant. Le palmier dattier contient de nombreux composés phénoliques qui jouent un rôle crucial dans le piégeage des radicaux libres (Ozturk et Hakeem, 2018). Les composés phénoliques sont caractérisés par des propriétés antioxydants importantes. Ils peuvent agir en tant qu'agents réducteurs, donneurs d'hydrogène, chélateurs de métaux et piègeurs d'oxygène singlet (Sarma, 2011).

L'activité du piégeage des radicaux libres est l'un des mécanismes importants de l'activité antioxydante, pour les flavonoïdes, ce mécanisme est lié à leur structure et de l'arrangement des groupements hydroxyles (Sokol-Letowska *et al.*, 2007).

#### **2.3.2. Activité antimicrobienne**

Un nombre important de recherches ont démontré les propriétés antimicrobiennes des extraits phénoliques, citant entre autres l'étude réalisée par Benbelaïd *et al.*, (2013) qui s'ont intéressé par les effets antimicrobiens des composés phénoliques extraits à partir de l'espèce endémique *Thymus lanceolatus* Desf., ces derniers ont montré une inhibition de croissance contre les différentes souches testées (21 souches dont 19 bactéries et deux champignons).

#### **2.3.4. Autres activités des composés phénoliques**

La santé humaine est également intimement liée à cette classe de composés, car de nombreux composés médicinaux sont dérivés ou inspirés par les phénols des plantes. Les exemples incluent la podophyllotoxine de lignane de la pomme de mai (*Podophyllum peltatum*),

qui va former le téniposide, l'étoposide et l'étophos, utilisés pour traiter un certain nombre de cancers. La curcumine diarylheptanoïde de curcuma (l'épice de curry), qui a de puissantes propriétés anti-inflammatoires et est utilisé dans le monde entier pour traiter l'arthrite et d'autres maladies inflammatoires (Kutchan *et al.*, 2015).

Des travaux plus anciens ont montré que les phénols seraient associés à de nombreux processus physiologiques : croissance cellulaire, différenciation, organogenèse, dormance des bourgeons, floraison et tubérisation (Alidert *et al.*, 1977).

Ziouti *et al.*, (1998) ont étudié l'implication des composés phénoliques du palmier dattier dans la réaction de défense de cette plante contre le bayoud, maladie infectieuse due à un champignon tellurique *Fusarium oxysporum f.sp* et ils ont étudiés aussi les résultats relatifs à l'effet de l'inoculation par l'agent pathogène sur la composition phénolique et sur les enzymes d'oxydation des phénols.

#### **2.4. Métabolites secondaires du palmier dattier**

On cite parmi les principaux travaux sur les métabolites secondaires de palmiers dattier:

Maier *et al.*, (1964) ont trouvé que les tanins constituent plus de (3%) du poids de la datte; l'un des principaux effets de ces derniers intervient lors du processus de maturation par la variation de leur solubilité (texture) : ils passent de la forme soluble (astringente) à la forme insoluble (insipide), résultant probablement de leur combinaison avec les protéines (variation du goût). Ces composés jouent également un rôle dans le brunissement non enzymatique.

Cheftel *et al.*, (1977) ont déclaré que les flavones sont essentiellement impliqués dans le phénomène de brunissement enzymatique qui est responsable de la coloration de la datte au cours de la maturation.

Barreveld (1993) a montré que la pulpe de datte est riche en composés photochimiques comme les polyphénols, les stérols, les flavonoïdes, les caroténoïdes et les anthocyanes. Ces composés jouent un rôle important dans la qualité nutritionnelle et organoleptique de la datte.

Mansouri *et al.*, (2005) ont étudié le profil phénolique de sept variétés de dattes algériennes. Ils ont signalé la présence de l'acide férulique, de l'acide coumarique, de l'acide sinapique et de quelques dérivés de l'acide cinnamique.

# **Partie**

# **Expérimentale**

# **Chapitre 3**

## **Matériel et méthodes**

### 3.1. Matériel

#### 3.1.1. Présentation de la région d'étude

##### 3.1.1.1. Situation géographique

La région d'Oued Righ se situe au Sud-Est algérien et s'étend du Gouge au chott Melghir. Nous avons choisi la commune d'El Meghaïer comme un site d'étude qui se trouve à une latitude de 33°57'02'' Nord et à une longitude de 5°55'27'' Est (Site web 1). Cette commune est limitée par : Oum Touyouur au Nord, Sidi Khelil au Sud, Hamraia à l'Est et Besbes (wilaya de Biskra) au l'Ouest (figure 1).



**Figure 1.** Situation géographique d'El Meghaier (Site web 2).

##### 3.1.1.2. Données climatiques

Les régions sahariennes connaissent des déficits pluviométriques importants. La pluviométrie est partout faible et accuse une très forte variabilité annuelle, saisonnière et régionale. Les températures sont élevées et le climat est aride à hyperaride avec des amplitudes thermiques importantes (Mate, 2000).

D'après Ozenda (1991), les caractères du climat saharien sont dus tout d'abord à la situation en latitude, au niveau du tropique, ce qui entraîne de fortes températures et au régime des vents qui se traduit par des courants chauds et secs.

Afin de ressortir les caractéristiques climatiques de la région d'El Meghaier une étude climatologique s'avère nécessaire telles que la température et les précipitations afin de donner une idée sur le climat de notre région d'étude.

### a. Température

Selon Ramade (1984), la température est considérée comme un facteur limitant le plus important car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition géographique des animaux et des plantes. De plus, le palmier dattier est une espèce thermophile ; et, son activité végétative se manifeste à partir de (7 à 10°C) selon les individus, les cultivars et les conditions climatiques. Elle atteint son maximum de développement vers (32°C) et commence à décroître à partir de (38°C) (Laouini, 2014).

**Tableau 1.** Les températures mensuelles moyennes d'Oued Righ de la période 2009\_2019 (O.M.N. Touggourt, 2019)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
T (C°)	10.96	12.36	16.53	21.46	25.58	32.77	35.04	34.51	28.51	23.39	16.13	12.87

D'après ce tableau, on constate que le mois le plus chaud est Juillet, et le plus froid est Janvier.

### b. Précipitation

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres (Ramade, 1984). Faurie *et al.*, (1980) précisent que celle-ci représente l'épaisseur de la couche d'eau qui resterait sur une surface horizontale s'il n'y avait ni écoulement, ni évaporation.

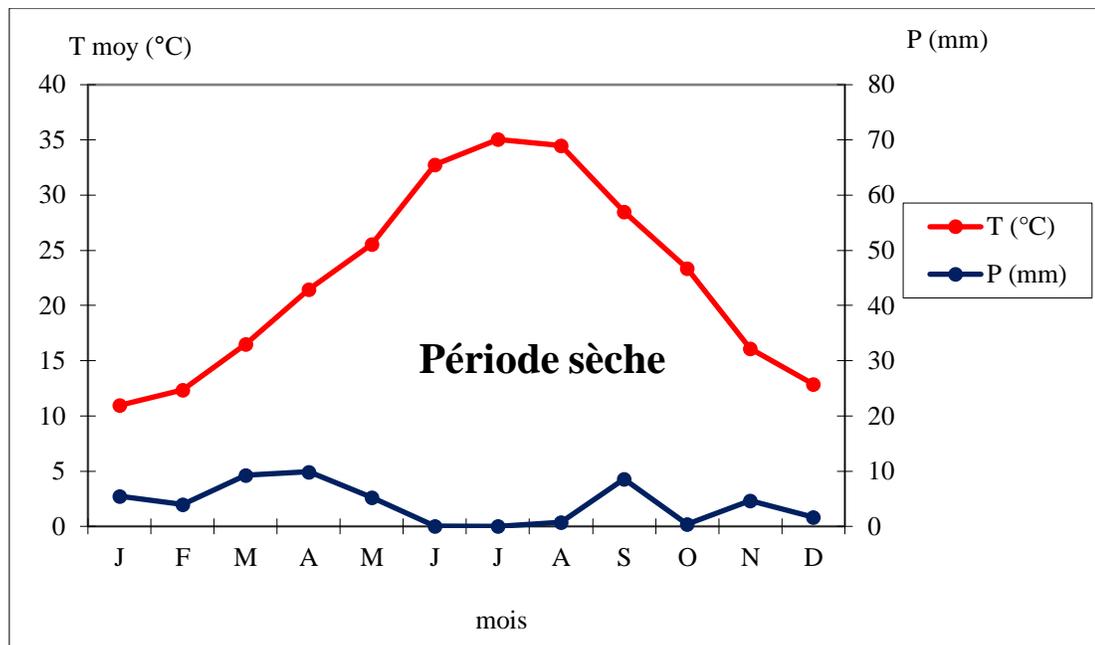
**Tableau 2.** Les précipitations mensuelles moyennes d'Oued Righ de la période 2009\_2019 (O.M.N. Touggourt, 2019).

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
P (mm)	5.49	3.94	9.32	9.9	5.27	0.09	0	0.70	8.61	0.39	4.69	1.65

Selon ce tableau, on peut noter que le mois le plus humide est Mars et le plus sèche est Juillet.

### c. Diagramme Ombrothermique

La figure suivante présente le diagramme Ombrothermique de la région d'étude (Oued Righ). Ce diagramme montre d'une période sèche s'étale pour tous les mois de l'année, alors que la région d'Oued Righ se caractérise par un climat sec au cours des saisons de l'année.



**Figure 2.** Diagramme Ombrothermique de la région d'Oued Righ, de la période 2009 – 2019.

### d. Indice d'aridité de Martonne

Il est donné par la formule suivante :

$$I = P / (T + 10)$$

Dans laquelle, P sont les précipitations annuelles (mm), et T (°C) est la température moyenne annuelle. Cet indice est d'autant plus faible que le climat est aride.

$I < 5$  : climat hyper-aride ( $I = 0$  : desert absolu);  $5 < I < 10$  : climat aride;  $10 < I < 20$  : climat semi-aride;  $20 < I < 28$  : climat sub-humide ;  $28 < I < 35$  : climat humide et  $I > 35$  : climat très humide (Dajoz, 2006).

D'après les données météorologiques concernant la période 2009-2019 (O.M.N. Touggourt, 2019), la région d'Oued Righ est dotée d'un type de climat hyper-aride, vu qu'elle possède un indice d'aridité très faible de l'ordre de 1,54.

## **3.2. Méthodes**

### **3.2.1. Echantillonnage**

Trois cultivars de palmiers mâles matures sont étudiés. Ils sont définis selon leurs apparences morphologiques approuvées par les phoeniculteurs de la région d'étude, comme suit : type "Deglet Nour" (DN), type "Degla Beida" (DB) et type "Ghars" (GH). Nous avons choisi au hasard, 9 palmiers de différents types (à raison de 3 palmiers pour chaque type) ayant approximativement le même âge avec un état sanitaire très proche et se trouvant dans des conditions d'environnement voisines.

La récolte des feuilles de la couronne moyenne des palmiers mâles a été effectuée pendant le mois de Janvier 2020.

### **3.2.2. Préparation des échantillons**

#### **3.2.2.1. Séchage des folioles**

Les pennes (folioles) des 9 palmes (feuilles) ont été nettoyées et séchées à l'étuve (40°C) pendant 24h et à l'ombre, en suite broyé à l'aide d'un broyeur électrique pour obtenir le broyat des plantes.

### **3.2.3. Préparation des extraits**

#### **3.2.3.1. Extraction hydro-méthanolique**

L'extraction est une étape très importante avant l'analyse quantitative et qualitative proprement dite. Elle est influencée par la méthode d'extraction choisie en fonction des composés phytochimiques à étudier.

Selon Markham (1982), l'extraction des métabolites secondaires de la plante de *Phoenix dactylifera* L. a été effectuée par des solvants organiques (sont les plus utilisées) à partir d'une poudre végétale. Dans notre étude, pour analyser les polyphénols totaux et les flavonoïdes, l'extraction solide-liquide est parmi les procédures les plus couramment utilisées.

Les broyats des feuilles (10 g) ont été macérés avec 100 ml de méthanol/eau (80/20 %, respectivement). Le mélange a été laissé macérer sous agitation et à froid pendant 48h. Ensuite, le mélange a été filtré à l'aide d'un tissu propre puis par un papier filtre.

Le filtrat obtenu a été conservé à (4°C) tandis que le précipité a été soumis à une deuxième macération avec 100 ml de méthanol/eau (50/50 %, respectivement), le deuxième filtrat a été mélangé avec le premier et le deuxième précipité a été jeté. Les deux filtrats obtenus ont été mis à

l'évaporation à (40°C) par le rotavapor (Heidolphe) pour éliminer le maximum du solvant. L'extrait obtenu pour chaque échantillon est considéré comme étant l'extrait brut hydro-alcoolique (EBrHAI).

