



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 :

**Khanssa DJELLAB**  
**Amel Abir HADDAD**

Le : Mardi 29 septembre 2020

### Thème

**Étude biochimique des palmiers dattiers mâles  
(*Phoenix dactylifera* L.) dans la région de Biskra**

---

#### Jury :

Mme. Dalel BELKHIRI	MCB	Université de Biskra	Président
M. Bilal BENAMOR	MCB	Université de Biskra	Rapporteur
Mme. Hadjer HAMMIA	MAA	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire : 2019 - 2020

## Remerciements

*Tout d'abord nous exprimons nos remerciements les plus sincères à Dieu le clément qui nous a donné la patience, la santé, le courage et la volonté d'aller au bout de notre objectif et pour réaliser ce modeste travail*

*Nous tenons à remercier notre promoteur Dr. Benamor Bilal d'avoir dirigé ce travail, pour ses précieux conseils et encouragements ainsi que pour la généreuse confiance qu'il nous accordé.*

*Nous tenons à remercier les membres de jury d'avoir accepté d'évaluer notre travail et nous excusons pour tous ceux que nous avons sans doute oubliés.*

*Nous remercions tous les membres du labo de notre faculté pour, sans oublier aussi les membres de CRSTRA pour le temps qu'elle a consacré pour nos aider dans notre travail*

*Finalement, nous tenons à présenter nos remerciements gracieusement à mon oncle Suleïman qui nous a aidés à collecter les échantillons, et tous ceux et celles qui nous ont aidé d'une façon ou d'une autre lors de notre travail.*

## Dédicace

*Je dédie ce travail à :*

*La mémoire de mon cher père, aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour moi.*

*Ma chère mère, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager je n'oublie jamais les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être. Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que vous méritez.*

*Mes chers frères, Lotfi, Saber, Lokmane, et à la mémoire de mon cher frère Bilal. A mes chères sœurs, Salima, Widad, Oula, Radhia, Hadjer et Roumaïssa ; qui m'ont été le support dans la vie, les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, et l'amour que je porte pour vous. Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.*

*Sans oublier mes chouchous, mes très chers neveux et mes adorables nièces ;*

*Mes belles amies ; Imen, Hana, Houria, Abir, Saoussene, Toma, Bisma, Khalida, Sonia, Chaima, Samia, Aya, Manel, Ismahane ; et mes autres frères, Moundher et Driss. Je vous remercie pour leurs soutiens continus, et pour tous les beaux souvenirs que nous avons passés ensemble Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite*

*"Khanssa"*

*Mes chers parents, les mots sont impuissants devant la grandeur de l'amour que je porte pour vous, car vous êtes la base de mon existence dans la vie, et vous êtes la sécurité, la sûreté, la tranquillité d'esprit, et vous êtes le secret du succès et de l'excellence. Et parce que les bénédictions durent avec l'action de grâces, remerciez Dieu que vous êtes tous les deux dans la vie, et merci pour vos encouragements et m'avoir donné la patience et la force à réussir dans mon étude et aussi de leurs sacrifices et de leurs soutiens tout au long de ma carrière scolaire et universitaire alors, pardonnez ma langue, dont les lettres bégayaient devant la grandeur de ce qu'ils décrivent, **ma mère et mon père**: merci à vous deux.*

*Je dédie ce travail à mon cher oncle Suláiman*

*A mes chères frères Naouí, Mohamed rafik, Iheb eddine et ma chère sœur Nadia*

*A toute ma famille chacun son nom*

*A mes très chères amies : Sonia, Souhir, Khansa, Imen, Hana, Chaïma, Saoussene, Bisma, Khalida, samia, Manel, Toma, Ismahane, Aya, Imen, et mes autres amis et frères Elmoundher et Idriss.*

*A tout mes collègues de la promotion 2020*

**«Abir»**

# Table des matières

Remerciements

Dédicace

Liste des Tableaux ..... I

Liste des Figures ..... II

Liste des abréviations ..... III

Introduction .....1

## Partie bibliographique

### Chapitre 01. Palmier dattier

1.1. Généralités sur les palmiers dattiers .....3

1.1.1. Taxonomie.....3

1.1.2. Morphologie de palmier dattier .....3

1.1.2.1. Racines, ou système racinaire .....3

1.1.2.2. Système aérienne .....3

a. Stipe ..... 3

b. Palmes .....4

c. Organes floraux ..... 4

### Chapitre 02. Métabolites primaires et secondaires

2.1. Généralités.....5

2.1.2. Métabolites primaires .....5

2.1.2.1. Glucides .....5

2.1.2.2. Protéines ..... 6

2.1.3. Métabolites secondaires .....6

2.1.3.1. Définition .....6

2.1.3.2. Polyphénols .....6

2.1.3.3. Flavonoïdes .....7

a. Définition .....7

b. Classification .....7

c. Intérêt biologique..... 7

2.1.4. Étude biochimique du palmier dattier ..... 8

## Partie expérimental

### Chapitre 03. Matériel et méthodes

3.1. Matériel.....10

3.1.1. Présentation de la région d'étude .....	10
3.1.1.1. Situation géographique .....	10
3.1.1.2. Données climatiques .....	10
a. Températures .....	11
b. Précipitations .....	11
c. Diagramme ombrothermique .....	12
d. Indice d'aridité de De Martonne .....	12
3.1.1.3. Reliefs .....	12
3.1.1.4. Sol.....	13
<b>3.2. Méthodes.....</b>	<b>14</b>
3.2.1. Échantillonnage .....	14
3.2.2. Préparation de matériel biologique .....	15
3.2.3. Préparation des extraits.....	15
3.2.3.1. Extraction hydro-méthanolique .....	15
3.2.3.2. Calcule le rendement .....	16
3.2.4. Analyses quantitatives .....	16
3.2.4.1. Dosage des polyphénols totaux .....	16
a. Principe .....	16
b. Mode opératoire .....	16
3.2.4.2. Dosage des flavonoïdes .....	17
a. Principe .....	17
b. Mode opératoire.....	17
3.2.5. Extraction et dosage des protéines .....	18
3.2.5.1. Extraction .....	18
3.2.5.2. Dosage .....	18
3.2.6. Extraction et dosage des sucres Totaux .....	19
3.2.6.1. Préparation des extraits .....	19
3.2.6.2. Principe .....	19
3.2.6.3. Dosage des sucres totaux .....	19
3.2.7. Étude statistique .....	20
<b>Chapitre 04. Résultats et discussion</b>	
<b>4.1. Métabolites secondaires.....</b>	<b>21</b>
4.1.1. Rendement d'extraction .....	21

4.1.1.1. Analyse de la variance .....	22
4.1.2. Teneur des extraits en polyphénols totaux .....	22
4.1.2.1. Analyse de variance .....	24
4.1.2.2. Classement et regroupement des types de palmiers mâles .....	25
4.1.3. Teneur des extraits en flavonoïdes totaux .....	25
4.1.3.1. Analyse de variance .....	27
4.1.3.2. Classement et regroupement des types de palmiers mâles .....	28
<b>4.2. Métabolites primaires .....</b>	<b>28</b>
4.2.1. Dosage de protéines totales.....	28
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 de sucres totaux .....	31
4.2.2.1. Analyse de variance .....	32
4.2.2.2. Classement et regroupement des types de palmiers mâles .....	33
<b>4.3. Corrélation entre les différents caractères étudiés .....</b>	<b>33</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>35</b>
<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>37</b>
<b>Annexes</b>	
<b>Résumé</b>	

## Liste des Tableaux

<b>Tableau 1.</b> Les températures moyennes de la région de Biskra de 1989 à 2019. ....	11
<b>Tableau 2.</b> Les précipitations moyennes de la région de biskra de 1989 à 2019.....	11
<b>Tableau 3.</b> Rendement (%) des extraits bruts hydro-méthanoliques de folioles des palmiers dattiers mâles.....	21
<b>Tableau 4.</b> L'analyse de la variance des rendements d'extraits .....	22
<b>Tableau 5.</b> Taux de polyphénols des feuilles de palmiers mâles exprimé en $\mu\text{g}$ d'EAG/g d'extrait .....	23
<b>Tableau 6.</b> L'analyse de variance de polyphénols totaux entre les palmiers mâles.....	24
<b>Tableau 7.</b> L'analyse de variance de polyphénols totaux entre les types de palmiers mâles ...	25
<b>Tableau 8.</b> Taux de flavonoïdes des feuilles de palmiers mâles exprimé en $\mu\text{g}$ d'EQ/mg .....	26
<b>Tableau 9.</b> L'analyse de variance de flavonoïdes totaux entre les palmiers mâles .....	27
<b>Tableau 10.</b> L'analyse de variance de flavonoïdes totaux entre les types de palmiers mâles ..	27
<b>Tableau 11.</b> La teneur en protéines des extraits de feuilles des palmiers mâles .....	29
<b>Tableau 12.</b> Analyse de la variance des résultats de la teneur en protéine entre les palmiers mâles étudiés. ....	30
<b>Tableau 13.</b> Analyse de la variance des résultats de la teneur en protéine entre les types étudiés. ....	30
<b>Tableau 14.</b> La teneur en sucres totaux dans les feuilles de palmiers dattiers.....	31
<b>Tableau 15.</b> Analyse de la variance des résultats de la teneur en sucres entre les palmiers mâles étudiés .....	32
<b>Tableau 16.</b> Analyse de variance des résultats de la teneur en sucres entre les types de palmiers mâles étudiés .....	33
<b>Tableau 17.</b> Matrice de corrélation entre les paramètres biochimiques étudiés .....	34

# Liste des Figures

<b>Figure 1.</b> Situation géographique de la wilaya de biskra .....	10
<b>Figure 2.</b> Diagramme ombrothermique de la région de biskra (1989-2019) .....	12
<b>Figure 3.</b> Les structures topographiques. ....	13
<b>Figure 4.</b> La récolte et la préparation des échantillons .....	15
<b>Figure 5.</b> Courbe d'étalonnage de l'acide gallique .....	17
<b>Figure 6.</b> Courbe d'étalonnage de quercétine .....	18
<b>Figure 7.</b> Courbe d'étalonnage de BSA.....	19
<b>Figure 8.</b> Courbe d'étalonnage de glucose .....	20

## Liste des abréviations

- ❖ **AG:** Acide gallique
- ❖ **AlCl<sub>3</sub>:** Trichlorure d'aluminium
- ❖ **ANAT :** Agence Nationale d'Aménagement Territoire
- ❖ **BBC:** Bleu Brillant de commassie
- ❖ **BSA:** Bovin Sérum Albumine
- ❖ **DN:** Deglet Nour
- ❖ **EAG:** équivalent d'acide gallique
- ❖ **EBrHM:** Extrait brut hydrométhanolique
- ❖ **EQ:** équivalent de quercétine
- ❖ **FAO:** Food and Agriculture Organisation
- ❖ **GH:** Ghars
- ❖ **MD:** Mech Dgla
- ❖ **MS:** Masse sèche
- ❖ **NaOH:** Hydroxyde de sodium
- ❖ **ONM:** Office National de Météorologie

## Introduction

La phoeniculture est considérée comme le pivot central autour duquel s'articule la vie dans les régions sahariennes. Elle revête une grande importance socio-économique et environnementale dans de nombreux pays (Dubost, 1990).

Le palmier dattier est l'une des plus vieilles espèces végétales cultivées, la mieux adaptée aux conditions climatiques difficiles des régions sahariennes et présahariennes, en raison de ses exigences écologiques et la plus convenable économiquement pour investir dans l'agriculture oasienne (Sedra, 2003).

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) est une espèce dioïque, monocotylédone appartenant à la famille des Arecaceae, avec des fleurs mâles et femelle sur des plantes séparées (Zohary et Hopf, 1993). La dioïcie de cette espèce est à l'origine d'une richesse variétale exceptionnelle (Belguedj, 2000). C'est un arbre polyvalent aux diverses valeurs nutritionnelles, médicinales, socio-économiques et écologiques (Al-Qarawi *et al.*, 2004).

Dans le Sahara algérien, le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) est le pilier des écosystèmes oasiens où il permet de limiter les dégâts d'ensablement, joue un rôle protecteur contre le rayonnement solaire intense pour les cultures sous-jacentes (arbres fruitiers, cultures maraîchères et céréales) (Aberlenc, 2010).

Au cours du temps, sa culture a connu une extension croissante hors de son aire de culture traditionnelle (EL Houmaizi, 2002). En Algérie, la phoeniculture occupe une place de premier rang dans l'agriculture saharienne (emploi, sédentarisation des populations, production) (Benzouche, 2008). Ce domaine d'agriculture dans notre pays occupe une superficie de 167 269 hectares avec 18,5 millions de palmiers et enregistre une production de 1094 700 tonnes de dattes en 2018 (Site web 1).