Cet extrait (EBr HAI) a été mélangé avec l'hexane dans une ampoule à décanté, qui permet d'entraîner les graisses ainsi que la chlorophylle, et, le mélange a été laissé décanter jusqu'à sa séparation en deux phases, et la phase aqueuse inférieure a été récupérée. Par la suite, cette dernière phase a été évaporé pour éliminer le maximum de l'hexane ; puis, l'extrait résultant est séché à l'étuve (40°C) et a été gratté à l'aide d'un scalpel. La poudre obtenue a été conservé à (4°C). Le résidu obtenu est déterminé en poids pour calculer le rendement (Dr. Trabsa Hayat, communication personnelle 2020).

#### **3.2.4. Calcule le rendement**

Le pourcentage en extrait sec hydro-méthanolique a été calculé par la formule suivante :

$$R(\%) = (M_2 - M_1) / M_0 \times 100$$

**R(%)** : Rendement exprimé en (%).

**M<sub>0</sub>** : Masse en gramme du l'échantillon.

**M<sub>1</sub>** : Masse en gramme de boite de pétrie vide.

**M<sub>2</sub>** : Masse en gramme de boite de pétrie plein par l'extrait.

#### **3.2.5. Dosage des polyphénols**

##### **3.2.5.1. Principe**

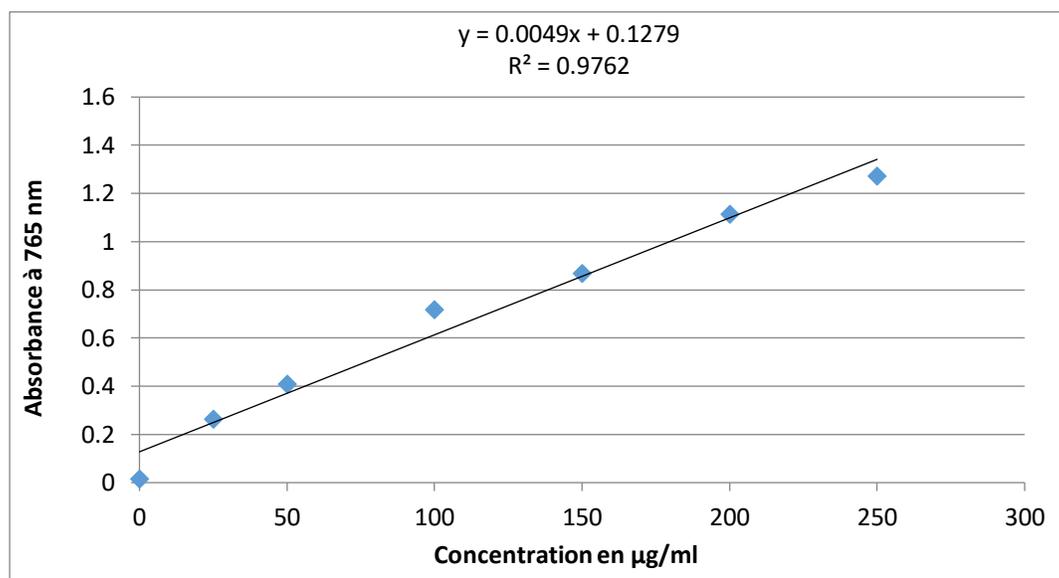
Le dosage des polyphénols totaux par le réactif de Folin-Ciocalteu a été décrit dès 1965 par Singleton et Rossi. Le réactif est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique (H<sub>3</sub>PW<sub>12</sub>O<sub>40</sub>) et d'acide phosphomolybdique (H<sub>3</sub>PMO<sub>12</sub>O<sub>40</sub>). Il est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène (Ribéreau-Gayon, 1968). La coloration produite, dont l'absorption maximum est 765 nm est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans les extraits végétaux (Boizot et Charpentier, 2006).

##### **3.2.5.2. Mode opératoire**

Un mélange de 200 µl d'échantillon et 1 ml de Folin-Ciocalteu (10 %) a été incubé pendant 4 minutes, puis 800 µl du carbonate de sodium (7,5 %) ont été ajouté. Tous les réactifs ont

finaleme nt été incubés pendant 2 heures. Après l'incubation, l'absorbance est lue à 765nm par un spectrophotomètre UV-visible contre le blanc correspondant. L'acide gallique a été utilisé comme standard et la courbe d'étalonnage a été préparée dans les mêmes conditions.

La quantification des polyphénols a été faite en utilisant la courbe d'étalonnage établie à l'aide de différentes concentrations à partir de l'équation de régression de la gamme d'étalonnage (Figure3) établie avec l'acide gallique et exprimée en microgramme équivalent d'acide gallique par milligramme d'extrait ( $\mu\text{g EqAG}/\text{mg d'extrait}$ ), dont chaque point représente la moyenne  $\pm$  ecartype ( $n=3$ ).



**Figure 3.** Courbe d'étalonnage d'acide gallique.

### 3.2.6. Dosage des flavonoïdes

La méthode du trichlorure d'aluminium (Bahorun *et al.*, 1996) est utilisée pour quantifier les flavonoïdes dans les différents extraits.

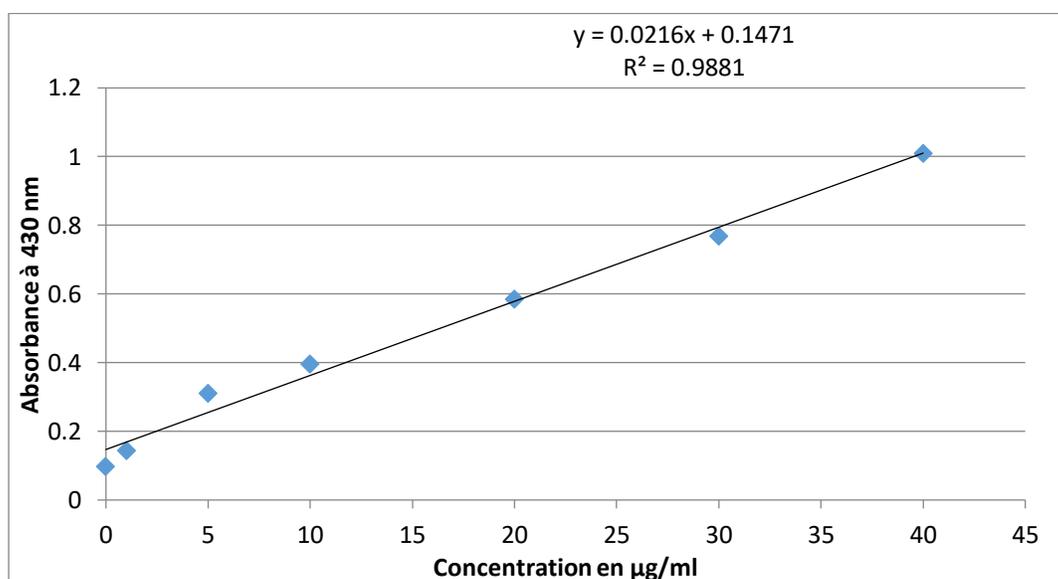
#### 3.2.6.1. Principe

La méthode repose sur l'aptitude des flavonoïdes à chélater les métaux (fer et aluminium), cette propriété est propre aux groupements hydroxyle des polyphénols flavonoïdes capable de donner un complexe jaunâtre en présence d'aluminium. La coloration jaune est proportionnelle à la quantité de flavonoïdes présente dans l'extrait (Ribéreau-Gayon, 1982).

### 3.2.6.2. Mode opératoire

Un ml (1 ml) de chaque échantillon ou du standard (quercétine), dilués dans le méthanol (1mg d'extrait dans un 1ml de méthanol), est ajouté à 1ml de la solution d'AlCl<sub>3</sub> (2 % dans le méthanol). Après 10 min d'incubation, la lecture des absorbances a été faite à une longueur d'onde de 430 nm par un spectrophotomètre à UV-visible.

Les concentrations des flavonoïdes des différents extraits sont déduites à partir de la gamme d'étalonnage (0-40 µg/ml), établie avec la quercétine (figure 4), et sont exprimées en microgrammes équivalents de quercétine par milligramme d'extrait (µg EQ/mg d'extrait), dont chaque point représente la moyenne ± écartype (n=3).



**Figure 4.** Courbe d'étalonnage de la quercétine.

### 3.2.7. Extraction et dosage des protéines

#### 3.2.7.1. Extraction des protéines

L'extraction des protéines s'effectue par l'hydrolyse basique (Snyder et Desborough, 1978).

Nous avons pris 0.15g des feuilles dans un bécher.

Ajouter 5 ml de solution de NaOH à une concentration de (5 %) (m/v), et, agiter le mélange par le vortex, puis, laisser 2h :30.

Ensuite, centrifuger ce mélange par la centrifugeuse à froid avec une vitesse de 5000R/Min.

Enfin, récupérer le surnageant et conserver à (-20°C) jusqu'à son utilisation pour le dosage.

### 3.2.7.2. Dosage des protéines

Pour le dosage de protéines totales, nous avons utilisé la méthode de Bradford (1976). On a pris 100 µl de surnageant et ajouté 4 ml de BBC, qui a été préparé comme suit :

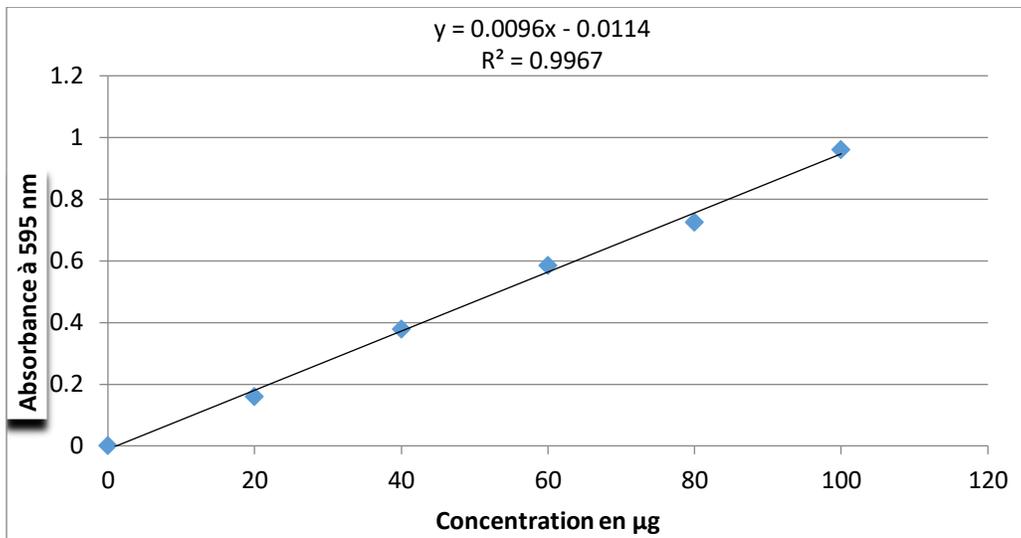
Dissoudre 30 mg de BBC dans 15 ml d'éthanol (95 %), puis ajouter 30 ml d'acide orthophosphorique (85 %). Ensuite, compléter le volume jusqu'à 300 ml par l'eau distillé.

La courbe d'étalonnage a été réalisée à partir d'une solution mère de sérum d'albumine bovine (BSA) (1mg/ml). La lecture des absorbances a été faite à une longueur d'onde de 595 nm par un spectrophotomètre à UV-visible.

**Tableau 3.** Préparation de la courbe d'étalonnage pour le dosage des protéines.

Tube	1	2	3	4	5	6
BSA (µl)	0	20	40	60	80	100
Eau distillé (µl)	100	80	60	40	20	0
BBC (ml)	4	4	4	4	4	4

La concentration des protéines a été faite en utilisant la courbe d'étalonnage établie à l'aide de différentes concentrations à partir de l'équation de régression de la gamme d'étalonnage (Figure 5) établie avec le sérum d'albumine bovine et exprimée en microgramme ou en pourcentage (%), dont chaque point représente la moyenne ± écartype (n=3).



**Figure 5.** Courbe d'étalonnage de sérum d'albumine bovine.

### 3.2.8. Extraction et dosage des sucres

#### 3.2.8.1. Extraction des extraits des sucres

10 g de feuilles frais (broyées) a été épluchée dans 50 ml d'eau distillée puis compléter le volume jusqu'à 100 ml puis agiter pendant 15 min, laissé en contacte pendant 24 heures puis agiter 15 min. On obtient l'extrait (Mehaoua, 2006).