D'après la recherche bibliographique, on peut dire que les travaux scientifiques antérieurs sur ce domaine (phoeniculture), sont orientés beaucoup plus vers les palmiers femelles que vers les palmiers mâles qui pourtant influent tant sur la qualité que sur la quantité de la production des dattes. Cet impact est constaté par le phénomène de la métaxénie (Nixon, 1926 et Djerouni *et al.*, 2015). Alors que, la caractérisation et la sélection des meilleurs "Dokkars" est indispensable pour l'améliorer la production de dattes.

L'objectif principal de cette étude consiste à caractériser, sélectionner et déterminer les caractéristiques biochimiques des palmiers mâles, à travers l'étude des biomolécules du

métabolisme primaire et secondaire. Nous avons recherché à l'aide de l'analyse statistique, la possibilité de faire distinction entre les palmiers mâles et la classification des meilleurs « dokkars ».

Ce modeste travail est divisé en deux parties :

- ✓ La première partie sous forme d'une synthèse bibliographique qui regroupe les principales informations sur les palmiers dattiers, les métabolites primaires et les métabolites secondaires.
- ✓ La deuxième partie expérimentale qui est subdivisée en deux chapitres ;
  - Le premier chapitre décrit le matériel et la méthodologie de travail.
  - Les principaux résultats obtenus suivis des discussions sont présentés dans le deuxième chapitre.
- ✓ Enfin une conclusion sous forme de réflexion achève ce travail englobant tous les résultats.

# **Partie**

# **Bibliographique**

# **Chapitre 01. Palmier dattier**

## 1.1. Généralités sur les palmiers dattiers

### 1.1.1. Taxonomie

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

- ✓ Règne : Plantae
- ✓ Sous-règne : Embryobionta
- ✓ Embranchement : Angiospermaphytina
- ✓ Classe: Liliopsida
- ✓ Ordre: Arecales
- ✓ Famille: Arecaceae
- ✓ Genre: *Phoenix*
- ✓ Espèce: *Phoenix dactylifera* L.

### 1.1.2. Morphologie de palmier dattier

On distingue deux systèmes : système aérienne et système racinaire (voir annexe 1).

#### 1.1.2.1. Racines, ou système racinaire

Le système racinaire est dit fascicule, c'est-à-dire qu'il est disposé en faisceaux de racines, parfois ramifiées avec beaucoup ou peu de radicules, selon qu'elles se trouvent ou non au contact d'amendements humiques. Il est sans pivot, c'est-à-dire sans racine pivotante. On distingue quatre grands types de racines qui sont : les racines respiratoires, les racines de nutrition, les racines d'absorption et les racines du faisceau pivotant (voir annexe 2) (Peyron, 2000).

#### 1.1.2.2. Système aérienne

##### a. Stipe

Le tronc, qu'on appelle plus justement « stipe », est cylindrique de couleur brune et lignifié, où l'on trouve les racines respiratoires (Peyron, 2000). La hauteur et la vitesse de croissance varient selon les cultivars, l'âge et le poids des rejets dont ils sont issus lors de la plantation (Pereau-Lorey, 1951 et Girard, 1962). Il atteint de 30 à 40 m de long (Bouguedoura, 1991).

## **b. Palmes**

Les palmes "djerid", sont des feuilles composées, pennées (voir annexe 3) et ont une durée de vie de 3 à 7 ans (Peyron, 2000). Elles sont insérées en hélice très rapprochées sur le stipe, par une gaine pétiolaire bien développée «cornaf» enfuie dans un fibrillium à feutrage appelé «lif» possédant des folioles «saâf» (Belhabib, 1995). Il apparaît entre 10 et 30 palmes par an et leurs croissance est basale (Marchal, 1984).

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).

Le feuillage d'un palmier adulte peut être divisé en quatre parties :

- Le cœur : il comprend les très 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 individualisés du rachis ;
- La couronne moyenne : qui est composée de palmes obliques, ayant terminé leur croissance. Elles sont le siège d'une activité photosynthétique intense (Girard, 1962).
- la couronne basse : formée de palmes âgées, qui sont en voie de sénescence et généralement retombantes (Laudeho et Benassy, 1969).

## **c. Organes floraux**

D'après Peyron (2000) tous les phoenix sont des arbres dioïques ; et les sexes étant séparés. Il existe donc des pieds mâles donnant du pollen et des pieds femelles produisant des fruits, les dattes (voir annexe 4).

# **Chapitre 02. Métabolites primaires et secondaires**

## 2.1. Généralités

Les plantes contiennent de nombreuses molécules issues de leur métabolisme ou du milieu extérieur. Ces différentes molécules ont des fonctions variées dans la plante et certaines peuvent avoir des applications thérapeutiques. On distinguera les métabolites primaires et les métabolites secondaires (Bruneton, 1999).

### 2.1.2. Métabolites primaires

Les métabolites primaires sont des molécules qui existent dans toutes les cellules végétales et sont nécessaires à la vie de la plante. Ce sont les glucides, les lipides et les acides aminés, les protides et les protéines. C'est à partir de ceux-ci que les métabolites secondaires sont formés, par différentes réactions chimiques (Bruneton, 1999).

Ils jouent aussi un rôle essentiel dans la photosynthèse, la respiration, la croissance et le développement de la plante (Croteau *et al.*, 2000).

#### 2.1.2.1. Glucides

Les glucides sont des constituants universels des organismes vivants. Parfois appelés hydrates de carbone, ce sont, en première approximation, des composés organiques carbonylés (aldéhydriques ou cétoniques) polyhydroxylés. On englobe dans le groupe des glucides leurs dérivés d'oxydation ou de réduction (acides uroniques, polyols), leurs esters et leurs éthers, leurs dérivés aminés (osamines).

Chez les végétaux on rencontre les glucides:

- ✓ Comme éléments de soutien, participant à la structure de l'organisme (cellulose et autres polysaccharides pariétaux) ;
- ✓ Comme réserves énergétiques, sous forme de polymères (par exemple l'amidon) qui stockent l'énergie solaire captée par le processus photosynthétique ;
- ✓ Comme constituants de métabolites variés : acides nucléiques et coenzymes, mais aussi hétérosides multiples dont le rôle n'est que rarement connu ;
- ✓ Comme précurseurs obligés de tous les autres métabolites formés en premier au cours de la photosynthèse à partir du dioxyde de carbone et de l'eau. Ils sont à la base de tous les composés organiques du monde vivant (Bruneton, 2009).

### **2.1.1.2. Protéines**

Les protéines sont des polymères linéaires d'acides aminés unis par une liaison amide, dite liaison peptidique établie entre le groupement  $\alpha$ -carboxyle de l'un et le groupement  $\alpha$  aminé du suivant (André, 1985).

Les protéines jouent également un rôle structural et participent au renouvellement des tissus végétaux (Bruneton, 1999).

### **2.1.3. Métabolites secondaires**

La plante est le siège d'une intense activité métabolique aboutissant à la synthèse de principes actifs les plus divers. Ce processus métabolique est lié aux conditions mêmes de vie de la plante : la plante doit faire face à de multiples agressions de l'environnement dans lequel elle vit : prédateurs, microorganismes pathogènes, etc. On conçoit donc que la plante puisse développer un métabolisme particulier lui permettant de synthétiser les substances les plus diverses pour se défendre : les métabolites secondaires (Kansole, 2009).

#### **2.1.3.1. Définition**

On appelle métabolites secondaires des composés biosynthétisés naturellement par les végétaux mais qui ne participent pas directement au métabolisme végétal. Ces produits, à structure chimique souvent complexe, sont très dispersés et très différents selon les espèces (Cuendet, 1999).

Les métabolites secondaires comportent plusieurs familles, les composés phénoliques, les terpènes et les alcaloïdes, que l'on peut différencier par la chaîne carbonée qui les forme, dont la fonction physiologique n'est pas toujours évidente mais qui représente une source importante de molécules utilisables par l'homme dans des domaines aussi différents que la pharmacologie ou l'agroalimentaire (Bruneton, 1999).

#### **2.1.3.2. Polyphénols**

Les polyphénols sont des composés organiques qui possèdent un ou plusieurs noyaux aromatiques, auxquels sont attachés un ou plusieurs groupements hydroxyles (Bruneton, 1993). Ils sont des phytomicronutriments synthétisés par les végétaux et qui appartiennent à leur métabolisme secondaire (El Gharras, 2009).

Ils forment une immense famille de plus de 8000 composés naturels, sont divisés en plusieurs catégories : les flavonoïdes qui représentent plus de la moitié des polyphénols ; les

tanins qui sont des produits de la polymérisation des flavonoïdes ; les acides phénoliques, les coumarines, les lignanes et d'autres classes existent en nombres considérables (Dacosta, 2003).

### 2.1.3.3. Flavonoïdes

#### a. Définition

Ils sont formés d'un squelette de base à 15 carbones (C6-C3-C6) (Gert et Stephan, 2001). C'est le groupe le plus représentatif des composés phénoliques.

Les flavonoïdes constituent un groupe de plus de 6000 composés naturels qui sont quasiment universels chez les plantes vasculaires. Ils constituent des pigments responsables des colorations jaune, orange et rouge de différents végétaux (Ghedira, 2005).

#### b. Classification

Les flavonoïdes existent sous différentes classes et ceci en fonction du degré d'oxydation et d'insaturation du cycle C on distingue : les flavones, les flavonols, les flavanones, les aurones, les chalcones, les anthocyanes, les isoflavanones, les dihydroflavonols (Bouchouka, 2016) (voir annexe 5).

#### c. Intérêt biologique

Les flavonoïdes sont des molécules de défense contre les organismes pathogènes, leurs propriétés ont été exploitées pour leur un potentiel en thérapeutique contre les microorganismes. On leur reconnaît des activités antivirales, anti-tumorales et antiallergiques. Ils ont également des actions positives sur le diabète, les maladies d'Alzheimer et de Parkinson (Saffidine, 2015).

Les flavonoïdes sont considérés comme des agents antioxydants très puissants en raison de leur structure (Wang *et al.*, 2010 et SooCheon *et al.*, 2013).

De nombreux flavonoïdes possèdent des propriétés antimicrobiennes (Divya *et al.*, 2014 et Flávia *et al.*, 2014).

Les substances polyphénoliques sont capables d'activer les mécanismes naturels de la défense anticancéreuse (Gonzalez *et al.*, 2011 et Galleano *et al.*, 2012).

Les isoflavonoïdes peuvent prévenir les cancers hormonaux dépendants en agissant sur les récepteurs ER (Boersma *et al.*, 2001).

De nombreux travaux semblent indiquer que les flavonoïdes possèdent des propriétés anti inflammatoires et qu'ils sont capables de moduler le fonctionnement du système immunitaire (De Medina *et al.*, 2009 et Soro *et al.*, 2015).

Les flavonoïdes sont réputés pour leur effet protecteur sur la santé cardiovasculaire en modifiant plusieurs processus pathologiques qui interviennent dans l'apparition des maladies cardiovasculaires (Duchnowicz *et al.*, 2012).

Leurs activités dépendent de leurs structures, nature chimique et degré d'hydroxylation (Shahank et Abhay, 2013).

#### **2.1.4. Étude biochimique du palmier dattier**

Les recherches scientifiques qui s'intéressent aux métabolites secondaires, en particulier aux composés phénoliques sont très peu nombreuses, on cite quelques travaux :

Maier *et al.*, (1964) ont étudié la composition de fruit du palmier dattier en composés phénoliques.

Ouafi (1987) a réalisé une étude chimiotaxonomique par les flavonoïdes des cultivars du palmier dattier et a révélé la richesse des folioles en flavonoïdes.

Ziouti (1996) a réalisé une analyse biochimique des racines de palmier dattier.

Il existe de nombreux travaux sur plusieurs variétés des dattes affirment que les sucres de dattes varieraient en fonction de la variété, les pollens, les stades de maturation et le climat. La nature des sucres varie aussi, en fonction de la consistance de la datte (Munier, 1973 et Sawaya *et al.*, 1983).

Boughnou (1988) a aussi étudié la richesse des déchets de dattes en sucre.

Une étude marocaine sur les critères biochimiques de Vingt variétés des dattes, a révélé la richesse de ces dattes en protéines par comparaison aux variétés étrangères (Hamouda et Harrak, 2005).

Abed (2005) a étudié la quantité de protéines, polyphénols et les sucres de trois cultivars de palmiers mâles matures situés dans le gouvernorat de Basserah (Iraq). Il a déclaré qu'il y a des différences significatives entre ces cultivars étudiés en teneur de protéines et de sucres.

Al-Tahir *et al.*, (2007) ont étudié la quantité de protéines de dix variétés des palmiers mâles dans Al-Ahsa (Arabie Saoudite), et ont observé qu'il existe des différences significatives dans la teneur en azote (protéine) entre les variétés étudiés.

Al-Farsi *et al.*, (2007) ont évalué trois variétés des noyaux de dattes pour leurs compositions en protéines qui renferment une quantité variant entre 5 à 7,27 %.