#### 3.2.8.2. Dosage des sucres totaux

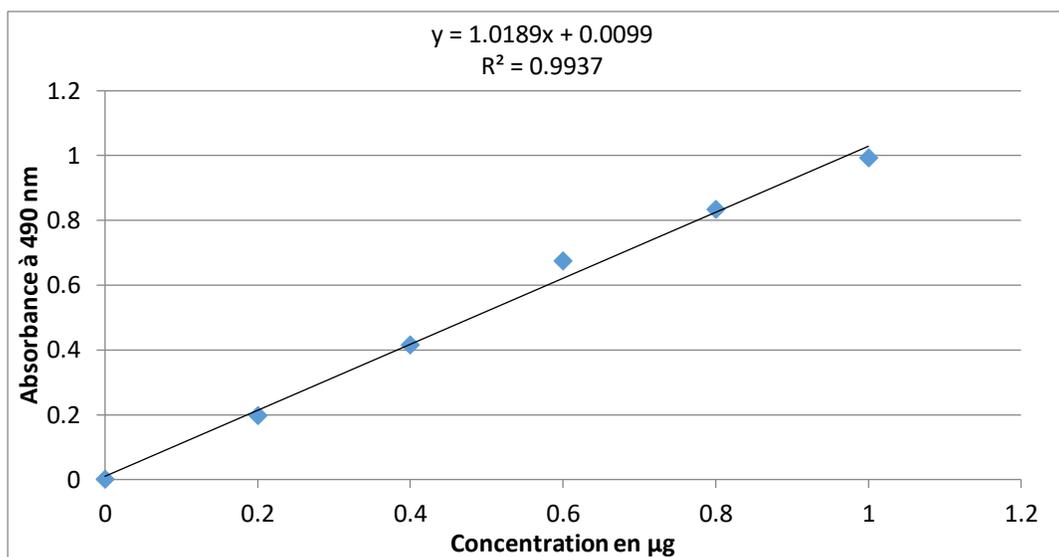
##### a. Principe

Les sucres totaux sont déterminés selon la méthode de Dubois *et al.*, (1956) dont principe repose sur l'utilisation de l'acide sulfurique concentré et le phénol. En présence de ces deux réactifs, les oses donnent une coloration de jaune-orangé dont l'intensité est proportionnelle à la concentration des glucides. La densité optique est déterminée à 490 nm.

##### b. Mode opératoire

Dans chaque tube à essai, déposer 2 ml de l'extrait glucidique dilué 1/100 (1/10\*1/10), préalablement préparé. Puis, on additionne 2 gouttes de phénol à (5 %) et 3ml de l'acide sulfurique concentré ; ensuite, laisser les tubes refroidir pendant 3 min à l'obscurité. Mettre les tubes au bain marie à (30°C) pendant 20 minutes (apparition de la couleur jaune- rouge), et stopper la réaction par un courant d'eau froide. La lecture des absorbances a été faite à une longueur d'onde de 490 nm par un spectrophotomètre à UV-visible.

La concentration des sucres totaux a été faite en utilisant la courbe d'étalonnage établie à l'aide de différentes concentrations à partir de l'équation de régression de la gamme d'étalonnage (Figure 6) établie avec le glucose et exprimée en microgramme ou en pourcent (%), dont chaque point représente la moyenne  $\pm$  écartype (n=3).



**Figure 6.** Courbe d'étalonnage de glucose.

### 3.2.9. Etude statistique

Nous avons utilisé le logiciel XLSTAT version 2014.5.03 pour faire les traitements statistiques suivants (Dagnelle, 2011) :

#### 3.2.9.1. Analyse de variance (ANOVA) à un facteur contrôlé

Pour connaître s'il y a une différence significative (le degré selon le seuil de signification  $\alpha$ ) entre les individus pour les variables étudiés.

#### 3.2.9.2. Analyse des différences entre les modalités et comparaison des moyennes à l'aide test de Tukey

Dans le but de regrouper et classer les types de palmiers dattiers mâles étudiés.

#### 3.2.9.3. Test de corrélation

Pour déterminer la relation entre les caractères étudiés selon le coefficient de corrélation de Pearson.

# **Chapitre 4**

## **Résultats et discussion**

## 4.1 Métabolites secondaires

### 4.1.1. Rendement d'extraction

Les rendements des extractions des composés phénoliques des différents palmiers mâles étudiés (extraits des feuilles) ont été calculés par rapport au poids total de la poudre végétale sont présentés dans le tableau 4.

**Tableau 4.** Les rendements (%) des extractions des composés phénoliques d'extrait de feuille.

Types	"Deglet Nour"		" Degla Beida "		"Ghars"	
<b>Palmiers mâles</b>	DN1	15	DB1	16	GH1	16
	DN2	11	DB2	19	GH2	17
	DN3	18	DB3	13	GH3	10
<b>Moyenne</b>	14,67±3.51		16±3		14.33±3.79	

Le tableau 4 contient les résultats de trois palmiers (répétitions) pour chaque type étudié et montre que le rendement d'extraction par méthanol/eau diffère d'un palmier à l'autre. Ce rendement pour la plupart des palmiers étudiés est varié entre (15 % et 19 %) sauf les trois «dokkars», qui sont notés (GH3), (DN2) et (DB3), ont un taux d'extraction de l'ordre de (10%,11% et 13 %), respectivement. La valeur plus élevée est obtenue chez les penne de palmier noté (DB2) (19 %), alors que la plus faible est celui des feuilles du palmier noté (GH3) (10 %).

Ces valeurs sont presque comparables à ceux déterminées par Tirichine (2010) qui a montré que les rendements d'extraction méthanolique varient de (15.20 % à 28.5 %) pour les Arécacées étudiées. Cet auteur a enregistré une grande valeur (28.5 %) de rendement des extraits méthanolique des feuilles de pied mâle étudié par rapport notre résultat ; et celle obtenue par Dia (2019) qui a trouvé que les rendements d'extraits méthanolique étaient égaux à (16.21 %) pour des feuilles des palmiers de variété "Ghars" de la région d'El oued.

Sayah (2018) a étudié trois variétés des dattes "Deglet Nour", " Degla Beida " et "Ghars" de la région d'Ouargla (Algérie) et a trouvé un intervalle de résultats varié de (14.547 % à 36.760%) qui sont presque conformes aux résultats de notre étude et de (Ben Abbes, 2011) .Ce dernier auteur a obtenu un intervalle de la teneur oscille entre (11.8 % et 16.02 %) pour un seul

échantillon des dattes de région Tolga (Biskra). Ce dernier intervalle est inférieur à ce qu'on a obtenu à partir de nos échantillons.

Nos résultats sont presque similaires à ceux obtenus par d'autres auteurs qui sont utilisés la même méthode d'extraction sur d'autres espèces autres que les palmiers, tels que : Hadj Salem (2009) a trouvé un rendement de (19 %) pour feuilles sèches de *Nitraria retusa* ; Sokmen *et al.*, (2005) ont obtenu un rendement de (16 %) pour les racines aériennes de *Geranium sanguineum*L.

La valeur de rendement reste relative et dépend du matériel végétal et la méthode d'extraction qui peut affecter le teneur en polyphénols (Lee *et al.*, 2003).

#### 4.1.1.1. Analyse de variance

Le tableau 5 présente les résultats de l'analyse de variance à un paramètre (rendement d'extraction) entre les différents types des palmiers mâles étudiés.

**Tableau 5.** Analyse de la variance des résultats de la teneur en rendement d'extraction.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	2	4,67	2,33	0,20	0,83
Erreur	6	71,33	11,89		
Total corrigé	8	76,00			

D'après le tableau 5, on constate que le rendement d'extraction hydro méthanolique des feuilles des palmiers mâles étudiés en composés phénoliques ne se diffère pas significativement entre les types étudiés "Ghars", "Deglet Nour" et "Degla Beida" ( $p > \alpha = 0,05$ ).

#### 4.1.1.2. Classement et regroupement des types de palmiers mâles

Le tableau 6 présente les résultats d'analyse de différence de rendement entre les types de «dokkars» et comparaison des moyennes à l'aide de test de Tukey (Dagnelle, 2011).

**Tableau 6.** Analyse des différences entre les modalités et comparaison des moyennes.

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
DB	16,00	A
DN	14,67	A
GH	14,33	A

L'analyse des différences entre les modalités et comparaison des moyennes à l'aide test de Tukey montre que les trois types étudiés ("Degla Beida", "Ghars" et "Deglet Nour") représentent le même groupe A. Ceci indique que ces types de «Dokkars» donnent le même rendement d'extraction hydro-méthanolique significativement malgré, il y a une faible différence numérique entre les moyennes. Ce résultat confirme le résultat de l'analyse de variance dans le tableau 6.

#### 4.1.2. Dosage des polyphénols totaux

Les résultats obtenus de dosage quantitatif des polyphénols totaux par spectrophotométrie sont regroupés dans le tableau 7.

**Tableau7.** Dosage quantitatif des polyphénols totaux.

Types	"Degla Beida"		"Deglet Nour"		"Ghars"	
Palmiers mâles	DB1	211.58±0.76	DN1	161.17±0.76	GH1	147.42±0.88
	DB2	173.08±0.76	DN2	181.58±1.01	GH2	124.67±1.53
	DB3	233.42±1,42	DN3	195.50±1.09	GH3	135.33±1.01
<b>Moyenne</b>	206.03± 30.55		179.42±17.27		135.81±11.38	

A partir les résultats obtenus, nous avons observé que les teneurs en polyphénols existants dans les différents extraits hydro-méthanoliques des feuilles de l'ensemble des types étudiés ("Deglet Nour" (DN), "Degla Beida" (DB), "Ghars" (GH)) varient de 124.67 à 233.42 ug d'EqAG /mg d'extrait.

Le tableau 7 montre que les teneurs en polyphénols pour le type "Degla Beida" varient de 173.08 à 233.42 ug d'EqAG/mg d'extrait. Concernant les deux autres types ("Deglet Nour" et "Ghars"), nous avons observé des intervalles des quantités en polyphénols limités de 161.17 à 195.50 ug d'EqAG/mg d'extrait et de 124.67 à 147.42 ug d'EqAG/mg d'extrait successivement.

Les travaux réalisés par Bengag (2009) sur les feuilles de quelques cultivars du sud-ouest algérien ont donné des teneurs en polyphénols allant de 47.89 à 170.79 mg d'EqAG/g de poudre. Ces quantités sont clairement inférieures à celles trouvées chez les palmiers de notre travail. Tirichine (2010) ; Laouini (2014) et Dia (2019) ont obtenu pour les extraits des feuilles de variété "Ghars", des teneurs en polyphénols totaux plus forts (215.24 mg EAG/g MS, 200 mg EAG/g

MS et 246.88 mg EAG/g MS respectivement) à celle les résultats de notre étude pour le même cultivar. Nos résultats sont presque conformes avec les résultats de l'étude de Tirichine (2010) réalisée sur les extraits des feuilles de variété "Deglet Nour" et de pied mâle.

Les concentrations moyennes en polyphénols des types étudiés durant notre travail ("Degla Beida" "Deglet Nour" "Ghars") sont supérieures à celles trouvées par Mansouri *et al.*, (2005) pour les fruits de 7 cultivars algériens (Tazizaout, Ougherouss, Akerbouche, Tazerzait, Tafiziouine, Deglet Nour, Tantbouchte), qui ont trouvé des valeurs varient entre 2.49 et 8.36 mg EAG/100 g MF ; et la variété "Deglet Nour", par exemple, a donné une teneur de l'ordre de 6.73 mg d'EAG /100 g de poids frais de dattes. Elles sont aussi supérieures à celles trouvées par Khalil *et al.*, (2002) pour les variétés Egyptiennes (1,8 et 2,35 mg EAG/100 g ).

Par ailleurs, les travaux réalisés par Saafi *et al.*, (2009) sur les fruits de cultivars tunisiens, ont donné une teneur moyenne en polyphénols totaux de l'ordre de 281.08 mg d'EAG/100 g de poids frais de dattes. Cette quantité est grande par à port notre résultat.

Ben Abdallah *et al.*, (2016) ont observé les fortes teneurs en polyphénols totaux ( $200,44 \pm 0,63$ ) mg d'équivalent d'acide gallique/g de MS) chez le cultivar « Ghars de souf » contre notre résultat, pour ce type, nous avons enregistré des faibles teneurs.