Arbouche et Arbouche (2008) ont aussi étudié les composés biochimiques de pédicelle. Les résultats ont révélé la présence de matière azotée totale (4,30%) et de cellulose brute (34%).

Bengag (2009) et Trichine (2010) ont étudié les phytoconstituants des folioles de 20 cultivars de palmiers dattiers en Algérie. Le dosage quantitatif des polyphénols totaux et des flavonoïdes par spectrophotométrie a montré des différences notables entre les différents cultivars.

En Tunisie, Saafi-bensalah *et al.*, (2011) ont fait une étude comparative entre deux saisons de récolte de mêmes variétés, et ont observés que la teneur en polyphénols varie d'une saison a l'autre.

Taouda (2014) a fait une étude au Maroc sur la caractérisation biochimique de treize variétés de dattes marocaines et des variétés importées. Les résultats des teneurs en sucres totaux s'étalent entre  $58\% \pm 2,76$ , et  $83\% \pm 0,26$ .

Une autre étude sur les folioles des palmiers femelles est réalisée par Laouini (2014), montre que les extraits de trois cultivars étudiés riche en polyphénols, flavonoïdes et en autres métabolites secondaires.

Une étude iraquienne a été menée sur les cultivars de palmiers dattiers mâles, et ses résultats ont montré que les extraits aqueux et alcooliques de ces cultivars varient significativement dans leur teneur aux composés phénoliques totaux et aux flavonoïdes (Abd, 2016).

Une étude égyptienne a été réalisée pour évaluer la composition biochimique des grains de pollen de palmier dattier, et ses résultats ont révélé la richesse des grains de pollen en protéines, en glucides et en composés phénoliques (El kholy *et al.*, 2019).

# **Partie expérimental**

# **Chapitre 03. Matériel et méthodes**

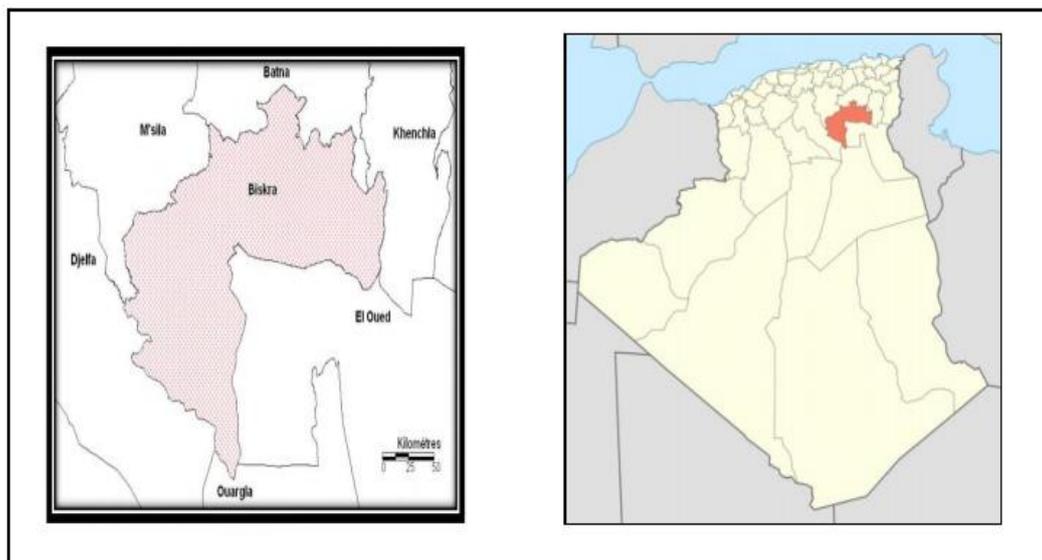
### 3.1. Matériel

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

##### 3.1.1.1. Situation géographique

La somptueuse wilaya de Biskra constitue un trait d'union phare entre le Nord, le Sud, et l'Ouest du fait de sa situation de cote Sud-est de l'Algérie aux portes du Sahara. Elle s'étend sur une superficie d'environ 21671 km<sup>2</sup>. Elle se trouve entre le 4°15' et le 6°45' Est de longitude et entre le 35°15' et le 33°30' degré Nord de latitude. Son altitude varie entre - 40 et 1900 mètres par rapport au niveau de la Méditerranée. Ce qui fait d'elle une des villes les plus basses d'Algérie (Site web 2).

Le Chef lieu de la wilaya est située à 400 km au Sud-est de la capitale, Alger. La wilaya s'étend sur une superficie de 21671 km<sup>2</sup>. Elle est limitée au Nord par les wilayas de Batna et M'sila, au Sud par les wilayas d'Ouargla et El-Oued, à l'Est par la wilaya de Khenchela et à l'Ouest par la wilaya de Djelfa (Fig. 1).



**Figure 1.** Situation géographique de la wilaya de Biskra (Bakroune, 2012).

##### 3.1.1.2. Données climatiques

Le climat saharien est caractérisé notamment par la faiblesse et l'irrégularité des précipitations, une luminosité intense, une forte évaporation et de grands écarts de température. Du fait de la pureté de leur atmosphère et souvent aussi de leur position continentale, les déserts présentent de forts maximums de température et de grands écarts thermiques (Ozenda, 1991).

Les oasis de Ziban sont parmi les zones arides caractérisées par un climat toujours peu pluvieux et parfois sec avec une pluviosité très irrégulière et inférieure à 200 mm/an (Dubost, 2002).

La température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (Ramade, 2003).

L'insuffisance de pluies sahariennes est accompagnée d'une irrégularité très remarquable du régime pluviométrique et d'une variabilité inter-annuelle considérable, ce qui accentue la sécheresse (Ozenda, 1991).

### a. Températures

**Tableau 1.** Les températures moyennes de la région de Biskra de 1989 à 2019  
(O.N.M.Biskra, 2019).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
T (C°)	11,78	13,1	17	20,85	25,18	32,43	34,93	34,33	29,28	23,7	16,18	14,13

D'après le tableau, on peut noter que la température maximale moyenne la plus élevée est enregistrée durant le mois de juillet 34,93 C° et la température minimale moyenne la plus basse durant le mois de janvier 11,78 C°. Donc, le mois plus chaud est Juillet et le plus froid est Janvier.

### b. Précipitations

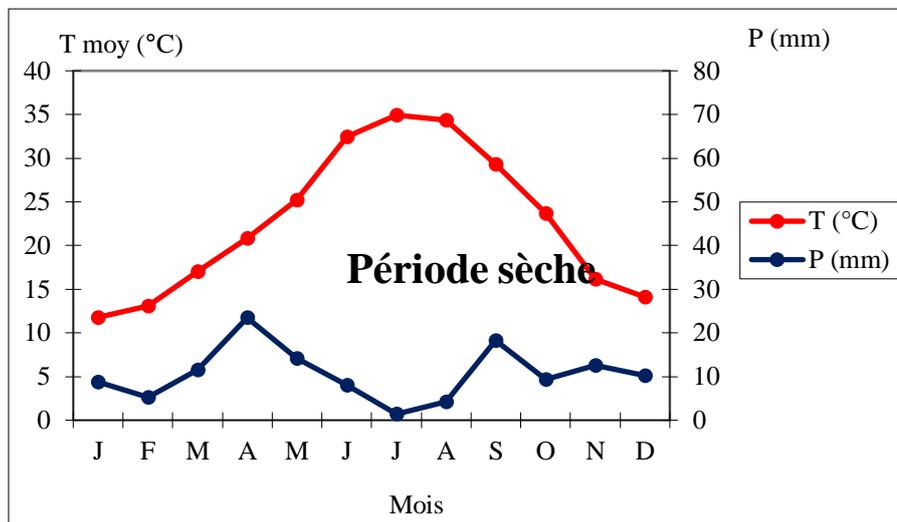
**Tableau 2.** Les précipitations moyennes de la région de biskra de 1989 à 2019  
(O.N.M.Biskra, 2019).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
P(mm)	8,74	5,18	11,57	23,46	14,21	8	1,41	4,16	18,33	9,28	12,52	10,18

D'après le tableau, on peut noter que le taux d'humidité le plus élevé est enregistré pendant le mois d'avril 23,46 mm, et un faible taux à été enregistré au mois de juillet 1,41 mm. Donc, le mois plus humide est avril et le plus sèche est Juillet.

### c. Diagramme ombrothermique

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



**Figure 2.** Diagramme ombrothermique de la région de Biskra (1989-2019).

### d. Indice d'aridité de Martonne

Il est donné par la formule suivante : 
$$I = P / (T + 10)$$

Dans laquelle, P sont les précipitations annuelle (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.).

- ☑  $I_{\text{Biskra}} = 127,04 / (22,74 + 10) = 3,88$ .

La région de Biskra est dotée d'un type de climat hyper-aride, vu qu'elle possède un indice d'aridité très faible de l'ordre de 3,88.

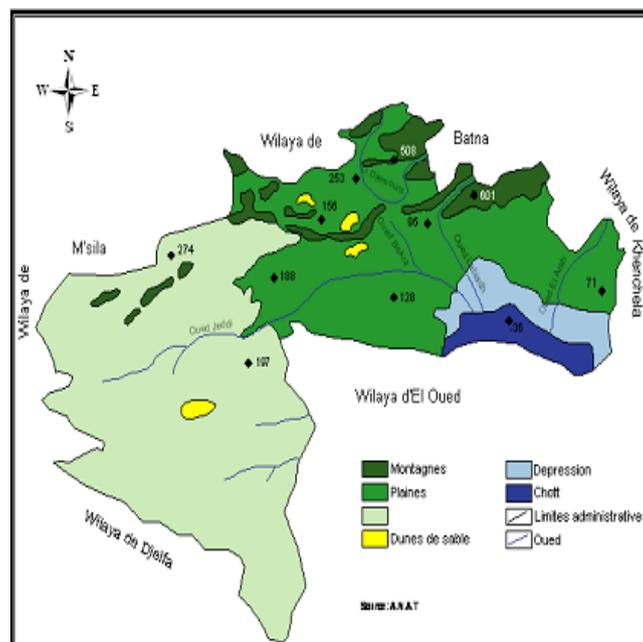
#### 3.1.1.3. Reliefs

La région de Biskra constitue la transition entre les domaines atlasiques plissés du Nord et les étendues plates et désertique du Sahara au Sud (Fig.3). Elle se présente, en général,

comme un piémont sans relief marqué, qui relie par une pente douce; les chaînes atlasiques aux étendues Sahariennes du Sud (Goskov, 1964).

Le relief de la région de Biskra est constitué de quatre grands ensembles géographiques (ANAT, 2002) :

- ❑ **Les montagnes** : situées au Nord de la région presque découvertes de toutes végétations naturelles (El-Kantra, Djemoura et M'Chounech).
- ❑ **Les plateaux** : à l'Ouest, ils s'étendent du Nord au Sud englobant presque la totalité des daïrates d'Ouled Djelal, Sidi Khaled et une partie de Tolga.
- ❑ **Les plaines** : sont caractérisées par des sols profonds et fertiles. Ces plaines s'étendent sur l'axe Eloutaya- Sidi okba- Zeribet El Oued et Doucen selon Bougherara et Lacaze (2009).
- ❑ **Les dépressions** : les bas-fonds couvrent les régions méridionales et orientales. Ils forment une vaste plaine de piémont doucement inclinée vers le Sud-est qui s'enfoncé dans la zone la plus basse du Chott Melghigh. Cette dépression est une grande collecte naturelle des eaux superficielles des oueds de la région d'après Moussi (2011).



**Figure 3.** Les structures topographiques (Bouzahzah, 2015).

#### 3.1.1.4. Sol

Généralement les aridisols sont caractérisés par un déficit hydrique, une faible fertilité du sol, une texture sableuse et des horizons d'accumulation riches en sels, en calcaire et en

gypse. Les sols arides en Algérie occupent une superficie de l'ordre de 2 millions de km<sup>2</sup>. La région de Biskra est sous l'influence de l'effet conjugué de l'aridité du climat, de la nappe phréatique et de l'irrigation par les eaux salées (Ouamane, 2019).

L'étude morpho-analytique des sols de la région de Biskra montre l'existence de plusieurs types de sols. D'après des études pédologiques réalisées par Khachai (2001), les sols de la wilaya de Biskra présentent les caractéristiques suivantes:

- ♦ **Les régions Sud**, sont surtout caractérisées par les accumulations salées, gypseuses et calcaires.
- ♦ **Les régions Est**, sont définies par les sols alluvionnaires et les sols argileux fertiles.
- ♦ **Les zones du Nord** (ou zones de montagne), sont le siège de la formation des sols peu- évolués et peu fertiles.
- ♦ Enfin, **la plaine** située au Nord-ouest de Biskra où les sols argileux-sodiques irrigués par les eaux fortement minéralisées constituent le caractère de la pédogenèse de cette région.