La teneur en polyphénols reste dépend probablement par des critères suivants : la variété ou l'espèce étudiée, l'organe végétale étudié, la méthode d'extraction, l'écologie de la région d'étude, les conditions agronomiques des plantes étudiées.

#### 4.1.2.1. Analyse de variance

Les tableaux 8 et 9 présentent les résultats de l'analyse de variance à un critère (dosage en polyphénols totaux) entre les 9 pollinisateurs étudiés et les 3 types de «dokkars» successivement.

**Tableau 8.** Analyse de la variance des résultats de la teneur en polyphénols.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
<b>Modèle</b>	8	30789,42	3848,68	3428,10	< 0,0001
<b>Erreur</b>	18	20,21	1,12		
<b>Total corrigé</b>	26	30809,63			

Les résultats de l'analyse de la variance à un paramètre (dosage en polyphénols totaux) montrent une différence très hautement significative ( $p < \alpha=0.001$ ) entre tous les palmiers mâles étudiés c'est à dire chaque «dokkars» a une quantité spécifique en polyphénols.

**Tableau 9.** Analyse de la variance des résultats de la teneur en polyphénols.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	2	7541,24	3770,62	8,31	0,02
Erreur	6	2721,90	453,65		
Total corrigé	8	10263,14			

Le tableau 9 montre une différence significative ( $p < \alpha=0.05$ ) entre les types des «Dokkars» étudiés. Ce résultat est en accord avec les études réalisées pour d'autres espèces ou organes de palmier dattier telles que : les feuilles de *Marrubium deserti de Noé* (Ghedadba *et al.*, 2015) ; les dattes des différents cultivars algériens (Khali, 2008 ; Sayah, 2018) ; les fleurs d'artichaut (*Cynarascolymus L.*) (Mahmoudi *et al.*, 2013).

#### 4.1.2.2. Classement et regroupement des types de palmiers mâles

Le tableau 10 présente les résultats d'analyse de différence de la teneur en polyphénols totaux entre les types de «dokkars» et comparaison des moyennes à l'aide test de Tukey (Dagnelle, 2011).

**Tableau 10.** Analyse des différences entre les modalités et comparaison des moyennes.

Modalité	Moyenne estimée	Groupes	
DB	206,03	A	
DN	179,42	A	B
GH	135,81		B

L'analyse des différences entre les modalités et comparaison des moyennes à l'aide test de Tukey montre que le type "Degla Beida" représente le groupe A, et le type "Ghars" représente le groupe B ; tandis que, le type "Deglet Nour" représente le groupe intermédiaire AB. Ceci indique

que le type "Degla Beida" est le plus riche en polyphénols (206,03 ug d'EqAG/mg d'extrait), et le type "Ghars" est le pauvre en polyphénols (135,81 ug d'EqAG/mg d'extrait) ; tandis que, le type "Deglet Nour" a une quantité moyenne en polyphénols (179,42 ug d'EqAG/mg d'extrait).

#### 4.1.3. Dosage des flavonoïdes

Les teneurs en flavonoïdes des différents extraits des feuilles des trois Types ("Ghars", "Deglet Nour" et "Degla Beida") des palmiers mâles sont regroupées dans le tableau 11.

**Tableau 11.** Dosage quantitatif des flavonoïdes.

Types	"Deglet Nour"		"Degla Beida"		"Ghars"	
Palmiers mâles	DN1	27±0,24	DB 1	37,56±0,21	GH1	19,60±0,21
	DN2	29.04±0,20	DB 2	31,70±0,24	GH2	22,26±0,16
	DN3	34.51±0,29	DB 3	38,79±0,19	GH3	24,19±0,11
<b>Moyenne</b>	30.18 ±3.88		36.02±3.79		22.02±2.31	

D'après les résultats de dosage en flavonoïdes, nous avons remarqué une variabilité dans les teneurs en flavonoïdes, ces quantités varient de 19,60 à 38,79 µg EQ/mg d'extrait pour les différents palmiers dattiers mâles étudiés.

D'après le tableau 11, nous avons observé que le contenu en flavonoïdes totaux dans les différents extraits du type "Degla Beida" est oscille entre 31,70 et 38,79 µg EQ/mg d'extrait ; mais, pour le type "Ghars", nous notons que les différents extraits contiennent des quantités variées de 19,60 à 24,19 µg EQ/mg d'extrait. Concernant le type "Deglet Nour", ce contenu est varié de 27 à 34, 51 µg EQ/mg d'extrait.

Lorsqu'on compare nos résultats des différents types ("Ghars", "Deglet Nour" et "Degla Beida") avec les recherches antérieures ,on obtient que nos valeurs sont inférieures à celles trouvées par Bengag (2009) et Laouini (2014) ,tel que : le premier auteur a noté que les teneurs en flavonoïdes sont supérieures a 50 mg/g de poudre et le deuxième auteur a trouvé que les teneurs en flavonoïdes des feuilles des cultivars "Deglet Nour" et "Ghars" sont 93.42 mg E Ca/ g Ms et 101.09 mg E Ca/ g Ms respectivement. Au contraire, ils sont supérieurs à ceux trouvés par Daas (2009) et Hamad *et al.*, (2015) ,tel que : Daas (2009) a révélé des teneurs de [1,79-2,06-6,01] mg /100 g pour les variétés "Ghars", " Deglet Nour" et " Mech-Degla" respectivement ; et

Hamad *et al.*, (2015) ont déterminé une teneur en flavonoïdes variant de 1,22 à 2,82 mg/100 g de matière sèche.

Nos résultats sont presque semblables aux résultats de Tirichine (2010) et Dia (2019) tel que : le premier auteur a estimé les teneurs en flavonoïdes d'un pied mâle (40 à 60 mg EQ/g d'extrait), et l'autre auteur qui a cité que la teneur en flavonoïdes totales des feuilles du palmier dattier est 48.28 mg EQ/g d'extrait.

Les différences dans les teneurs en flavonoïdes entre ces études pourraient être dues à : la variété ou l'espèce étudiée, l'organe végétale étudié, les conditions environnementales de la région d'étude, les conditions agronomiques des plantes étudiées et des conditions d'extraction.

#### 4.1.3.1. Analyse de variance

Les tableaux 12 et 13 présentent les résultats de l'analyse de variance à un critère (dosage des flavonoïdes) entre les différents palmiers mâles étudiés et les différents types de «dokkars» successivement.

**Tableau 12.** Analyse de la variance des résultats de la teneur en flavonoïdes totaux.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
<b>Modèle</b>	8	1446,84	180,86	4052,40	< 0,0001
<b>Erreur</b>	18	0,80	0,04		
<b>Total corrigé</b>	26	1447,64			

D'après le tableau 12, on a constaté qu'il y a une différence très hautement significative ( $p < \alpha = 0.001$ ) entre les différents palmiers mâles étudiés pour les teneurs en flavonoïdes des extraits des penes de ces palmiers. Ceci signifie que chaque «dokkars» a une quantité spécifique en flavonoïdes.

**Tableau 13.** Analyse de la variance des résultats de la teneur en flavonoïdes totaux.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
<b>Modèle</b>	2	368,39	184,19	9,70	0,01
<b>Erreur</b>	6	113,89	18,98		
<b>Total corrigé</b>	8	482,28			

Les résultats de l'analyse de la variance à un paramètre (dosage des flavonoïdes) montrent une différence significative ( $p < \alpha = 0.05$ ) entre les différents types de pollinisateurs étudiés. Ce résultat confirme le résultat de Gourchala (2015) et Sayah (2018), tel que : le premier auteur a montré qu'il y a une différence hautement significative dans les teneurs en flavonoïdes entre les cinq variétés des dattes étudiées (parmi eux la variété de "Ghars" et "Deglet Nour" ) et l'autre auteur a obtenu une différence significative entre les extraits des dattes des cultivars "Ghars", "Deglet Nour" et "Degla Beida"). Il affirme, aussi, les résultats de Ghedadba *et al.*, (2015) qui ont remarqué qu'il ya une différence significative dans le contenu totale des flavonoïdes entre les extraits des feuilles de *Marrubium deserti de Noé*. Il réaffirme, également, les résultats de Mahmoudi *et al.*,(2013) qui ont trouvé qu'il y a une différence hautement significative dans les teneurs en flavonoïdes en fonction de la partie de la plante L'artichaut Violet (*Cynarascolymus L.*)

#### 4.1.3.2. Classement et regroupement des types de palmiers mâles

Le tableau 14 présente les résultats d'analyse de différence de la teneur en flavonoïdes entre les types de «dokkars» et comparaison des moyennes à l'aide test de Tukey (Dagnelle, 2011).

**Tableau 14.** Analyse des différences entre les modalités et comparaison des moyennes.

Modalité	Moyenne estimée	Groupes	
DB	37,68	A	
DN	30,18	A	B
GH	22,02		B

L'analyse des différences entre les modalités et comparaison des moyennes à l'aide test de Tukey montre que le type "Degla Beida" représente le groupe A, et le type "Ghars" représente le groupe B ; tandis que, le type "Deglet Nour" représente le groupe intermédiaire AB. Ceci indique que le type "Degla Beida" est le plus riche en flavonoïdes (37.68  $\mu\text{g EQ/mg}$  d'extrait), et le type "Ghars" est le pauvre en flavonoïdes (22.02  $\mu\text{g EQ/mg}$  d'extrait) ; tandis que, le type "Deglet Nour" a une quantité moyenne en flavonoïdes (30.18  $\mu\text{g EQ/mg}$  d'extrait).

## 4.2. Métabolites primaires

### 4.2.1. Dosage de protéines totales

Le tableau 15 présente les teneurs en protéines totaux (%) des différents extraits des feuilles de palmiers mâles.

**Tableau 15.** Dosage quantitatif de protéines totales.

Types	"Deglet Nour"		"Degla Beida"		"Ghars"	
Palmiers mâles	DN1	15.89±0.29	DB1	34±0.40	GH1	12,96±0.39
	DN2	26.15±0.39	DB 2	40.37±0.28	GH2	18.37±0.46
	DN3	37.55±0.51	DB 3	42.89±0.44	GH3	23.67±0.22
<b>Moyenne</b>	26.53±10.84		39.09±4.58		18.33±5.35	

L'analyse quantitative de la teneur en protéines dans les extraits des feuilles des trois types de «Dokkars» étudiés ("Deglet Nour" (DN), "Degla Beida" (DB), "Ghars" (GH)) montre que ce teneur est oscille entre (12,96 % et 42.89 %).

D'après le tableau 15, le pourcentage de protéines totales varie de (34 % à 42.89 %) chez le type "Degla Beida". Concernant les deux autres types ("Deglet Nour" et "Ghars"), ce pourcentage varie de (15.89 % à 37.55 %) et de (12.96 % à 23.67 %) respectivement.

Nos résultats sont presque similaires à ceux trouvés par Jassim *et al.*, (2000) qui ont obtenu que le taux des protéines, à travers leur étude visant à estimer les éléments protéiques et minéraux de cinq cultivars iraqiennes des palmiers dattiers mâles, est oscille entre (36.51 % et 44.27 %).

Ils sont supérieurs à celles obtenus par Youssif *et al.*, (1982) ; Harrak et Hamouda (2005) ; Noui (2007) ; Benamor (2016) et Tajini *et al.*, (2020), tel que : les premiers auteurs ont observé que le contenu protéique des différentes variétés iraqiennes est oscille entre (2.16 % et 2.78 %) ; le deuxième auteur ont constaté que le pourcentage des protéines des différentes variétés marocaines varie de (1.99 % à 4.22 %) ; le troisième auteur a remarqué que le taux en protéines des dattes de variété " Deglet Nour" est égale (2.46 %) ; le quatrième auteur a observé que pollinique en protéines des pollens du palmier dattier varie de (0.1 % à 8.2 %) et les derniers

auteurs ont montré que la teneur en protéine des dattes de la variété "Deglet Nour" tunisienne est égale ( $15.13 \pm 3.18$  %).

La différence dans le contenu en protéines entre ces travaux scientifiques pourraient être dues à : la variété ou l'espèce étudiée, l'organe végétale étudié, les conditions environnementales de la région d'étude, les conditions agronomiques des plantes étudiées et les conditions d'extraction.

#### 4.2.1.1. Analyse de variance

Les tableaux 16 et 17 présentent les résultats de l'analyse de variance à un facteur (la teneur en protéines totales) entre les palmiers mâles étudiés et les différents types de «dokkars» successivement.

**Tableau 16 .** Analyse de la variance des résultats de la teneur en protéines.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
<b>Modèle</b>	8	2969,22	371,15	2474,73	< 0,0001
<b>Erreur</b>	18	2,70	0,15		
<b>Total corrigé</b>	26	2971,92			

Les résultats de l'analyse de la variance à un paramètre (dosage en protéines totales) montrent une différence très hautement significative ( $p < \alpha = 0.001$ ) entre tous les pollinisateurs étudiés c'est à dire chaque «dokkars» a une quantité spécifique en protéines.

**Tableau 17.** Analyse de la variance des résultats de la teneur en protéines.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
<b>Modèle</b>	2	1071,69	535,84	7,35	0,03
<b>Erreur</b>	6	437,32	72,89		
<b>Total corrigé</b>	8	1509,00			

Le tableau 17 montre qu'il y a une différence significative ( $p < \alpha = 0.05$ ) entre les types de «Dokkars» étudiés. Ce résultat confirme les résultats des recherches antérieurs, tel que :

Gourchala (2015) a noté une différence hautement significative entre les entres les cinq variétés des dattes étudiées (parmi eux la variété de "Ghars" et "Deglet Nour" ) étudiées dans les régions de Ghardaïa et Adrar, et a expliqué cette différence par l'origine des cultivars et les conditions expérimentales ; Benamor (2016) qui a trouvé une différence significative entre les différents types de pollens ; Tajini *et al.*, (2020) ont observé une différence significative entre les deux variétés de dattes "Deglet Nour" d'origine Tunisienne et "Madjoul" d'origine Saoudienne.

#### 4.2.1.2. Classement et regroupement des types de palmiers mâles

Le tableau 18 présente les résultats d'analyse de différence de la teneur en protéines entre les types de «dokkars» et comparaison des moyennes à l'aide test de Tukey (Dagnelle, 2011).

**Tableau 18.** Analyse des différences entre les modalités et comparaison des moyennes.

Modalité	Moyenne estimée	Groupes	
DB	39,09	A	
GH	18,33	A	B
DN	14,12		B

D'après le tableau 18, on a montré que le type "Degla Beida" représente le groupe A, et le type "Deglet Nour" représente le groupe B ; tandis que, le type "Ghars" représente le groupe intermédiaire AB. Ceci indique que le type "Degla Beida" est le plus riche en protéines (39,09%), le type "Deglet Nour" est le pauvre en protéines (14,12 %) ; tandis que, le type "Ghars" a un taux moyen en protéines (18,33 %).

#### 4.2.2. Dosage des sucres totaux

Le tableau 19 présente les teneurs en sucres totaux (%) des différents extraits des feuilles des palmiers mâles.

**Tableau 19.** Dosage quantitatif des sucres totaux.

Types	"Degla Beida"		"Deglet Nour"		"Ghars"	
Palmiers mâles	DB1	38.87±0,34	DN1	71.64±0.67	GH1	66.99±0.71
	DB2	56.45±0,60	DN2	62.25±0.60	GH2	80.62±0,67
	DB3	43.52±0.64	DN3	50.33±0,75	GH3	75.99±0,56
Moyenne	46.28±9.11		61.41±10.68		74.54±6.92	

D'après le tableau 19, on remarque que la teneur en sucres totaux des palmiers mâles étudiés est oscille entre (38.87 % et 80.62 %). Ce tableau montre que le pourcentage de sucres totaux varie de (38.87 % à 56.45 %) chez le type "Degla Beida". Concernant les deux autres types ("Deglet Nour" et "Ghars"), ce taux varie de (50.33 % à 71.64 %) et de (66.99 % à 80.62%) respectivement.

Nos résultats sont presque similaires à ceux trouvés par des études antérieures, tel que : Sawaya *et al.*, (1983) ; Retima (2015) qui ont obtenu que la teneur en sucres est varié entre (60 % et 80 %) ; et Belguedj (1996) qui a observé que le teneur de sucres de 30 cultivars algériens est varié entre (44,66 % et 88 %). Ils sont aussi, presque conformes aux résultats de Mebarki (2000) ; Ayachi (2002) ; Khettache (2003) ; Djenien (2004) ; Khenfar (2004) qui ont noté que le contenu des sucres totaux de la variété "Deglet Nour" est égale (71,5% ; 60 % ;63,25 % ;68,7 % et 74,8 % respectivement). Ils sont également, presque en accord avec les résultats de Sayah (2009) ; Taouda *et al.*, (2014), tel que : le premier auteur a remarqué que le contenu en sucres de cultivar "Degla Beida" est égale (55.17 %) ; les deuxièmes auteurs ont constaté que ce teneur en sucres des variétés "Degla Beida" et "Deglet Nour" est égale (58 % et 73 % successivement).

Ils sont différents aux résultats de Gourchala (2015) qui a montré que ce contenu en sucres de variété "Deglet Nour" est le plus élevé (supérieur à 70 %).

La différence dans le contenu en sucres pourrait être dues à : la variété ou l'espèce étudiée, l'organe végétale étudié, les conditions environnementales de la région d'étude, les conditions agronomiques des plantes étudiés et les conditions d'extraction.

#### 4.2.2.1. Analyse de variance

Les tableaux 20 et 21 présentent les résultats de l'analyse de variance à un seul critère (la teneur en sucres totaux) entre les pollinisateurs étudiés et les différents types de «dokkars» successivement.

**Tableau 20.** Analyse de la variance des résultats de la teneur en sucres.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	8	5070,09	633,76	1604,81	< 0,0001
Erreur	18	7,11	0,39		
Total corrigé	26	5077,20			

D'après le tableau 20, on a noté qu'il y a une différence très hautement significative ( $p < \alpha = 0.001$ ) entre les différents palmiers mâles étudiés pour les teneurs en sucres totaux des extraits des penes de ces palmiers. Ceci signifie que chaque «dokkars» a une quantité spécifique en sucres totaux.

**Tableau 21.** Analyse de la variance des résultats de la teneur en sucres.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	2	1199,77	599,88	7,34	0,02
Erreur	6	490,26	81,71		
Total corrigé	8	1690,03			

Les résultats de l'analyse de la variance à un paramètre (dosage de sucres totaux) montrent une différence significative ( $p < \alpha = 0.05$ ) entre les différents types de pollinisateurs étudiés. Ce résultat confirme le résultat de Gourchala (2015) et Taouda *et al.*, (2014), tel que : le premier auteur a montré qu'il y a une différence hautement significative dans les teneurs en sucres entre les différentes variétés des dattes entre les cinq variétés des dattes étudiée (parmi eux la variété de "Ghars" et "Deglet Nour" ) et l'autre auteur a obtenu une différence significative dans le contenu en sucres entre les extraits des dattes des cultivars "Deglet Nour" et "Degla Beida".

#### 4.2.2.2. Classement et regroupement des types de palmiers mâles

Le tableau 22 présente les résultats d'analyse de différence de la teneur en sucres entre les types de «dokkars» et comparaison des moyennes à l'aide test de Tukey (Dagnelle, 2011).

**Tableau 22.** Analyse des différences entre les modalités et comparaison des moyennes.

Modalité	Moyenne estimée	Groupes	
<b>GH</b>	74,54	A	
<b>DN</b>	61,41	A	B
<b>DB</b>	46,28		B

L'analyse des différences entre les modalités et comparaison des moyennes à l'aide test de

Tukey montre que le type "Ghars" représente le groupe A, et le type "Degla Beida" représente le groupe B ; tandis que, le type "Deglet Nour" représente le groupe intermédiaire AB. Ceci indique que le type "Ghars" est le plus riche en sucres totaux (74.54 %), et le type " Degla Beida" est le pauvre en sucres totaux (46.28 %) ; tandis que, le type "Deglet Nour" a une quantité moyenne en sucres (61.41 %).

### 4.3. Corrélation entre les différents caractères étudiés

Le tableau 23 présente les résultats de test de corrélation de Pearson (Matrice de corrélation) entre les différents caractères de métabolites secondaires (rendement d'extraction, polyphénols et flavonoïdes) et primaires (le contenu en protéines et sucres totaux) (Dagnelle, 2011).

**Tableau 23.** Matrice de corrélation entre les paramètres biochimiques étudiés.

<b>Variabes</b>	<b>Sucres</b>	<b>Flavonoïdes</b>	<b>Polyphénols</b>	<b>Protéines</b>	<b>Rendement</b>
<b>Sucres</b>	<b>1</b>	-0,91	-0,94	-0,79	-0,20
<b>Flavonoïdes</b>	-0,91	<b>1</b>	0,94	0,89	0,10
<b>Polyphénols</b>	-0,94	0,94	<b>1</b>	0,78	0,02
<b>Protéines</b>	-0,79	0,89	0,78	<b>1</b>	-0,18
<b>Rendement</b>	-0,20	0,10	0,02	-0,18	<b>1</b>

Le tableau 23 montre qu'il y a une corrélation positive entre:

Flavonoïdes et polyphénols, tel que cette corrélation est très forte ( $r = 0.94$ ) ;

Flavonoïdes et protéines, tel que cette corrélation est très forte ( $r = 0.89$ ) ;

Flavonoïdes et rendement, tel que cette corrélation est très faible ( $r = 0.10$ ) ;

Polyphénols et protéines, tel que cette corrélation est forte ( $r = 0.78$ ) ;

Polyphénols et rendement, tel que cette corrélation est très faible ( $r = 0.02$ ).

Il montre, aussi, qu'il y a une corrélation négative entre:

Sucres et flavonoïdes, tel que cette corrélation est très forte ( $r = -0.91$ ) ;

Sucres et polyphénols, tel que cette corrélation est très forte ( $r = -0.94$ ) ;

Sucres et protéines, tel que cette corrélation est forte ( $r = -0.79$ ) ;

Sucres et rendement, tel que cette corrélation est faible ( $r = -0.20$ ) ;

Protéines et rendement, tel que cette corrélation est très faible ( $r = -0.18$ ).

## Conclusion

Notre travail met en évidence les caractères phytochimique des extraits des feuilles de trois types de palmiers dattiers mâles (*Phoenix dactylifera* L.) ("Degla Beida", "Deglet Nour", "Ghars").

D'après l'analyse quantitative des métabolites secondaires (polyphénols totaux et flavonoïdes) sont considérables.

Les teneurs en métabolites primaires et secondaires dépendent des facteurs suivants : la variété ou l'espèce étudiée, l'organe végétal analysé, la méthode d'extraction et de quantification (dosage) utilisée, les conditions climatiques et écologiques de la région d'étude (la lumière, les précipitations, la topographie, la saison et le type de sols) et les états agronomiques des plantes étudiées.

Les trois types des palmiers étudiés sont considérés comme une source importante en glucides par rapport aux protéines. Ceci qui indique le rôle nutritionnel du sucre.

Les résultats de l'analyse de variance de tous les caractères biochimiques des palmiers dattiers mâles montrent une différence significative entre les trois types de « dokkars » et une différence très hautement significative entre les palmiers mâles étudiés. Il y a donc une grande hétérogénéité entre les populations de palmiers mâles, sachant que chaque individu possède des caractéristiques spécifiques.

Le classement des différents types des pollinisateurs, selon les résultats d'analyse de différences entre les modalités et en comparant les moyennes à l'aide du test de Tukey pour les critères concernant les métabolites secondaires (polyphénols totaux et flavonoïdes), donne les résultats suivants :

Le type "Degla Beida" représente le meilleur groupe ;

Le type " Deglet Nour" représente le groupe intermédiaire ;

Le type " Ghars" représente le mauvais groupe.

Cependant pour les critères concernant les métabolites primaires, nous distinguons différents classements : Pour le dosage protéique, " Degla Beida" obtient les meilleurs résultats et "Ghars " se présente comme groupe intermédiaire. Par contre, pour le dosage des sucres, nous

observons que le type " Ghars " est le mieux représenté alors que le type " Deglet Nour " est intermédiaire.

Le type " Degla Beida " est le plus riche en métabolites secondaires (polyphénols totaux et flavonoïdes) ainsi qu'en protéines. Cette dernière, est une biomolécule, considérée comme une molécule de base ayant une relation directe avec les métabolites secondaires, c'est pour cela que nous obtenons une corrélation positive moyenne entre les protéines et les métabolites secondaires (polyphénols et flavonoïdes).

Les résultats du test de corrélation entre les caractères étudiés montrent qu'il y a des corrélations positives entre la plupart de ces caractères sauf les sucres. D'après ces résultats, nous concluons qu'il y a une forte corrélation entre les polyphénols totaux et flavonoïdes. Ceci indiquant que si le contenu est riche en polyphénols alors il est également riche en flavonoïdes.