## 3.2. Méthodes

### 3.2.1. Échantillonnage

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" noté (DN), Type "Mech Degla" noté (DN) "Ghars" noté. (GH). Nous avons choisi au hasard, 9 palmiers de différents types (à raison 3 palmiers pour chaque type) ayants approximativement le même âge avec un état sanitaire très proche et se trouvant dans des conditions d'environnement voisines (voir annexe 6). La récolte des feuilles de la couronne moyenne de palmiers mâles a été effectuée le mois Janvier 2020, au niveau du ferme étudiée dans la commune de M'lili (wilaya de Biskra).



**Figure 4.** La récolte et la préparation des échantillons.

### **3.2.2. Préparation de matériel biologique**

Les pennes (folioles) de 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'extrait hydrométhanolique des folioles de palmiers dattiers a été préparé selon la méthode de (Markham, 1982).

Les broyats des folioles (10 g) ont été macérés avec 100 ml méthanol/eau (80/20 %, respectivement). Le mélange a été soumis à une agitation à froid pendant 24 h. une filtration à l'aide d'un tissu propre est ensuite réalisé puis par un papier filtre.

Le filtrat obtenu a été conservé à 4°C alors que le précipité a été soumis à une deuxième macération avec 100 ml de méthanol/eau (50/50 %, respectivement), on prend le deuxième filtrat et on mélangé avec le premier. Le mélange de filtrats obtenus est alors évaporé à sec à l'aide d'un rotavapor (Heidolph) (40°) pour éliminer le maximum du solvant. L'extrait obtenu pour chaque échantillon est considéré comme étant l'extrait brut hydro-méthanolique (EBrHM).

Cet EBrHM été mélangé avec l'hexane dans une ampoule à décanté qui permet d'entraîner les graisses ainsi que la chlorophylle, et laissé quelque minutes jusqu'à la séparation du mélange en deux phases, et la phase aqueuse inférieur a été récupérée. Cette

dernière a été évaporée puis séché à l'étuve (40°C) jusqu'à l'élimination maximale de l'hexane ensuite a été grattée 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.

### 3.2.3.2. 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.

### 3.2.4. Analyses quantitatives

#### 3.2.4.1. Dosage des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux dans les extraits de penes des dix palmes étudiées, est effectué selon la méthode de Folin-Ciocalteu (Boizot *et al.*, 2006).

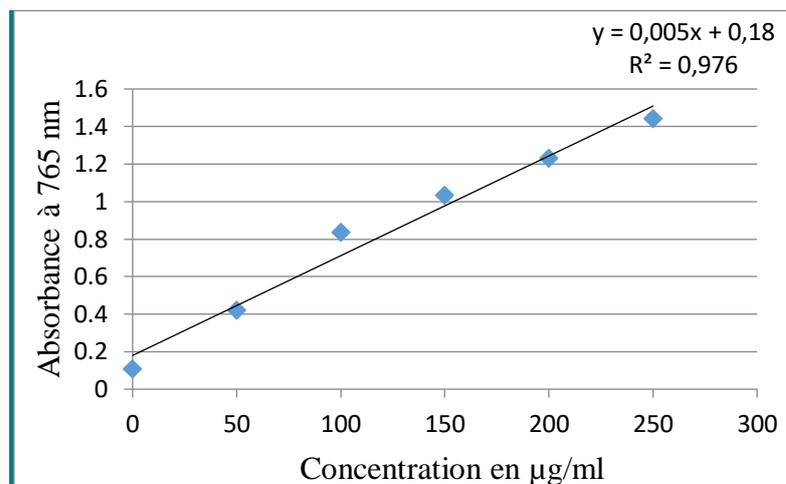
##### a. Principe

Le réactif utilisé est constitué d'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>4</sub>) de couleur jaune. Le principe de la méthode est basé sur l'oxydation des composés phénoliques par ce réactif, qui entraîne la formation d'un nouveau complexe d'oxydes métalliques de tungstène et de molybdène de couleur bleu. L'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans les extraits végétaux (Ribéreau, 1968).

##### b. 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 finalement été incubés pendant 2 heures. Après l'incubation, l'absorbance est lue à 765 nm par un spectrophotomètre UV-visible contre le blanc correspondant. L'acide gallique a été

utilisé comme standard (fig.5) et la courbe d'étalonnage a été préparée dans les mêmes conditions (voir annexe 7). Tel que chaque point représente la moyenne  $\pm$  écarte type (n = 3).



**Figure 5.** Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

#### 3.2.4.2. Dosage des flavonoïdes

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

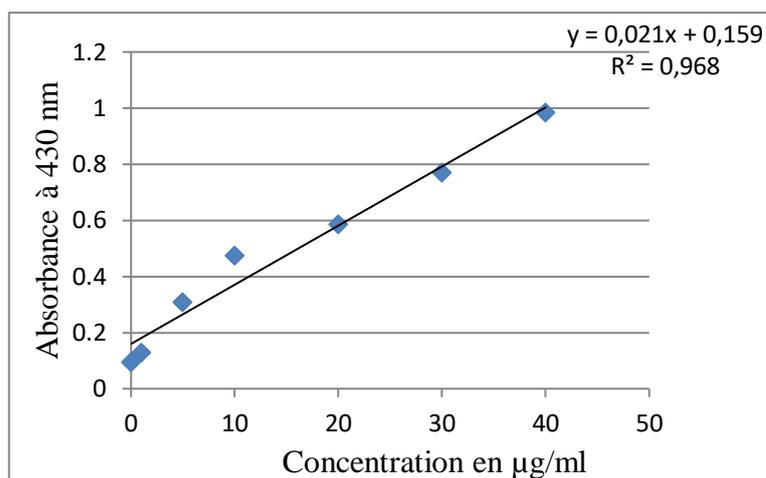
##### a. Principe

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, 1982).

##### b. Mode opératoire

On prend 1ml de chaque échantillon ou du standard (quercétine), dilués dans le méthanol, est ajouté à 1ml de la solution d' $AlCl_3$  (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 qui a été préparée dans les mêmes conditions (0-40 µg/ml) (voir annexe 8), établie avec la quercétine (fig.6), et sont exprimées en microgrammes équivalents de quercétine par milligramme d'extrait (µg EQ/mg d'extrait). Tel que chaque point représente la moyenne  $\pm$  écarte type (n = 3).



**Figure 6.** Courbe d'étalonnage de la quercétine.

### 3.2.5. Extraction et dosage des protéines

#### 3.2.5.1. Extraction

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

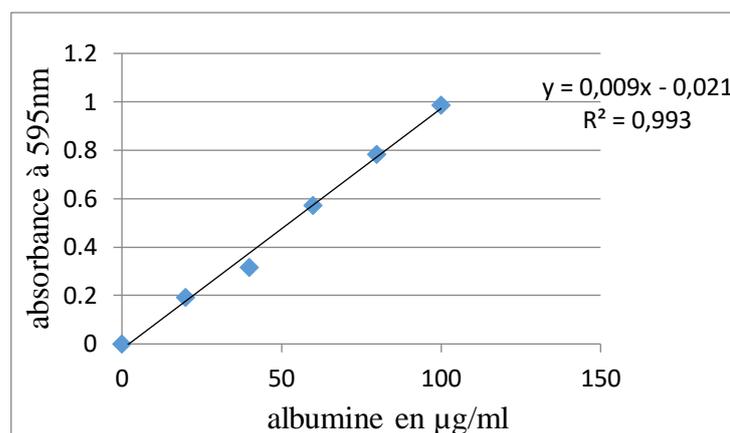
- ✓ Nous avons pris 0.15g des feuilles dans un bécher.
- ✓ Ajouter 5 ml de solution de NaOH à une concentration de 5% (m/v), et, agiter le mélange par le vortex, puis, laisser 2h :30.
- ✓ Ensuite, centrifuger ce mélange par la centrifugeuse à froid avec une vitesse de 5000R/Min.
- ✓ Enfin, récupérer le surnageant et conserver à -20°C jusqu'à son utilisation pour le dosage.

#### 3.2.5.2. Dosage

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. L'absorbance est lue par un spectrophotomètre avec une longueur d'onde 595 nm.

La courbe d'étalonnage a été réalisée à partir d'une solution mère de BSA (1mg/ml) (Fig.7) dans les mêmes conditions (voir annexe 9). Tel que chaque point représente la moyenne  $\pm$  écart type (n = 3). La concentration de protéine est exprimée en µg (ou %) équivalent de BSA.



**Figure 7.** Courbe d'étalonnage de BSA.

### 3.2.6. Extraction et dosage des sucres Totaux

#### 3.2.6.1. Préparation des extraits

Dix grammes 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).

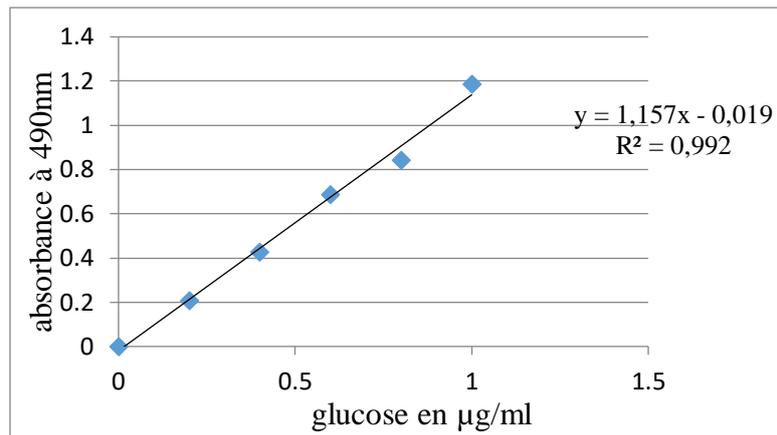
#### 3.2.6.2. Principe

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.

#### 3.2.6.3. Dosage des sucres totaux

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 de sucres totaux est exprimée en µg (ou %) équivalent de glucose à l'aide d'une gamme étalon préparée à partir d'une solution de glucose de concentration 1 mg/ml (fig.8) dans les mêmes conditions (voir annexe 10). Tel que chaque point représente la moyenne  $\pm$  écarte type (n = 3).



**Figure 8.** Courbe d'étalonnage de glucose.

### 3.2.7. Étude statistique

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

**A-** L'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.

**B-** 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.

**C-** Test de corrélation : pour déterminer la relation entre les caractères étudiés selon le coefficient de corrélation de Pearson.

# **Chapitre 04. Résultats et discussion**

## 4.1. Métabolites secondaires

### 4.1.1. Rendement d'extraction

L'extraction des composés phénoliques de 9 palmiers mâles a été effectuée par macération dans un système d'extraction hydro-alcoolique (méthanol-eau 80/20 %) à partir d'une poudre végétale.

Le méthanol solvant très polaire servant à extraire les composés phénoliques (Trichine, 2010).

Le calcul des rendements par rapport au poids de la poudre végétale présenté dans le tableau 3.

**Tableau 3.** Rendement (%) des extraits bruts hydro-méthanoliques de folioles des palmiers dattiers mâles.

Types	palmiers mâles	Masse sèche d'extrait g/10 g des feuilles	Rendement (%)	Moyenne (%)
"DegletNour"	DN1	1,6	16	14,3±2,08
	DN2	1,5	15	
	DN3	1,2	12	
"MechDegla"	MD1	1,6	16	14,7±2,31
	MD2	1,6	16	
	MD3	1,2	12	
"Ghars"	GH1	1,5	15	15,3±0,58
	GH2	1,5	15	
	GH3	1,6	16	

D'après le calcul de rendement par rapport au poids d'EBRHAM (Tab.3), nous constatons que les palmiers mâles étudiés présentent un rendement de 12 à 16 %.

La majorité des palmiers (DN1-DN2-MD1-MD2-GH1-GH2-GH3) ont enregistré un rendement entre 15-16 (%). Ceci presque conforme avec le résultat de Trichine (2010) et Laouini (2014), qui ont trouvé les valeurs suivantes successivement 15,52-28,5 % ; 15,64-19,12 %.

#### 4.1.1.1. Analyse de la variance

Le tableau 4 présente les résultats de l'analyse de variance à un paramètre (rendement d'extraction) entre les différents types de palmiers mâles étudiés.

**Tableau 4.** L'analyse de la variance des rendements d'extraits.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
<b>Modèle</b>	2	1,5556	0,7778	0,2333	0,7988
<b>Erreur</b>	6	20,0000	3,3333		
<b>Total corrigé</b>	8	21,5556			

L'analyse de la variance du rendement des feuilles montre qu'il n'y a pas une différence significative ( $P > \alpha = 0,05$ ) entre les types étudiés "Ghars", "Deglet Nour" et "Mech Degla".

L'analyse des différences entre les modalités et comparaison des moyennes à l'aide test de Tukey (Dagnelle, 2011) montre que les trois types étudiés (MD, GH et DN) 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 (voir annexe 11). Ce résultat confirme le résultat de l'analyse de variance dans le tableau 4.