Enfin les résultats de cette étude ne sont qu'une simple contribution, à vérifier et à revaloriser par d'autres tentatives dans le même cadre avec des recherches plus approfondies. Notre étude reste préliminaire, il est donc souhaitable de poursuivre encore les travaux sur les feuilles des palmiers dattiers, dans d'autres régions, à une échelle plus large et durant plusieurs années. En utilisant des techniques plus performantes afin d'identifier les métabolites secondaires et primaires bioactives des différentes parties de notre plante pour confirmer l'effet environnemental sur la phytochimie.

# **Références**

## **Bibliographiques**

## Références

- Abou-Zeid A.A., Nabeh A., and Baghlaf O. 1991. The formation of oxytetracycline in a date coat medium. *Bioresource technologie*,37p.
- 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 Biskra. Thèse de doctorat, Université de Biskra, Alger,154p.
- Acourène S., Belguedj M., Tama M et Taleb B. 2001. Caractérisation, évaluation de la qualité de la datte et identification des cultivars rares de palmier dattier de la région des Zibans, *Revue semestrielle de l'INRAA* 8 : 19-39.
- Acourène S., Tama M. 1997. Caractérisation physicochimique des principaux cultivars de datte de la région de Ziban. *Revue recherche Agronomique*. 1<sup>ère</sup> édition, pp 59-66.
- Alais C., Linden G. 1997. *Biochimie alimentaire* .Ed, Masson, Paris, pp. 120-125.
- Alidert J., Ranjeva R., Boudet M. A. 1977. Organisation subcellulaire des voies de synthèses des composés phénoliques. *Physiol* 15: 279-301.
- Allam A., Trichine A., Cheloufi H., Arif., Tama M., et M.A. 2013.Etude de la diversité biologique des espèces maraichères cultivées dans les palmeraies. *Revue des bioressource* 3 (2):1-11.
- Al-Shahib W., Marshall R.J. 2003. The fruit of the date palm: its possible use as the best food for the future? *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 54: pp 247-259.
- Al-Shahib W., Marshall R.J. 2002. Dietary fibre content of dates from 13 varieties of date palm *Phoenix dactylifera* L. *International Journal of Food Science and Technology* 37: pp719-721.
- Al-Tahir O. A., Abdul-Salam M. A., Al-Ghamdi A. S., Al-Khateeb S. A. 2007. Study of the chemical composition of pollen in some date palm (*Phoenix dactylifera* L.) males. The third symposium on the date palm, Al-Hassa, Saudi Arabia, 261-264.

- Ayachi N. 2002. Contribution à l'étude de quelques caractéristiques morphologiques et biochimiques de huit cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) dans la région d'Oued Djellal (Biskra) .Mém. Ing .Dép .Agr .Univ ,Batna ,66 p.
- Bahorun T., Gressier B., Trotin F., Brunete C., Dine T., Vasseur J., Gazin J.C., Pinkas M., Luycky M., Gazin M. 1996. Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations. *Arzneimittel-Forschung* 46: 1086-1089.
- Baliga M.S., Baliga B. R.V., Kandathil S. M., Bhat H.P., Vayalil P. K. 2011 .A review of the chemistry and pharmacology of the date fruits (*Phoenix dactylifera* L.) *Food Research International*. *Food Research International* 44 (7) :Pages 1812-1822.
- Barreveld W. H. 1993. Date palm products. Agricultural services bulletin N°101. FAO Food and agriculture organization of the United Nation. Rome 1993.
- Belaroussi M.E. 2019. Etude de la production du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) variété Deglet Nour : cas des régions d'Oued Mya et Oued Righ. Thèse de doctorat en science agronomiques, université Kasdi Merbah, Ouargla,152p.
- Belhabib S. 1995. Contribution à l'étude de quelques paramètres biologiques (croissance végétative et fructification) chez deux cultivars (Deglet-Nour et Ghars) du palronommier dattier (*Phoenix dactylifera*. L) dans la région de Oued Righ. Mémoire, Ing, Agro. Batna, 54p.
- Ben Abbes F. 2011. Etude de quelques propriétés chimiques et biologiques d'extraits de dattes « *Phoenix dactylifera* L.» L. Thèse de magister, Université Ferhat Abbas, Sétif,79 p.
- Ben Abdallah H., Laajimi A., Guesmi F., TrikiT., Ferchichi A. 2016. Caractérisation morphologique et biochimique des cultivars rares de palmier dattier dans les oasis de Nefzaoua. *Biotechnologie végétale* 3(43):140-142.
- Ben Chennouf A. 1971. Le palmier dattier. Station expérimentale d'Ain Ben Naoui. Biskra, 22p.
- Benamor B. 2014. Sélection des palmiers dattiers mâles (*Phoenix dactylifera* L.) dans station "Daouia" (Oued Souf, Algérie) : Etude de terrain et laboratoire. Thèse de doctorat en biologie végétale et environnemental. Université Badji Mokhtar, Annaba,117p.

- Benbelaïd F., Khadir A., Abdoune M. A., Bendahou M. 2013. Phytochemical screening and *in vitro* antimicrobial activity of *Thymus lanceolatus* Desf. From Algeria. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease* 3(6): 454-459.
- Benchabane A. 2007. Composition biochimique de la date (Deglet Nour). évolution en fonction de la maturation et la formation de la couleur et des arômes. Thèse de doctorat d'état, Institut Nationale Agronomique El-Harrach, Alger, 123p.
- Bengag A. 2009. Caractérisation phytochimique et activité antioxydante de quelques cultivars de *Phoenix dactylifera* L. Mémoire de magistère, université d'Oran Es-senia, 79 pages.
- Beta T., Nam S., Dexter J.E., Sapirstein H. D. 2005. Phenolic Content and Antioxidant Activity of Pearled Wheat and Roller-Milled Fractions. *Cereal Chem* 82(4):390-393.
- Boizot, N ; Charpentier, J.P. 2006. Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. Méthodes et outils pour d'observation et l'évaluation des milieux forestiers, prairiaux et aquatiques, INRA, 79-82.
- Bouchahm N., Chaib W., Drouiche A., Zahi F., Hamzaoui W., Salemkour N., Fekraoui F et Djabri L. 2013. Caractérisation et cartographie des sites de remonte dans la région de L'Oued Righ (bas Sahara Algérien). *Journal Algérien des Régions Arides* N° Spécial:77-88.
- Boughediri L. 1994. Le pollen de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) Approche multidisciplinaire et modélisation des différents paramètres en vue de créer une banque de pollens. Thèse de Doctorat en botanique tropicale de l'Université Paris 6, France, 158p.
- Bouguedoura N. 1991. Connaissance de la morphogénèse du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) Etude *in situ* et *in vitro* du développement morphogénétique des appareils végétatifs et reproducteurs. Thèse doctorat d'Etat en biologie végétale, U.S.T.H.B. Alger, 201p.
- Bradford M. M. 1976. A rapid and sensitive method of the quantitation microgram quantities of Protein utilising the principale dye binding. *Analytic. Biochem* 72: 248-254.
- Bravo L. 1998. Polyphénols: Chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutrition Reviews* 56 (11): 317-333.

- Boubekri Ch. 2014. Etude de l'activité antioxydante des polyphénols extraits de *Solanum melongena* par des techniques électrochimiques. Thèse de Doctorat, Université Mohamed Khider, Biskra, 24 p.
- Bruneton J. 1999. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3<sup>ème</sup> édition, Tec et Doc, Cachan, Paris, p.1120.
- Brouillard R. 1986. The flavonoids Advances. In: research since 1993. Harborne J B, Chapman and Hall, London, 525-538 p.
- Bruneton J. 2009. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 4<sup>ème</sup> édition, Tec et Doc, p. 1269.
- Buelguedj M. 1996. Caractéristiques des cultivars de dattiers du Sud-est du Sahara algérien Vol .1, Ed. Filière culture pérenne de l'ITDAS. Biskra.
- Cheftel J., Cheftel C. 1977. Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Ed. Vol .1, 4<sup>ème</sup> tirage, Tec & doc, Paris, 367 p.
- Chelli A. 1996. Etude bio-écologique de la cochenille blanche du palmier dattier *Parlatoria blanchardi* Targ (*Hom. Diaspididae*). A Biskra et ses ennemis naturels. Mémoire. Ing. INA. El- Harrach, 101 p.
- Collins S. et Crouzet J. 2011. Polyphenols et procédés. Ed, Tec et doc, Paris, p.336.
- Crozier A., Clifford M.N., Ashihara H. 2006. Plant secondary metabolites: occurrence, structure and role in the human diet. Blackwell, p. 384.
- Daas Amieur S., Alloui –Lombarkia O., Bouhdila F., Ayachi A., Hambaba. 2014. Etude de l'implication des composés phénoliques des extraits de trois variétés de datte dans son activité antibactérienne. *Phytothérapie* 12: 135-142.
- Dagnelle P. 2011. Statistique théorique et appliquée. Tome 2. Inférence statistique à une et à deux dimensions. Bruxelles, De Boeck, 736p.
- Dajoz R. 2006. Précis d'écologie. 8<sup>ème</sup> édition, Dunod, Paris, p. 27.
- Dia O. 2019. Optimisation de l'extraction des polyphénols des (*Phoenix dactylifera*.L) par différents solvants et méthodes: génie des procédés. Thèse de doctorat , université d'Ouargla, Alger, 136 p.

- Diharce J. 2014. Etude par modélisation moléculaire de systèmes multienzymatiques impliqués dans la biosynthèse des flavonoïdes .Thèse de Doctorat, Université de Nice Sophia Antipolis, 214p.
- Djerbi M. 1994. Précis de phoeniciculture. FAO, Rome, 192p.
- Djerouni A., A. Chala, A. Simozrag, R. Benmehaia and M. Baka. 2015. Evaluation of male palms used in pollination and the extent of its relationship with cultivars of date-palms (*Phoenix dactylifera* L.) grown in region of Oued Righ, Algeria. *Pak. J. Bot.* 47(5): 2295-2300.
- Djnien O. 2004. Contribution à l'étude de quelques paramètres morphologiques du pied et du fruit de quelques cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) dans la région de Chetma (Wilaya de Biskra). Mém. Ing. Dép. Agr. Univ. Batna ,79p.
- Dubois M., Gilles K.A., Hamilton J.K., Rebers P.A., Smith F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem* 28: 350-356.
- Estanove P. 1990. Note technique : Valorisation de la datte. In Options méditerranéennes, série A, N°11. Systèmes agricoles oasiens .Ed, CIHEAM, 301-318.
- FAO, 1018. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization.
- Faurie C., Ferra C., Medori P., D Evaux J. 1980. Ecologie. Ed. J-B.BAILLIERE, Paris,339p.
- Ghedadba N., Hambaba L., Ayachi A., Aberkane M.C., Bousselsela H. , Oueld-Mokhtar S.M. 2015. Polyphénols totaux, activités antioxydante et antimicrobienne des extraits des feuilles de Marrubium deserti de Noé. *Phytotherapie* 13(2) :6-7.
- Ghobrini D. 2010. Action des radiations bleues sur le développement des embryons zygotiques du Palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.)Cv. Takerboucht cultivés in-vitro. Thèse de Magister, Université Mouloud Mammeri,127 pages.
- Girard P. 1962. Le palmier dattier. MARA, Direction départementale de l'agriculture des oasis. Edt. C.F.P.A., Sidi Mehdi Touggourt (Oasis),136p.
- Gourchala F. 2015.Caractérisation physicochimique, phytochimique et biochimique de cinq variétés de dattes d'Algérie, *Phoenix dactylifera* L. (Deglet noor, Ghars, H'mira, Tamesrit et Tinissine). Effets de leur ingestion sur certains paramètres biologiques (Glycémie, profil

- lipidique, index glycémique et pression artérielle) :biochimie .thèse de doctorat, Université d'Annaba,Alger ,127 p.
- Guignard J. L. 2000. Les composés aromatiques. Biochimie végétale .2<sup>ème</sup> édition, Dunod, Paris, p.273.
- Hadj Salem J. 2009. Extraction , identification , caractirisation des activités biologiques de flavonoides de *Nitraria retusa* et synthèse de dérivés acyles de ces molécules par voie enzymatique: Procédés Biotechnologiques et Alimentaires. Thèse de doctorat, université de Lorraine,France ,250 p.
- Hamad I., Abdelgawad H., Al jaouni S., Zinta G., Asard H., Hassan S., Hegab M., Hagagy N., Selim S. 2015. Metabolic analysis of various date palm fruit (*Phoenix dactylifera* L.) cultivars from Saudi Arabia to assess their nutritional quality. *Molecules* 20: 13620-13641.
- Harbone J B. 1967. Comparative biochimitry of the flavonoides. Academic press. New York. 1-130 p.
- Harrak H., Hamouda A. 2005. Etude de quelques critères de qualité des principales variétés de dattes marocaines. In Symposium international sur le développement durable des systèmes oasiens Erfoud Maroc,8-10.
- Heller F., Pusic E., Strauss G., Wilpert B. 1998.Organisational Participation: Myth and Reality, Oxford University Press.
- Jassim A., Arkan Yaqoub Y., Al-jubouri S. 2000. Using the neutron activation analysis technique to estimate the protein and mineral elements in pollen of different cultivars of male palms. *Basra Journal of Agricultural Sciences* 1: 41-55.
- Khali M. 2008. Effets de traitements simples et combinés sur la biologie et la biochimie de la datte en cours de conservation : sciences alimentaire et nutrition. Thèse de doctorat d'état, Institut National Agronomique d'El Harrach, Alger,174p.
- Khalil ,K.E. ,Abd-El- Bari ,M.S., Hafiz, N.E, Ahmed ,E.Y. 2002.Production ,evaluation and utilization of date syrup concentrate (Dibis) .Egypt. *J.Food Sci* 30 (2) :179-203.

- Khenfar B. 2004. Contribution à l'étude de quelques caractéristiques morphologiques de quatre cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) dans la région Droh (Biskra) .Mém Ing. Dép .Agr.Univ , Batna,78p .
- Khettache H. 2003 .Contribution à l'étude de quelques paramètres morphologiques du pied et du fruit de quelques cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) dans la région d'Outaya (Wilaya de Biskra). Mém. Ing. Dép. Agr. Univ. Batna,86p.
- Kutchan T.M., Gershenzon J., Møller B.L., Gang D.R. 2015 .Natural products, in Buchanan B.B., Gruissem W., Jones R.L., Biochemistry &molecular biology of plants, John Wiley & Sons.UK.
- Laouini S.E. 2014. Etude phytochimique et activité biologique d'extrait de des feuilles de *Phoenix dactylifera* L dans la région du Sud d'Algérie (la région d'Oued Souf) : Génie chimique. thèse de doctorat, université Mohamed khider Biskra,Alger,141p.
- Laudeho Y. et Benassy C. 1969. Contribution à l'étude de l'écologie de *Parlatoria blanchardi* Targ. En Adrar mauritanien. Fruits 22 (5): 273-287.
- Lee K.W., Kim Y. J., Lee H. J., Lee C. Y. 2003. Cocoa Has More Phenolic Phytochemical and a Higher Antioxidant Capacity than Teas and Red Wine. J. Agric. Food Chemistry 51: 7292-7295.
- Lugasi A., Hovari J., Sagi K. V., Biro L. 2003. The role of antioxidant phytonutrients in the prevention of diseases. Acta Biologica Szegedensis 47: 119-125.
- Macheix J-J., Fleuriet A., JAY-Allemand C. 2005.Les composés phénoliques des végétaux : Un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. (Eds.). Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne,192 p.
- Mahmoudi S., Khali M., Mahmoudi N. 2013. Etude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*Cynara scolymus* L.). Nature et Technologie 9:35-40.
- Maier V.P., Metzler D.M. 1964. Phenolic constituents of the date (*Phoenix Dactylifera* L.) and their relation to browning. Paper presented at first international congress of food science and technology. Science Publishers Inc., New York.

- Manach C., Scalbert A., Morand C., Rémésy C., Jiménez L. 2004. Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American journal of clinical nutrition* 79(5): 727-747.
- Mansouri A., Embarek G., Kokkalou E., Kefalas P. 2005. Phenolic profile and antioxydant activity of the algerien ripe date palm fruit ((*Phoenix dactylifera* L.) ).*Food chemistry* 89: 411-420.
- Markham K.R. 1982. Techniques of flavonoid identification (Chapitre 1 et 2). London: Academic Press, pp. 1-113.
- Mate. 2000. Rapport sur l'état et l'avenir de l'environnement, Alger, pp.100-105.
- Mebarki H. 2000 .Contribution à l'étude de quelques caractéristiques morphologiques du pied et du fruit de quelques cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) dans la région de Doucen (Wilaya de Biskra). *Mém. Ing. Dép.Agr. Univ. Batna*,62p .
- Mehaoua M.S. 2006. Etude de niveau d'infestation par la cochenille blanche *parlatoria blanchardi* Targ.,1868 (Homoptera, Diaspididae ) sur trois variétés de palmier dattier dans une palmeraie à Biskra : Ecologie des Communautés Biologiques .Thèse de doctorat ,Institut National Agronomique El-Harrach, Alger ,145 p.
- Moore H. E. J. 1973. The major groups of palms and their distribution. *Gentes herb*11: 27-141.
- Moore H. E. J. and Uhl N. W. 1982. Major trends of volution in palms. *Bot* 48: 1-49.
- Munier P. 1973. Le palmier dattier. Ed,G. P. Maisonneuve et Larose, Paris ,221p.
- Nixon R. W. 1926. Experiments with selected pollen. *Rep. Date Grower's Institute* 3: 11-14.
- NouiY. 2007. Caractérisation physico-chimique comparative des deux tissus constitutifs de la pulpe de datte Mech-Degla. Thèse de Magister, Université de Boumerdès,62 pages.
- O.N.M. 2019-Office National de la Météorologie, Touggourt.
- Ozenda P. 1991. Flore du Sahara. 3<sup>ème</sup> Edition, mise à jour et augmentée, Paris Edition du CBRS, 622p.
- Ozturk M., Hakeem K. R. 2018. Plant and human health. Ed, Springer,Vol.3, pharmacology and therapeutic uses. Izmir,Turkey,220 p.
- Peyron G. 2000. Cultiver le palmier dattier. édition. Cirad, Montpellier,109p.

- Rolland R. 2004. Antioxydants naturels végétaux Oléagineux Corps Gras et Lipides 11 (6): 419-424.
- Ramade F. 1984. Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale. Ed. Mc GrawHill Inc, Paris,397 p.
- Retima L. 2015. Caractérisation morphologique et biochimique de quelque Cultivars du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) dans la région de Foughala (Wilaya du Biskra). Thèse de magistère, Université de Batna,102 pages.
- Ribéreau-Gayon P. 1968. Les composés phénoliques des végétaux. Ed, Dunod, Paris, p.254.
- Ribéreau-Gayon P.1982. Notions générales sur les composés phénoliques méthodes générales d'études des composés phénolique, in composés des végétaux .édition , Dunod, Paris, pp.173-201.
- Saafi E.B., El Arem A., Issaoui M., Hammami M.et Achour L. 2009.Phenolic content and antioxidant activity of four date palm (*phoenix dactylifera* L.) fruits varieties grown in Tunisia. International Journal of Food Science and Technology 44:2314-2319.
- Sarma J.C. 2011. Naturally occurring polyphenols and their utility. In Chemistry of Phenolic Compounds: State of the Art, Baruah J.B., Nova Science Publishers, Inc. New York, pp.19-29.
- Sawaya W.N., Khalil J.K., Safi W.M., Al-Shalat A. 1983. Physical and chemical characterization of three Saudi Date Cultivars at Various Stages of development. Can. Ins. Food Sci. Technol. J 16(2): 87-93.
- Sayah Z. 2009. Contribution à l'étude des caractéristiques physico-chimiques et biochimiques des dattes sèches, molles, et demi-molles de la cuvette de Ouargla. Thèse de Magister en biochimie et analyse des bioproduits, Université Kasdi Merbah, Ouargla, 69 p.
- Sayah Z. 2018. Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques et activités biologiques de quelques dattes sèches, molles et demi-molles de la cuvette de Ouargla au stade Routab et Tmar. Thèse de doctorat, Université Kasdi Merbah, Ouargla,118p.
- Siboukeur O. 1997. Qualité nutritionnelle, hygiénique et organoleptique du jus de dattes. Thèse de Magister, INA. El-Harrach, Alger,106 p.

- Singleton V.L.; Rossi J.A. 1965. Colorimetry of total phenolics with Phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents, American Journal of Enology and Viticulture 16: 144-158.
- Snyder J.C., Desborough S. L. 1978. Rapid estimation of potato tuber total protein content with coomassie brilliant G-250. Theoretical and Applied Genetics 52:135-139.
- Sokmen M., Angelova M., Krumova E., Pashova S., Ivancheva S., Sokmen A., Serkedjieva J. 2005. In vitro antioxidant activity of polyphenol extracts with antiviral properties from *Geranium sanguineum* L. Life Sci 76: 2981-2993.
- Sokol-Letowska A., Oszmianski J., Wojdylo A. 2007. Antioxidant activity of the phenolic compounds of hawthorn pine and skullcap. Food chemistry 103: pp 853-859.
- Tajini F., Bouali Y., Ouerghue A. 2020. Etude de la qualité nutritionnelle de fruit de *Phoenix dactylifera* L. mesure des paramètres biochimiques. Nature & Technology 23: 39-49.
- Taouda H., Alaoui M., Errachidi F., Chabir R., Aarab L. 2014. Etude comparative des caractéristiques morpho-métriques et Biochimiques des dattes commercialisées dans le marché régional de FES. Agronomie 8(1): 2028-9324.
- Tirichine H.S. 2010. Etude Ethnobotanique, activité antioxydants et analyse phytochimique de quelques cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) du Sud-Est Algérien. Thèse de magistère, université d'Oran Es-senia, 106 pages.
- Vermerris W., Nicholson R. Phenolic compound biochemistry. 2006 .Springer.
- Yahiaoui. 1998. Caractérisation physico-chimique et l'évolution du brunissement de la datte Deglet-Nour au cours de la maturation. Thèse de Magister, INA. El-Harrach, Alger, 103 pages.
- Youssif A.K., Benjamin N.D., Kado A., Alddin S.M., Ali S.M. 1982. Chemical Composition of four Iraqi Date cultivars Date Palm Journal 1(2): 285-294.
- Ziouti A., El Madafar C., Boustani E. 1998. Rôle des composés phénoliques du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) dans sa défense contre le bayoud (*Fusarium oxysporum* F.sp. *albedinis*). Université Cadi Ayad, Maroc.

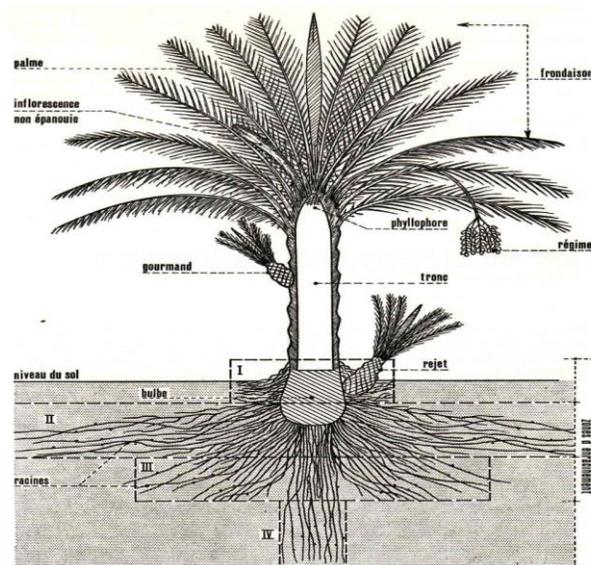
Références électronique :