#### 4.1.2. Teneur des extraits en polyphénols totaux

La teneur en polyphénols totaux des extraits étudiés sont calculées en utilisant la courbe d'étalonnage de l'acide gallique (Fig.5) dans une gamme de concentration de 50 à 250 ( $\mu\text{g/ml}$ ).

La quantité des polyphénols totaux dans les extraits a été rapportée en microgramme d'équivalent de l'acide gallique par un milligramme d'extrait ( $\mu\text{g EAG/mg d'extrait}$ ). Les résultats sont indiqués dans le tableau 5.

**Tableau 5.** Taux de polyphénols des feuilles de palmiers mâles exprimé en  $\mu\text{g}$  d'EAG/g d'extrait.

Types	"Deglet Nour"		"Mech Degla"		"Ghars"	
Palmiers mâles	DN1	187,73 $\pm$ 1,14	MD1	245,13 $\pm$ 1,40	GH1	156,13 $\pm$ 1,29
	DN2	211,4 $\pm$ 1,11	MD2	239,27 $\pm$ 0,95	GH2	199,47 $\pm$ 1,01
	DN3	145,07 $\pm$ 1,03	MD3	226,4 $\pm$ 1,00	GH3	132,67 $\pm$ 1,14
Moyenne	181,4 $\pm$ 33,62		236,93 $\pm$ 9,58		162,76 $\pm$ 33,89	

Le tableau 5 montre que les extraits hydrométhanoliques des feuilles de palmiers dattiers mâles étudiés riche en polyphénols à une teneur qui est oscille entre 132,67 $\pm$ 1,14 et 245,13 $\pm$ 1,40 ( $\mu\text{g}$  EAG/mg) ; tel que, la teneur la plus élevée a été enregistrée chez l'extrait des feuilles de palmier noté MD1 (245,13 $\pm$ 1,40  $\mu\text{g}$  EAG/mg) et la plus faible teneur a été enregistrée chez l'extrait des feuilles de palmier noté GH3 (132,67 $\pm$ 1,14 $\mu\text{g}$  EAG/mg).

Il montre, aussi, que les teneurs en polyphénols pour le type MD varient de 226,4 $\pm$ 1,00 à 245,13 $\pm$ 1,40  $\mu\text{g}$  d'EAG/mg d'extrait. Concernant les deux autres types (DN et GH), nous avons observé des intervalles limités de 145,07 $\pm$ 1,03 à 211,4 $\pm$ 1,11  $\mu\text{g}$  d'EAG/mg d'extrait et de 132,67 $\pm$ 1,14 à 199,47 $\pm$ 1,01  $\mu\text{g}$  d'EAG/mg d'extrait successivement.

Ils sont presque comparables à ceux trouvés par Trichine (2010) qui a enregistré une teneur varie de 85,77 $\pm$ 2,54 à 244,56  $\pm$  8,88 mg/g.

Nos résultats sont plus élevés à celle de (Bennaceur *et al.*, 2010) qui a fait la même méthode de dosage (du chlorure d'aluminium) pour les feuilles de palmiers dattiers femelles et a trouvé un taux de 57,94 $\pm$ 3,13 à 170,97 $\pm$ 2,39 mg EAG/g.

Autre étude en Algérie, réalisé par Laouini (2014) sur les feuilles du palmier dattier femelles trouvé les valeurs suivantes 156,4 - 215,24 mg EAG/g. Ces résultats de dosage présentent des teneurs presque comparables avec nos résultats.

La comparaison de ces résultats montre que la méthode, le solvant d'extraction, et le sexe aussi peuvent être influence sur les doses des polyphénols.

Les valeurs de notre résultat sont supérieures à celles trouvées par Bennaceur *et al.*, (2010) et Khoudali *et al.*, (2014), tel que : les premiers auteurs ont enregistré une teneur de

polyphénols égale à  $25,20 \pm 0,46$  mg EAG /g pour une espèce des palmiers (*Chamaerops humilis* L.) et les autres auteurs ont notés une teneur en polyphénols égale à 99,8 mg/g pour les feuilles de même espèce.

Par comparaison, on a noté que le palmier dattier est plus riche en polyphénols par rapport au palmier nain. Donc on constaté que l'espèce influence significativement sur les doses des polyphénols.

Elles sont, également, supérieures à celles trouvées par Saafi-bensalah *et al.*, (2011) et Abd (2016), tel que : les premiers auteurs ont étudié la teneur des quatre variétés de dattes tunisiennes en polyphénols durant deux saisons (2006 et 2007), et ont trouvé que cette varie d'une année à l'autre et ne dépasse pas 4,71 mg/g ; et l'autre auteur a obtenu une teneur de polyphénols totaux varie de 52,13 à 90,82 mg/g chez le pollen de six cultivars de palmiers dattiers mâles Iraquiennes.

Alors, on a conclue que la teneur phénolique d'une plante dépend d'un certain nombre de facteurs intrinsèques (génétique) et extrinsèques (conditions climatiques, les pratiques culturelles, la maturité à la récolte et les conditions de stockage de la matériel végétal)

Le type étudié, la méthode d'extraction et l'organe analysé, aussi peut affecter la teneur en polyphénols.

#### 4.1.2.1. Analyse de variance

**Tableau 6.** L'analyse de variance de polyphénols totaux entre les palmiers mâles

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
<b>Modèle</b>	8	41024,0030	5128,0004	4043,6919	< 0,0001
<b>Erreur</b>	18	22,8267	1,2681		
<b>Total corrigé</b>	26	41046,8296			

Nous enregistrons à travers ce tableau qu'il existe des différences très hautement significatives ( $p < \alpha = 0.001$ ) dans le critère étudié (polyphénols totaux) entre les palmiers mâles étudiés. Ceci indique que chaque dokkars a une quantité spécifique en polyphénols.

**Tableau 7.** L'analyse de variance de polyphénols totaux entre les types de palmiers mâles.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
<b>Modèle</b>	2	8933,9091	4466,9546	5,6535	0,0417
<b>Erreur</b>	6	4740,7585	790,1264		
<b>Total corrigé</b>	8	13674,6677			

Les résultats de l'analyse de la variance à un paramètre (dosage de polyphénols totaux) montrent qu'il y a une différence significative ( $p < \alpha = 0,05$ ) entre les types de palmiers mâles étudiés (DN, GH et MD). Ceci confirme les résultats d'Abd (2016) qui a trouvé une différence dans la quantité de composés phénoliques entre les cultivars Iraquiennes de pollens étudiés.

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

L'analyse des différences entre les modalités et comparaison des moyennes en utilisant le test de Tukey montre que (voir annexe 12):

- ✚ **MD** : Représenté un groupe de A, c'est le type qui enregistre le taux le plus élevé de polyphénols  $236,93 \pm 9,58 \mu\text{g d'EAG/mg}$ .
- ✚ **GH** : Représenté un groupe de B, avec un faible taux de polyphénols  $162,76 \pm 33,89 \mu\text{g d'EAG/mg}$
- ✚ **DN** : Représenté un groupe intermédiaire AB, a une quantité moyenne en polyphénols  $181,4 \pm 33,62 \mu\text{g d'EAG/mg}$ .

#### 4.1.3. Teneur des extraits en flavonoïdes totaux

Les concentrations des flavonoïdes des extraits sont déduites en utilisant la gamme d'étalonnage (0-40  $\mu\text{g/ml}$ ), établie avec la quercétine (Fig.6).

La quantité des flavonoïdes totaux dans les extraits du type : Ghars, Deglet Nour et Mech Degla sont exprimées en microgrammes équivalents de quercétine par milligramme d'extrait ( $\mu\text{g EQ/mg d'extrait}$ ). Les résultats sont reportés dans le tableau au-dessus (Tab.8).

**Tableau 8.** Taux de flavonoïdes des feuilles de palmiers mâles exprimé en  $\mu\text{g}$  d'EQ/mg.

Types	"DegletNour"		"MechDegla"		"Ghars"	
Palmiers mâles	DN1	26 $\pm$ 0,28	MD1	39,18 $\pm$ 0,21	GH1	16,39 $\pm$ 0,13
	DN2	32,21 $\pm$ 0,19	MD2	34,81 $\pm$ 0,21	GH2	28,51 $\pm$ 0,18
	DN3	21,75 $\pm$ 0,13	MD3	38,58 $\pm$ 0,19	GH3	18,51 $\pm$ 0,18
Moyenne	26,65 $\pm$ 5,26		37,52 $\pm$ 2,36		21,13 $\pm$ 6,47	

D'après les résultats de dosage en flavonoïdes, nous avons remarqué une variabilité dans les teneurs en flavonoïdes ; tel que, ces quantités varient de 16,39 à 39,18  $\mu\text{g}$  EQ/mg d'extrait pour les différents palmiers dattiers mâles étudiés.

D'après le tableau 8, nous avons observé que le contenu en flavonoïdes totaux dans les différents extraits de type MD est oscille entre 34,81 et 39,18  $\mu\text{g}$  EQ/mg d'extrait ; mais, pour le type GH, nous notons que les différents extraits contiennent des quantités varie de 16,39 à 28,51  $\mu\text{g}$  EQ/mg d'extrait. Concernant le type DN, ce contenu est varie de 21,75 à 32,21  $\mu\text{g}$  EQ/mg d'extrait.

D'après ce tableau, nous avons également remarqué que, la teneur la plus élevée a été enregistrée dans l'extrait de feuille du palmier noté MD1 (39,18 $\pm$ 0,21)  $\mu\text{g}$  d'EQ/mg et la plus faible teneur dans l'extrait de feuille du palmier noté GH1 (16,39 $\pm$ 0,13)  $\mu\text{g}$  EQ/mg.

Nos résultats sont presque similaires a ceux trouvés par Trichine (2010) qui a obtenu une teneur de flavonoïdes est oscille entre 18,74 $\pm$ 12,18 et 68,44 $\pm$ 4,57 mg/g.

Ils sont inférieurs à ceux obtenus par Laouini (2014) et Abd (2016). Tel que, le premier auteur a révélé que l'extrait hydrométhanolique de feuilles de palmiers dattiers renferme de flavonoïdes de l'ordre de « 101.09 - 90.79 » mg/g ; et l'autre auteur a obtenu une teneur en flavonoïdes des six cultivars du pollen iraquien varie de 40 à 80 mg/g.

Lorsqu'on compare ces teneurs avec la teneur de palmier nain (*Chamaerops humilis* L.) de la même famille on a constaté que le palmier dattier est plus riche en flavonoïdes par rapport à l'autre espèce qui a révélé une faible teneur de flavonoïdes 3,70 mg/g dans l'étude réalisé par (Khoudali *et al.*, 2014).

Ces variations de teneurs peuvent être liées à la répartition géographique, la nature des solvants utilisés (la solubilisation des molécules dans ces solvants), la méthode d'extraction, l'espèce, l'organe analysé, les conditions agronomiques des plantes étudiés et la période de récolte.

#### 4.1.3.1. Analyse de variance

Les tableaux 9 et 10 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 9.** L'analyse de variance de flavonoïdes totaux entre les palmiers mâles.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
<b>Modèle</b>	8	1702,1652	212,7706	5574,9341	< 0,0001
<b>Erreur</b>	18	0,6870	0,0382		
<b>Total corrigé</b>	26	1702,8522			

À travers ce tableau, nous enregistrons qu'il existe une différence très hautement significatives ( $p < \alpha = 0.001$ ) dans le paramètre étudié (teneur en flavonoïdes) entre les palmiers mâles étudiées. Ceci indique que chaque dokkars a une quantité spécifique en flavonoïdes.

**Tableau 10.** L'analyse de variance de flavonoïdes totaux entre les types de palmiers mâles.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
<b>Modèle</b>	2	417,0344	208,5172	8,3211	0,0186
<b>Erreur</b>	6	150,3540	25,0590		
<b>Total corrigé</b>	8	567,3884			

Les résultats de l'analyse de la variance à un paramètre (dosage de flavonoïdes totaux) montrent qu'il y a une différence significative ( $p < \alpha = 0,05$ ) entre les types de palmiers mâles étudiés (DN, GH et MD). Ceci confirme les résultats d'Abd (2016) qui a trouvé une différence dans la quantité de flavonoïdes entre les cultivars Iraquiennes de pollens étudiés.

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

En effet, de test de Tukey (voir annexe 13) par analyse des différences entre les modalités et comparaison des moyennes, a permis de distinguer les différences entre les types de palmiers mâles étudiées.

Les échantillons sont des groupes différents :

- ✚ **MD** : Représenté un groupe de A, c'est le type plus riche en flavonoïdes  $37,52 \pm 2,36$   $\mu\text{g EQ/mg}$ .
- ✚ **GH** : Représenté un groupe de B, a une faible quantité de flavonoïdes  $21,13 \pm 6,47$   $\mu\text{g EQ/mg}$ .
- ✚ **DN** : Représenté un groupe intermédiaire AB, a une quantité moyenne en flavonoïdes  $26,65 \pm 5,26$   $\mu\text{g EQ/mg}$ .