**Site web1:** <https://earth.google.com/web>.

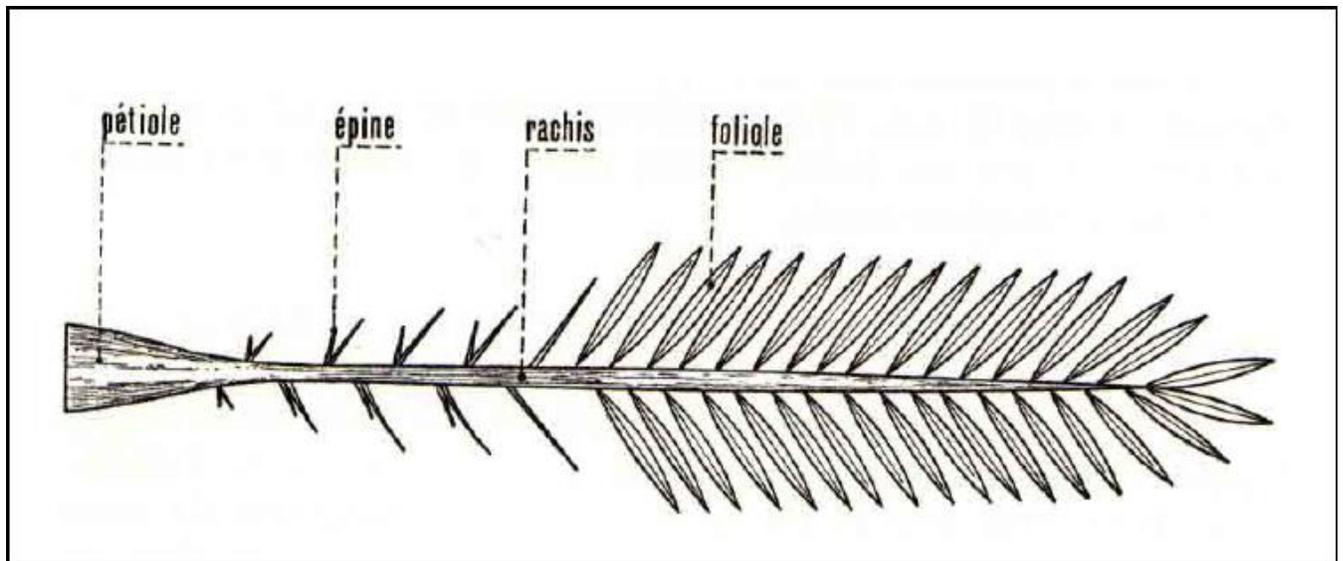
**Site web 2: <https://www.google.dz/map>.**

# **Annexes**

# Annexes



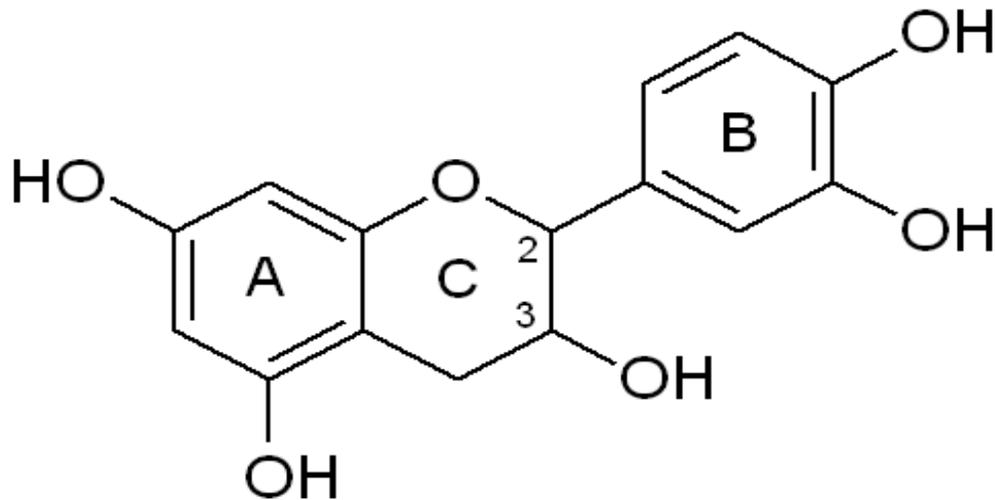
**Annexe 1.** Schéma du palmier dattier (Munier, 1973).



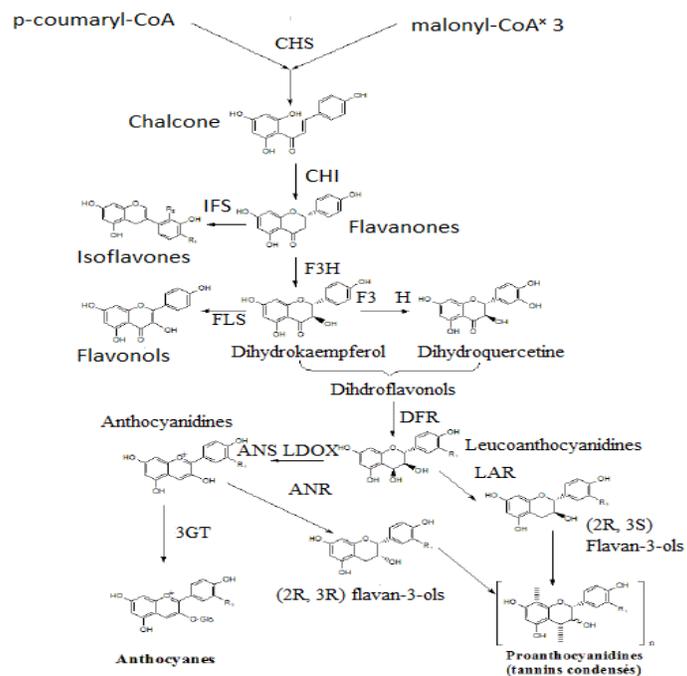
**Annexe 2.** Schéma d'une palme (Munier, 1973).

**Annexe 3.** Principales classes de composés phénoliques (Macheix *et al.*, 2005).

Squelette carboné	Classe	Exemple	Origine
C6	Phénols simples	Catéchol	Nombreuses espèces
C6-C1	Acides hydroxybenzoïques	p-Hydroxybenzoïque	Epices, fraise
C6-C3	Acides hydroxycinnamiques	Coumarines Acides caféique, férulique Scopolétine	Pomme de terre, pomme Citrus
C6-C4	Naphtoquinones	Juglone	Noix
C6-C2-C6	Stilbènes	Resvératrol	Vigne
C6-C3-C6	Flavonoïdes □ Flavonols □ Anthocyanes □ Flavanols □ Flavanones Isoflavonoïdes	Quercétine Cyanidine Catéchine Naringénine Daidzéine	Fruits, légumes Fleurs, fruits rouges Pomme, raisin Citrus Soja, pois
(C6-C3) 2	Lignanes	Pinorésinol	Pin
(C6-C3) n	Lignines		Bois, noyau des fruits
(C15) n	Tanins		Raisin, kaki

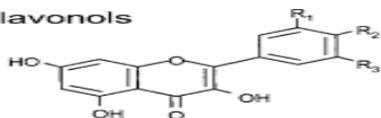


Annexe 4. La structure du flavonoïde



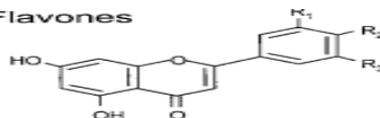
**Annexe 5.** Schéma partiel de la biosynthèse des flavonoïdes (Diharce, 2014). CHS : chalcone synthase, CHI : chalcone isomerase, IFS : isoflavone synthase, F3H : Flavonoïde-3-hydroxylase, FLS : Flavonol synthase, F3'H : Flavonoïde-3'-hydroxylase, DFR : dihydroflavonol-4-reductase, ANS : Anthocyanidine Synthase, LAR : leucoanthocyanidine reductase, ANR : Anthocyanidine reductase, 3-GT : 3-Glucosyle transferase.

## Flavonols



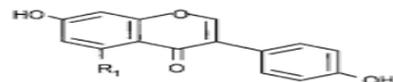
$R_2 = \text{OH}; R_1 = R_3 = \text{H}$  : Kaempferol  
 $R_1 = R_2 = \text{OH}; R_3 = \text{H}$  : Quercetin  
 $R_1 = R_2 = R_3 = \text{OH}$  : Myricetin

## Flavones



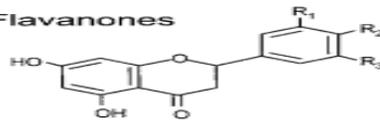
$R_1 = \text{H}; R_2 = \text{OH}$  : Apigenin  
 $R_1 = R_2 = \text{OH}$  : Luteolin

## Isoflavones



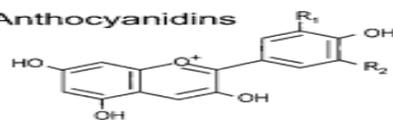
$R_1 = \text{H}$  : Daidzein  
 $R_1 = \text{OH}$  : Genistein

## Flavanones



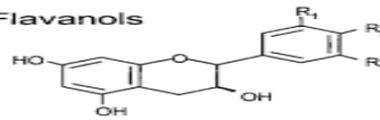
$R_1 = \text{H}; R_2 = \text{OH}$  : Naringenin  
 $R_1 = R_2 = \text{OH}$  : Eriodictyol  
 $R_1 = \text{OH}; R_2 = \text{OCH}_3$  : Hesperetin

## Anthocyanidins



$R_1 = R_2 = \text{H}$  : Pelargonidin  
 $R_1 = \text{OH}; R_2 = \text{H}$  : Cyanidin  
 $R_1 = R_2 = \text{OH}$  : Delphinidin  
 $R_1 = \text{OCH}_3; R_2 = \text{OH}$  : Petunidin  
 $R_1 = R_2 = \text{OCH}_3$  : Malvidin

## Flavanols



$R_1 = R_2 = \text{OH}; R_3 = \text{H}$  : Catechins  
 $R_1 = R_2 = R_3 = \text{OH}$  : Gallicocatechin

Annexe 6. Famille des flavonoïdes (Manach *et al.*, 2004).

## ملخص

كان منذ القديم، اهتمام الباحثين وعملية الانتخاب محدودين جدًا بالنسبة لفحول النخيل والمسماة محليا "الذكار" مقارنة بالنخيل المؤنثة، بالرغم من تأثيره بشكل واضح على جودة ونوعية إنتاج التمور أكثر من تأثيره على الكمية. لهذا قمنا بدراسة المحتوى البيوكيميائي لأوراق مجموعة من النخيل المذكورة والبالغ عددها 9 والمتواجدة بمنطقة وادي ريغ (جهة المغير)، بهدف تحديد تركيب هذا المحتوى من مواد الأيض الأولي (السكريات والبروتينات) والثانوي (المكونات البوليفينولية والفلافونويدات). أظهرت النتائج المتحصل عليها بأنه هناك فروق معنوية في كلا الخصائص البيوكيميائية المدروسة بين مختلف ضروب "الذكار" المدروسة، وجد عالية معنويا بين النخيل المذكورة المدروسة. بينت النتائج أيضا بأنه توجد علاقة طردية (إيجابية) بين أغلب الخصائص المدروسة. نستنتج من خلال نتائج تحليل الفروق والمقارنة بين المعدلات باستعمال اختبار توكاي (test de Tukey) بأنه الضرب دفلة بيضاء يمثل المجموعة الجيدة والضرب الأفضل بالنسبة لأغلب الخصائص المدروسة.

**الكلمات المفتاحية:** النخيل المذكورة ، انتخاب ، الوصف البيوكيميائي ، الأيض الأولي ، الأيض الثانوي ، منطقة وادي ريغ.

## Résumé

Depuis l'antiquité, la caractérisation et la sélection touchent uniquement le palmier dattier femelle, il n'a jamais été question de caractériser des pieds mâles, nommés localement "Dokkars". Bien que celui-ci influe, aussi bien, sur la qualité que sur la quantité de la production dattière. Nous avons étudié les caractères de contenu biochimique des feuilles d'une collection de 9 "Dokkars" dans le bloc bas de la région d'Oued Righ (El Meghaier) en vue de déterminer sa composition en métabolites primaires (sucres et protéines) et secondaires (polyphénols et flavonoïdes). Les résultats obtenus montrent qu'il y a une différence significative pour tous les caractères biochimiques étudiés entre les types de pollinisateurs et une différence très hautement significative entre les palmiers mâles. Ils présentent, aussi, l'existence de corrélations positives entre la majorité des paramètres étudiés. Selon les résultats d'analyse de différences entre les modalités et en comparant les moyennes à l'aide du test de Tukey, nous concluons que le type "Degla Beida" représente la meilleure classe pour la plupart de caractères.

**Mots clés:** Palmiers mâles, Sélection, Caractérisation biochimique, Métabolites primaires, Métabolites secondaires, La région d'Oued Righ.

## Abstract

Since ancient times, characterization and selection has only affected the female date palm and there has never been any question of characterizing male trees, locally called "Dokkars". Although this influences both the quality and the quantity of date production; we studied the biochemical content characters of the leaves of a collection of 9 "Dokkars" in the low block of the Oued Righ region (El Meghaier). Therefore, the aim behind this study is to determine male trees composition in primary metabolites (sugars and proteins) and secondary (polyphenols and flavonoids). The results obtained show a significant difference for all the biochemical characters studied between the types of pollinators and a very highly significant difference between the male palms. They also show the existence of positive correlations among the majority of the parameters studied. Based on the results of analyzing differences between modalities and comparing means using Turkey's test, we conclude that the "Degla Beida" type represents the best type for most characteristics.

**Key words:** Male palms, Selection, Biochemical characterization, Primary metabolites, Secondary metabolites, The Oued Righ region.