## 4.2. Métabolites primaires

### 4.2.1. Dosage de protéines totales

Les teneurs en protéines des extraits étudiés sont calculés à partir de la courbe d'étalonnage de BSA (Fig.7) dans une gamme de concentration allant de 20 à 100  $\mu\text{g}/100\text{ml}$ . Les absorbances mesurées en fonction de la quantité des protéines.

Le tableau 11 représente les quantités des protéines obtenues à partir de neuf échantillons. Les résultats sont exprimés en  $\mu\text{g}$  équivalent de BSA.

**Tableau 11.** La teneur en protéines des extraits de feuilles des palmiers mâles.

Types	"Deglet Nour"		"Mech Degla"		"Ghars"	
Palmiers mâles	DN1	14,04±0,45	MD1	43,96±0,23	GH1	9,52±0,45
	DN2	31,85±0,39	MD2	38,04±0,39	GH2	23,67±0,33
	DN3	27,74±0,50	MD3	35,07±0,45	GH3	19,22±0,62
Moyenne	24,54±9,33		39,02±4,53		17,47±7,24	

Le tableau 11 montre que la teneur en protéines des feuilles de palmiers dattiers mâles est oscillée entre 9,52±0,45 % et 43,96±0,23 % ; tel que, la teneur la plus élevée a été enregistrée chez l'extrait des feuilles de palmier noté MD1 (43,96±0,23 %) et la plus faible teneur a été enregistrée chez l'extrait des feuilles de palmier noté GH1 (9,52±0,45 %).

Il montre, aussi, que les teneurs en protéines pour le type MD varient de 35,07±0,45 à 43,96±0,23 %. Concernant les deux autres types (DN et GH), nous avons observé des intervalles des quantités en protéines varient de 14,04±0,45 % à 31,85±0,39 % et de 9,52±0,45 % à 23,67±0,33 % successivement.

Nos résultats sont supérieures à ceux trouvés par Hamouda et Harrak (2005) et Aberlenc (2010), tel que : les premiers auteurs ont obtenu une faible teneur en protéines des dattes marocaine est oscillée entre 1,99 et 4,22% ; le deuxième auteur a révélé une faible quantité en protéines des feuilles de palmiers dattier est égale à 3,1±0,2% ; et Benamor (2016) a remarqué une faible quantité en protéines des pollens de palmier dattier varie entre 0,1 et 8,2 %.

Ils sont inférieurs à ceux obtenus par Jassim *et al.*, (2000) et Abed (2005) qui ont trouvé des teneurs en protéines de différents cultivars de pollen frais varient de 36,51 à 44,27% et de 45,37 à 56,4% respectivement.

Ces variations en teneur protéiques des palmiers dattiers peut être liés à l'organe végétale étudié, la méthode de dosage, la période de récolte, la région, les conditions d'extraction....

#### 4.2.1.1. Analyse de variance

Les tableaux 12 et 13 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 12.** Analyse de la variance des résultats de la teneur en protéine entre les palmiers mâles étudiés.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	8	3132,2469	391,5309	2063,3205	< 0,0001
Erreur	18	3,4156	0,1898		
<b>Total corrigé</b>	26	3135,6626			

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 13.** Analyse de la variance des résultats de la teneur en protéine entre les types étudiés.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	2	724,3978	362,1989	6,7979	0,0287
Erreur	6	319,6845	53,2807		
<b>Total corrigé</b>	8	1044,0823			

Le tableau 13 montre qu'il y a une différence significative ( $p < \alpha = 0.05$ ) entre les types de Dokkars étudiés. Ce résultat confirme les résultats de Hamouda et Harrak (2005) qui ont noté qu'il y a une différence très hautement significative entre les variétés de dattes du palmier dattier.

Il est en accord aussi avec les résultats trouvés par Jassim *et al.*, (2000) ; Abed (2005) et Benamor (2016) qui ont obtenu une différence significative entre les différents cultivars et types de pollens du palmier dattier.

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

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 (voir annexe 14) montre que les échantillons ont classés en différents groupes :

- ✚ **MD** de groupe A, qui représente la quantité la plus élevée, donc, MD contient une quantité considérable de protéines ( $39,02 \pm 4,53\%$ ) ;
- ✚ **GH** de groupe B, représente la plus basse quantité de protéine ( $17,47 \pm 7,24\%$ ) ;
- ✚ **DN** de groupe AB, c'est le groupe l'intermédiaire qui représente une quantité protéique moyenne ( $24,54 \pm 9,33\%$ ).

#### 4.2.2. Dosage de sucres totaux

Les teneurs en sucres totaux des extraits étudiés sont calculés à partir de la courbe d'étalonnage de glucose dans une gamme de concentration allant de 0,2 à 1 % ( $\mu\text{g}/100\mu\text{l}$ ) (fig.8).

Les résultats de la quantité de sucres totaux dans les extraits étudiés sont indiqués dans le tableau suivant (Tab.13), et sont exprimés en  $\mu\text{g}$  équivalent de glucose

**Tableau 14.** La teneur en sucres totaux dans les feuilles de palmiers dattiers.

Types	"Deglet Nour"		"Mech Degla"		"Ghars"	
	DN1	74,05 $\pm$ 0,39	MD1	80,44 $\pm$ 0,44	GH1	63,30 $\pm$ 0,44
Palmiers mâles	DN2	59,35 $\pm$ 0,22	MD2	86,80 $\pm$ 0,35	GH2	46,04 $\pm$ 0,26
	DN3	71,56 $\pm$ 0,35	MD3	67,21 $\pm$ 0,44	GH3	50,36 $\pm$ 0,41
	<b>Moyenne</b>	68,32 $\pm$ 7,87		78,15 $\pm$ 9,99		53,23 $\pm$ 8,98

D'après le tableau 13, on remarque que la teneur en sucres totaux des palmiers mâles étudiés est oscille entre  $46,04 \pm 0,26\%$  et  $86,80 \pm 0,35\%$ . Ce tableau montre que le pourcentage de sucres totaux varie de  $67,21 \pm 0,44\%$  à  $86,80 \pm 0,35\%$  chez le type MD. Concernant les deux

autres types (DN et GH), ce taux varie de  $59,35\pm 0,22\%$  à  $74,05\pm 0,39\%$  et de  $46,04\pm 0,26\%$  à  $63,30\pm 0,44\%$  respectivement.

Nos résultats sont presque similaires à ceux trouvés par Taouda *et al.*, (2014) qui ont enregistré que le contenu des dattes marocaines en sucres totaux varie de  $58\pm 2,76\%$  à  $83\pm 0,26\%$ . Ils sont supérieurs à ceux obtenus par Abed (2005) et Mehaoua (2006), tel que : le premier auteur a enregistré que le taux de sucres des pollens du palmier dattier varie de 8,1% à 20,60% ; et l'autre auteur a observé des faibles concentrations de sucres (0.02% – 0.04%) des folioles de palmiers dattiers infectées par la cochenille blanche dans la région de Biskra.

Brièvement, ces variations en sucres totaux des palmiers dattiers sont probablement dues à l'environnement, les conditions climatiques, le sexe, les conditions d'extraction, le cultivar le type étudié et l'organe végétal analysé...

Les maladies qui touchent les palmiers peuvent, aussi, influencer sur les teneurs des métabolites primaires.

#### 4.2.2.1. Analyse de variance

Les tableaux 15 et 16 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 15.** Analyse de la variance des résultats de la teneur en sucres entre les palmiers mâles étudiés.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	des F	Pr > F
Modèle	8	4290,3759	536,2970	3830,7633	< 0,0001
Erreur	18	2,5200	0,1400		
<b>Total corrigé</b>	26	4292,8959			

D'après le tableau 15, 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 16.** Analyse de variance des résultats de la teneur en sucres entre les types de palmiers mâles étudiés

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	2	945,3646	472,6823	5,8505	0,0389
Erreur	6	484,7607	80,7935		
Total corrigé	8	1430,1253			

Selon le tableau 16, 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. Ceci confirme les résultats de Mehaoua (2006) qui a révélé une différence très hautement significative entre les folioles de palmiers femelles étudiées.

Nos résultats sont en accord aussi avec les résultats d'Abed (2005) et Taouda *et al.*, (2014) qui ont obtenu une différence significative dans le contenu en sucres totaux entre les différents cultivars de pollens et dattes respectivement.

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

Les résultats d'analyse de différence de la teneur en sucres totaux entre les types de dokkars et comparaison des moyennes à l'aide test de Tukey (voir annexe 15) permet de classés les échantillons en différents groupes :

- ✚ **MD** de groupe A, qui représente la quantité la plus élevée ( $78,15 \pm 9,99\%$ ). Donc ce type est riche en sucres totaux ;
- ✚ **GH** de groupe B, qui représente la plus basse quantité ( $53,23 \pm 8,98\%$ ). alors ce type est pauvre en sucres totaux par rapport à les autres types étudiés ;
- ✚ **DN** de groupe AB, c'est le groupe l'intermédiaire qui représente une quantité moyenne de sucres totaux ( $68,32 \pm 7,87\%$ ).

#### 4.3. Corrélation entre les différents caractères étudiés

Le tableau 17 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 17.** Matrice de corrélation entre les paramètres biochimiques étudiés.

<b>Variables</b>	<b>Flavonoïdes</b>	<b>Polyphénols</b>	<b>Protéines</b>	<b>Sucres</b>	<b>Rendements</b>
<b>Flavonoïdes</b>	1	0,9476	0,8665	0,4490	-0,0510
<b>Polyphénols</b>	0,9476	1	0,7619	0,5054	0,1433
<b>Protéines</b>	0,8665	0,7619	1	0,4806	-0,1277
<b>Sucres</b>	0,4490	0,5054	0,4806	1	0,0481
<b>Rendements</b>	-0,0510	0,1433	-0,1277	0,0481	1

Le tableau 17 montre qu'il y a une corrélation positive entre:

- ❖ Flavonoïdes et polyphénols, tel que cette corrélation est très forte ( $r = 0.95$ ) ;
- ❖ Flavonoïdes et protéines, tel que cette corrélation est très forte ( $r = 0.87$ ) ;
- ❖ Flavonoïdes et sucres, tel que cette corrélation est moyenne ( $r = 0.45$ ) ;
- ❖ Polyphénols et protéines, tel que cette corrélation est forte ( $r = 0.76$ ) ;
- ❖ Polyphénols et sucres, tel que cette corrélation moyenne ( $r = 0.51$ ) ;
- ❖ Polyphénols et rendements, tel que cette corrélation est très faible ( $r = 0.14$ ) ;
- ❖ Protéines et sucres, tel que cette corrélation moyenne ( $r = 0.48$ ) ;
- ❖ Sucres et rendements, tel que cette corrélation est très faible ( $r = 0.05$ ).

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

- ❖ Flavonoïdes et rendements, tel que cette corrélation est très faible ( $r = -0.05$ ) ;
- ❖ Protéines et rendements, tel que cette corrélation est très faible ( $r = -0.13$ ).

## Conclusion

La présente étude, à caractère biochimique, s'intéresse aux feuilles de trois types de palmiers dattiers mâles (trois palmiers pour chaque type) dans la région de Biskra (M'lili). Afin de caractériser ces palmiers mâles, quatre paramètres biochimiques ont été étudiés : deux métabolites primaires (protéines et sucres totaux) et deux métabolites secondaires (polyphénols et flavonoïdes totaux), ces derniers ayant subi une macération hydro-alcoolique.

L'extraction par macération hydro-alcoolique montre que, la majorité des palmiers présentent un rendement presque comparable ; oscillant entre 15 et 16 %.

La quantification des polyphénols, des flavonoïdes, des sucres et des protéines de nos échantillons, montrent que les teneurs en ces quatre métabolites présentent des concentrations considérables, et que le type « Mech Degla » est le plus riche, obtenant pour les différents métabolites les valeurs suivantes:  $236,93 \pm 9,58 \mu\text{g EAG/mg}$  ;  $37,52 \pm 2,36 \mu\text{g EQ/mg}$  ;  $78,15 \pm 9,99 \%$  ;  $39,02 \pm 4,53 \%$  respectivement.

D'après les résultats de l'analyse de variance portant sur tous les caractères biochimiques des palmiers dattiers mâles, nous remarquons qu'il y a une différence significative entre les trois types de « Dokkars » et une différence très hautement significative entre les mâles étudiés. Il y a donc une grande hétérogénéité entre les populations de dattiers mâles, sachant que chaque individu possède des caractéristiques spécifiques.

A travers les résultats de l'analyse de différence de la teneur en métabolites primaires (protéines et sucres totaux) et secondaires (polyphénols et flavonoïdes) entre les types de « Dokkars » et en comparaison des moyennes calculées par le test de Tukey, nous concluons que :

- ◆ Le type « Mech Degla » représente le meilleur groupe ;
- ◆ Le type « Deglet Nour » représente le groupe intermédiaire ;
- ◆ Le type « Ghars » représente le mauvais groupe.

Les variations en polyphénols, flavonoïdes, protéines et sucres totaux des palmiers dattiers sont probablement dues à certains facteurs, tels que : la période de récolte, les conditions écologiques, les conditions d'extraction et de dosage, l'organe analysé, la variété ou l'espèce étudiée, l'état agronomique des plantes ainsi que les maladies.

A partir du test de corrélation de Pearson entre les différents caractères étudiés (rendement d'extraction, métabolites secondaires et primaires), nous avons enregistré qu'il y a

une corrélation positive entre la plupart de ces critères. Par contre, nous avons obtenu, une corrélation négative entre : flavonoïdes et rendements, protéines et rendements.

Notre travail est un point de départ pour de futures recherches. De plus, il serait intéressant d'isoler et de caractériser la composition en métabolites primaires ainsi qu'en composés phénoliques des extraits des trois types sélectionnés et d'autres pendant plusieurs saisons et dans différentes régions. Pour une meilleure valorisation des « Dokkars » et afin d'obtenir des dattes de bonne qualité, il serait, aussi, très souhaitable d'entamer d'autres études complémentaires et approfondies pour une meilleure compréhension des caractéristiques de ces palmiers et de leurs pollens.

# **Références bibliographiques**

## A

1. Abd A. K. M. 2016. Estimation of total phenolic and total flavonoids in pollen grain of some cultivars of date palm (*Phoenixdactylifera* L.) .Kufa Journal for Agricultural Sciences 8 (1): 24-34.
2. Abed A. K. M. 2005. Determine of carbohydrates, protein and phenolic compounds content in pollen grains of three date palm Phoenix dactylifera male cultivars. Basrah Journal of Date Palm Research 4 (1-2): 141-150.
3. Aberlenc B. F. 2010. Biotechnologies du palmier dattier. Edition IRD. Institut de Recherche pour le développement collection Colloques et séminaires. Paris, p. 15, pp. 195-214.
4. Al-Farsi M., Alasalvar C., Al Abid., M., Al Shoaily K., Al Amri M., Al Rawahy F., 2007. Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and their by-products. Food Chemistry 104 (3): 943–947.
5. Al-Qarawi, A.A., Moussa, H.M., Ali, B.E.H., Abdel-Rahman, H., El Mougny, S.A. 2004. Protective effect of extracts from Dates (*Phoenix dactylifera* L.) on carbon tetrachloride-induced epatototoxicity in rats. Int. J. Appl. Res. Vet. Med 2 (3): 176–180.
6. Al-Tahir O. A., Abdul-Salam M. A., Al-Ghamdi A. S., and 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.
7. ANAT. 2002. Etude « Schéma directeur des ressources en eau » Wilaya de Biskra, Phase préliminaire, p. 100.
8. André B. 1985. Prévention et traitement de la malnutrition, guide pratique, collection initiation documentation techniques n°62, Paris.
9. Arbouche F. et Arbouche H. 2008. Composition chimique des pedicelles de dattes du Sud Est Algerien et son amelioration pour l'alimentation du Betail. Algerian Sientific Journal Platform 10 (18): 65-71.

## B

10. Bahorun T., Gressier B., Trotin F., Brunet C., Dine T., Luyckx M., Vasseur J., Cazin M., Cazin J. and Pinkas M. 1996. Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations. *Arzneimittel-Forschung*. (46) : 1086-1089
11. Bakroune. 2012. Diversité spécifique de l'aphidofaune (Homoptera, Aphididae) et de ses ennemis naturels dans deux (02) stations: El-Outaya et Ain Naga (Biskra) sur piment et poivron (Solanacées) sous abris - plastique.
12. Belguedj M. 2000. Les ressources génétiques du palmier dattier. Caractérisation des cultivars de dattier dans les palmeraies du Sud-Est Algérien. Dossier n°1, INRAA, El Harrache, Alger, p.289.
13. Belhabib S. 1995. Contribution à l'étude de quelques paramètres biologiques (croissance végétative et fructification) chez deux cultivars (Deglet-Nour et Ghars) du palmier dattier (*Phoenix dactylifera*. L) dans la région de Oued Righ. Mémoire, Ing, Agro, Batna, p.54.
14. Benamor B. 2016. Sélection des palmiers dattiers mâles dans la station "Daouia" (Oued Souf, Algérie) - Etude de terrain et laboratoire-. Thèse de doctorat en biologie végétale et environnement, Université d'Annaba, 117p.
15. Ben Chennouf A. 1971. le palmier dattier. Station expérimentale d'Ain Ben Naoui. Biskra, 22 p.
16. Bengag A. 2009. Caractérisation phytochimique et activité antioxydante de quelques cultivars de *Poenix dactylifera* L. Mémoire de magistère, Oran, Algérie, pp. 30-64.
17. Bennaceur M., Bengag A., Marouf A., and Bouguedoura N. 2010. Phytochemical Profile and Antioxidant Activity of *Phoenix dactylifera*. ISHS 1099-1108.
18. Benziouche S. 2008. L'impact du PNDA sur les mutations du système de production oasien dans le sud algérien, *Revue Régions Arides*, p. 21, pp.1321-1330.
19. Boersma P.D., Kaeiva Peter, Fagan, William, Clark, Hoekstra, Jonathan 2001. How good are endangered species recovery plans?. *BioScience* 51: 643–649.

20. Boizot N., et Charpentier J-P. 2006. Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. Cahier des Techniques de INRA, Numéro spécial : 79–82
21. Bouchouka E. 2016. Extraction des polyphénols et étude des activités antioxydante et antibactérienne. Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar, Annaba, Algérie, p. 21.
22. Bougherara A., Lacaze B. 2009 Etude préliminaire des images LANDSAT et AALSAT pour le suivi des mutations agraires des Ziban (extrême Nord-Est du Sahara algérien) de 1973 à 2007. Journées d'animations scientifiques (JAS09) Alger, 6p
23. Boughnou N. 1988. Essai de production de vinaigre à partir de déchets de dattes. Mémoire de magister, INA El Harrach, pp.10-13.
24. 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.
25. Bouzahzah F. 2015. Dynamique urbaine et nouvelle centralité. Thèse de doctorat, Université de El Ikhwa mentouri, Constantine, faculté des sciences de la terre, de la géographie et de l'Aménagement du territoire, Algérie, p.76.
26. 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 .
27. Bruneton J. 2009. Pharmacognosie et Phytochimie, plantes médicinales. 4ème édition. Paris : Edition Tec & Doc. Edition médicales internationales, p.3 et 1292.
28. Bruneton J. 1993. Pharmacognosie et Phytochimie des plantes médicinales. 2 eme Edit. Technique et documentation, Paris, 914 p.
29. Bruneton J. 1999. Pharmacognosie et Phytochimie, Plantes médicinales, 3° édition. Lavoisier.

## C

30. Croteau R., Kutchan T. M., Lewis N.G. 2000. Natural products secondary metabolites. Eds, Biochemistry and Molecular Biology Plant. American Society of Plant Physiologists, Rockville, 11D, Crystallinum, Australian National Herbarium, pp. 10-1318.
31. Cuendet M. 1999. Recherche de nouveaux composés capteurs de radicaux libres et antioxydants à partir d'une plante d'Indonésie « *Fagraeablumei* » (Loganiaceae) et de trois plantes d'altitude « *Bartsiaalpina* » (Scrophulariaceae), « *Loiseleuria procumbens* » (Ericaceae) et Camp, Thèse de doctorat, p. 24.

## D

32. Dacosta Y. 2003. Les phytonutriments bioactifs. Ed Yves Dacosta, Paris, p.317.
33. Dagnelle P. 2011. Statistique théorique et appliqué. Tome 2. Inférence statistique à une et à deux dimensions. Bruxelles, De Boeck, 736 p.
34. Dajoz R. 2006. Précis d'écologie 8<sup>e</sup> édition, Dunod, Paris, p.27.
35. De Medina F., Sanchez F., Posadas O., Lopez R., Romero-Calvo C., Mascaraque G., Daddaoua A., Perez R., Gonzalez Herrera M.M., Gonzalez G.H., Martinez-Plata E., Ortega M., Suarez Zarzuelo A. and Martinez-Augustin O. 2009. The intestinal anti-inflammatory activity of the flavonoid rutin requires oral administration and may involve effects on mucosal lymphocytes. *Clinical Nutrition Supplements*, p.49.
36. Divya N., Thenmozhi S., Sureshkumar B.T. and Selvan M. 2014. Antibacterial activity of medicinal plant against wound infected pathogens. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 5(11): 4942–4947.
37. Djerouni A. Chala A., Simozrag A., Benmehaia R., and Baka M. 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.
38. Dubois M., Gilles K. A., Hamilton J. K., Rebers P A., Smith F. 1956. Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances. *Analytical chemistry* 28(3): 350-356.

39. Dubost D. 1990. Mutation du système de production oasien en Algérie. Ed CRSTRA. Alger.
40. Dubost D. 2002. Mutation agricole dans les oasis algériennes: l'exemple des Ziban in cahier sécheresse, spécial oasis vol.9, N° 2.
41. Duchnowicz P., Broncel M., Podśędek A. and Koter-Michalak M. 2012. Hypolipidemic and antioxidant effects of hydroxyl cinnamic acids, quercetin, and cyanidin 3-glucoside in hypercholesterolemic erythrocytes (in vitro study). *European Journal of Nutrition*, 51: 435–43.

## E

42. El Gharras H. 2009. Polyphenols: Food sources, properties and applications - A review. *International Journal of Food Science and Technology* 44(12): 2512-2518.
43. El Houmaizi M. A. 2002. Modélisation de l'architecture du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) et application à la simulation du bilan radiatif en oasis. Thèse Doctorat 3ième cycle en sciences, Univ. Cadi Ayyad Faculté des sciences Semlalia, Marrakech, p. 5.
44. El-Kholy M. W., Soliman N.T., Darwish M. G. A. 2019. Evaluation of date palm pollen (*Phoenix dactylifera* L.) encapsulation, impact on the nutritional and functional properties of fortified yoghurt. *PLoS One*, 14 (10): 1-23.

## F

45. Flávia M. 2014. Antibacterial Effect of aqueous extracts and bioactive chemical compounds of *Coffea canephora* against microorganisms involved in dental caries and periodontal. *Disease Advances in Microbiology* 4: 978–985.

## G

46. Galleano M., Calabro V., Prince P.D., Litterio M.C., Piotrkowski B., Vazquez-Prieto M.A., Miatello R.M., Oteiza and Fraga P.I. 2012. Flavonoids and metabolic syndrome. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1259: 87–94.
47. Gert F., et Stephan, M. 2001. Metabolite engineering and applications of flavonoids. *Current Opinion in Biotechnology* 12: 155-160.

48. Ghedira K. 2005. Les flavonoïdes : structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois en thérapeutique. Springer Link (3):162–169 pp.
49. Girard P. 1962. Le palmier dattier. MARA, Direction Départementale de l'agriculture des oasis. CFPA. sidi –Mahdi Touggourt (oasis), p.136.
50. Gonzalez-Paramas A.M., Santos-Buelga C., Duenas M. and Gonzalez-Manzano S. 2011. Analysis of flavonoids in foods and biological samples. Mini Reviews in Medicinal Chemistry, 11: 1239–55.
51. Goscov H. 1964. Notice explicative de la carte hydrogéologique de Biskra, 40 p.

## H

52. Hamouda A. et Harrak H. 2005. Etude de quelques critères de qualité des principales variétés de dattes marocaines. Symposium International sur le Développement Durable des Systèmes Oasiens 554-557.

## J

53. 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.

## K

54. Kansole M.M.R. 2009. Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de quelques lamiaceae du Burkina Faso: cas de *Leucosmartinicansis* (Jacquin) R. Brown, *Hoslundia opposstavahl* et *Orthosiphon pallidus royle* ex benth. Mémoire pour obtenir un diplôme d'Etudes Approfondies (D.E.A) en Sciences Biologiques Appliquées, Burkina Faso.
55. Khachai S. 2001. Contribution à l'étude du comportement hydro physiques des soles des périmètres d'I.T.D.A.S, plaine de l'Outaya. Thèse Magister, Ins., Agro, Université de Batna, 223 p.
56. Khoudali S., Benmessaoud D., Essaqui A., Zertoubi M., Azzi M., Benaissa M. 2014. Étude de l'activité antioxydante et de l'action anti corrosion de l'extrait. J. Mater. Environ. Sci., 887-898.

## L

57. 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. thèse de doctorat, Université Mohamed Khider Biskra. Faculté des Sciences et technologie. Département : Chimie industrielle, Algérie. pp.77-86.
58. Laudeho Y., et Benassy C. 1969. Contribution à l'étude de l'écologie de *Parlatoria blanchardi* Targ. En Adrarmauritanien. Fruits 22 (5): 273-287.

## M

59. Maier V.P., Metzler D.M., Huber A.F. 1964. 3-0-caffeoyl shikimic acid. Dactyliferic acid , and its isomers , a new class of enzyme substrates. Biochem. and biophys. Res. Communication, p. 14 et pp.124-128
60. Marchal J. 1984. Le palmier dattier, l'analyse végétale dans le contrôle de l'alimentation des plantes tempérées et tropicales. Edt. Lavoisier, Paris, 472p.
61. Markham K. 1982. Techniques of flavonoid identification (Chapitre 1 et 2): Academic Press, London, pp. 1-113.
62. Mehaoua M. S. 2006. Etude du niveau d'infestation par la cochenille *Parlatoria blanchardi* Targ., 1868 (*Homoptera* , *Diaspididae*) sur trois variétés de palmier dattier dans une palmeraie à Biskra. Mémoire de magister en sciences agronomiques, I.N.A., El-Harrach, p. 88 et p.109.
63. Moore H.E. 1973. The major groups of palms and their distribution. Gentes Herbarium 11:27-141.
64. Moore H. E. J. and Uhl N. W. 1982. Major trends of evolution in palms. Bot., 48: 1-
65. Moussi A. 2011. Analyse systématique et étude bio-écologique de la faune des acridiens (Orthoptera, Acridomorpha) de la région de Biskra. Thèse de doctorat, Université de Constantine, Algérie, 112 p.
66. Munier P. 1973. Le palmier dattier. Ed. G. P. Maisonneuve et Larose, Paris. 221 p.

## N

67. Nixon R. W. 1926. Experiments with selected pollen. Rep. Date Grower's Institute, 3: 11-14.

## O

68. Office National des Statistiques (ONM). 2014. L'Algérie en quelques chiffres, résultats 2013. Office national des statistiques, Alger, Algerie.
69. Ouafi S. 1987 . Etude chimiotaxonomique par les flavonoïdes des cultivars du palmier dattier de la station d'Adrar. Thèse de magister en sciences biologiques. USTHB, Alger, 125 p.
70. Ouamane R. 2019. Effet de la salinité des sols sur la production des dattes. Thèse de doctorat, Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, pp.4-19
71. Ozenda P. 1991. Flore et végétation du Sahara (3eme édition mise à jour et augmentée) Paris, Edition du CNRS, 662 p.

## P

72. Pereau-Leroy P. (1951).Le palmier dattier. Annales1 Institutdesfruitset Agrumes.
73. Peyron G. 2000. Cultiver le palmier dattier. Ed CIRAD. Paris .p.9, pp.12-15, p.18, pp. 33-35, p.74.

## R

74. Ramade F. 2003. Eléments d'écologie, écologie fondamentale. Ed .Dunod, Paris, 690 p.
75. Ribéreau G. 1968. Les composés phénoliques des végétaux. Edition Dunod Paris, 254 p.
76. Ribéreau Gayon P. 1982. Notions générales sur les composés phénoliques, méthodes générales d'études des composés phénoliques. In composés des végétaux. Edition: Dunod, Paris, pp. 173-201.

## S

77. Saafi-bensalah E. B., Elarem A., Hammami M., Helal N A., Achour L. 2011. Influence de la saison de récolte et du stockage sur les activités. *Tunisian Journal of Medicinal Plants and Natural* 6: 133-141.
78. Saffidine k. 2015. Etude analytique et biologique des flavonoïdes extraits de *Carthamus caeruleus L. et de Plantago major L.* Thèse de doctorat, Algérie, Université Ferhate Abbas Sétif, Département de microbiologie, 132 p.
79. Sawaya W.N., Safi W.M.1983.,Al Shata et El Mohammad H. Fruit growth and composition of khadari sillaj and sifri date cultivars grown in Saudi Arabia,”Actes du Colloque The First Symposium on the date palm, King Faisal University, Al Hassa Kingdom of Saudi Arabia, pp.202-210.
80. Sedra M. H. 2003. Le palmier dattier la base de la mise en valeur des oasis au maroc. Maroc. ed. division de l'information et de la communication, p.254.
81. Shahank K. et Abhay K. 2013. Chemistry and Biological Activities of Flavonoids: An Overview. *The Scientific World Journal* p.16.
82. Snyder J. C., et Desborough S. L. 1978. Rapid estimation of potato tuber total protein content with coomassie brilliant G-250. *Theoretical and Applied Genetics* 52:135-139.
83. SooCheon C., Jai-Heon L. and Sang U.P. 2013. Recent studies on flavonoids and their antioxidant activities. *Experimental and Clinical Sciences*, 12: 225–230.
84. Soro T.Y., Néné-bi A.S., Zahoui O.S., Yapi A. and Traoré F. 2015. Activité anti inflammatoire de l'extrait aqueux de *Ximenia americana* (Linné) (Olacaceae). *Journal of Animal and Plant Sciences*, 24(3): 3802– 3813.

## T

85. Taouda H. Mrani Alaoui, M., Errachidi F., Chabir R., and Aarab L. 2014. Etude comparative des caractéristiques morpho-métriques et Biochimiques des dattes. *International Journal of Innovation and Applied Studies* 8 (1) :1-10.
86. Trichine H. S. 2010. Etude ethnobotanique, activité antioxydante et analyse phytochimique de quelques cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*) du Sud -Est Algérien. Mémoire de magister en ecophysiologie végétale, Algérie, pp. 32-68.

## W

87. Wang D., Tang W., Yang G.M. and Cai B.C. 2010. Anti-inflammatory, Antioxidant and Cytotoxic Activities of Flavonoids from *Oxytropis falcata* Bunge. *Chinese Journal of Natural Medicines*, 6(8): 461–465.

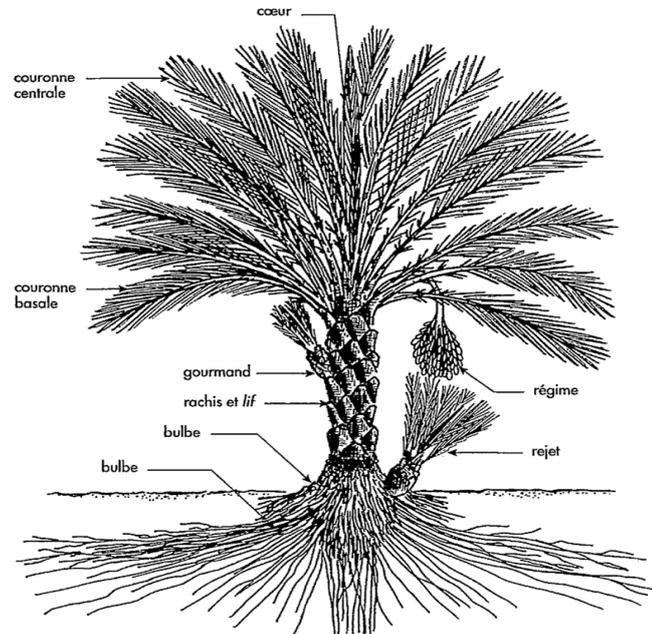
## Z

88. Ziouti A., El Modafar C., fleuriet A., El Boustani S., et Macheix J. J. (1996). Phenolic compounds in date palm cultivars sensitive and resistant to *Fusarium oxysporum*. *Biologia Plantarum* 38 (3): 451-457.
89. Zohary, D., M. Hopf, 1993. Date palm, *Phoenix dactylifera*. In: Domestication of plants in the Old World, 2nd ed. Clarendon, Oxford, pp: 157-162

### Sites web

1. Food and Agriculture Organization (FAO), 2016. [http/ www.fao.org/faostat](http://www.fao.org/faostat).
2. Google earth, 2020. <https://www.google.com/earth>.

# Annexes



## La couronne, ou frondaison

le feuillage de l'arbre

- les palmes
- couronne basale, formée des palmes les plus âgées
- couronne centrale, formée des palmes en pleine activité
- palmes du cœur, dont celles en pinceau
- les inflorescences et les régimes

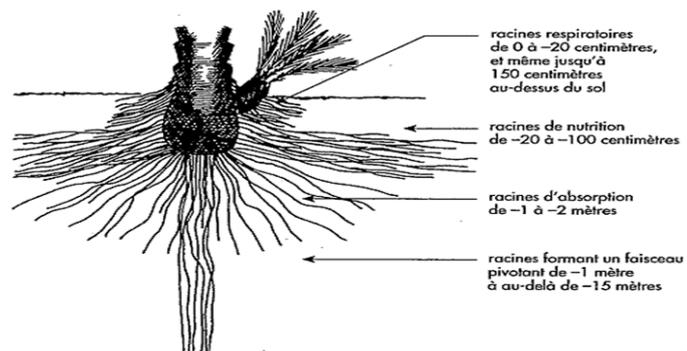
## Le tronc, ou stipe

- les rachis des palmes
- le fibrillum, ou *lif*
- les gourmands et les rejets

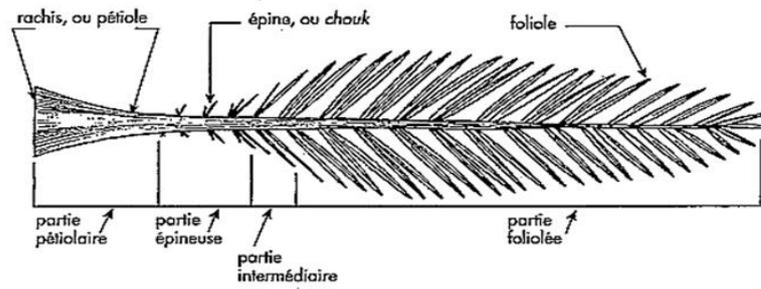
## Les racines, ou système racinaire

- le bulbe
- les racines

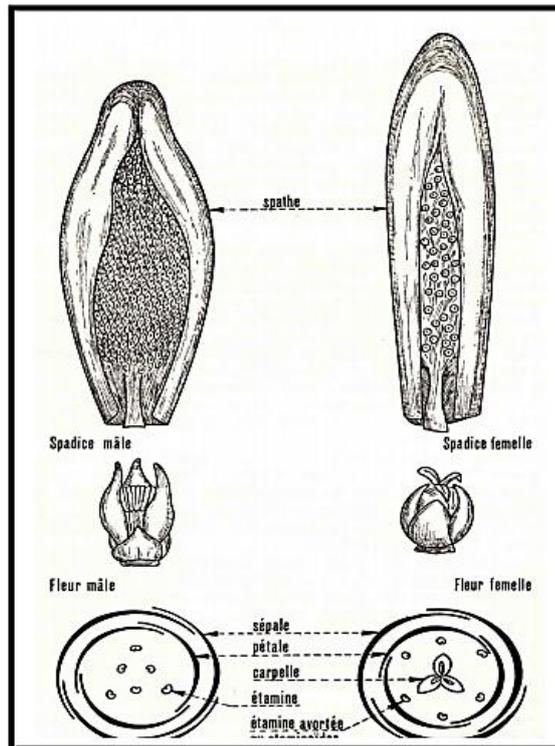
## Annexe 1. Le palmier dattier (Peyron, 2000).



## Annexe 2. Les quatre types des racines Peyron, 2000).

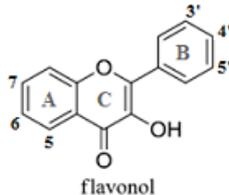


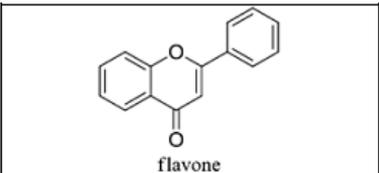
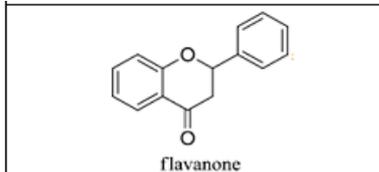
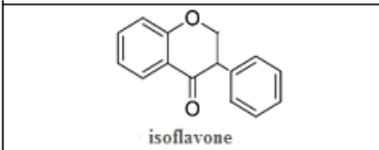
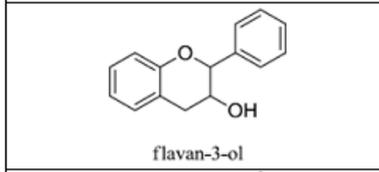
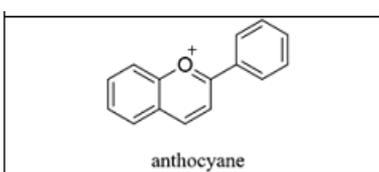
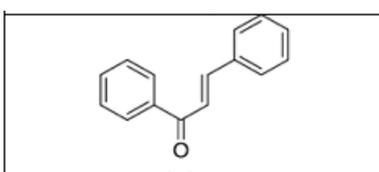
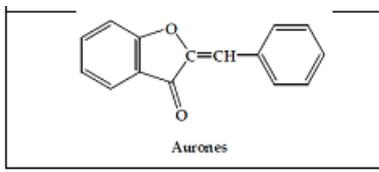
**Annexe 3.** Une palme (Peyron, 2000)

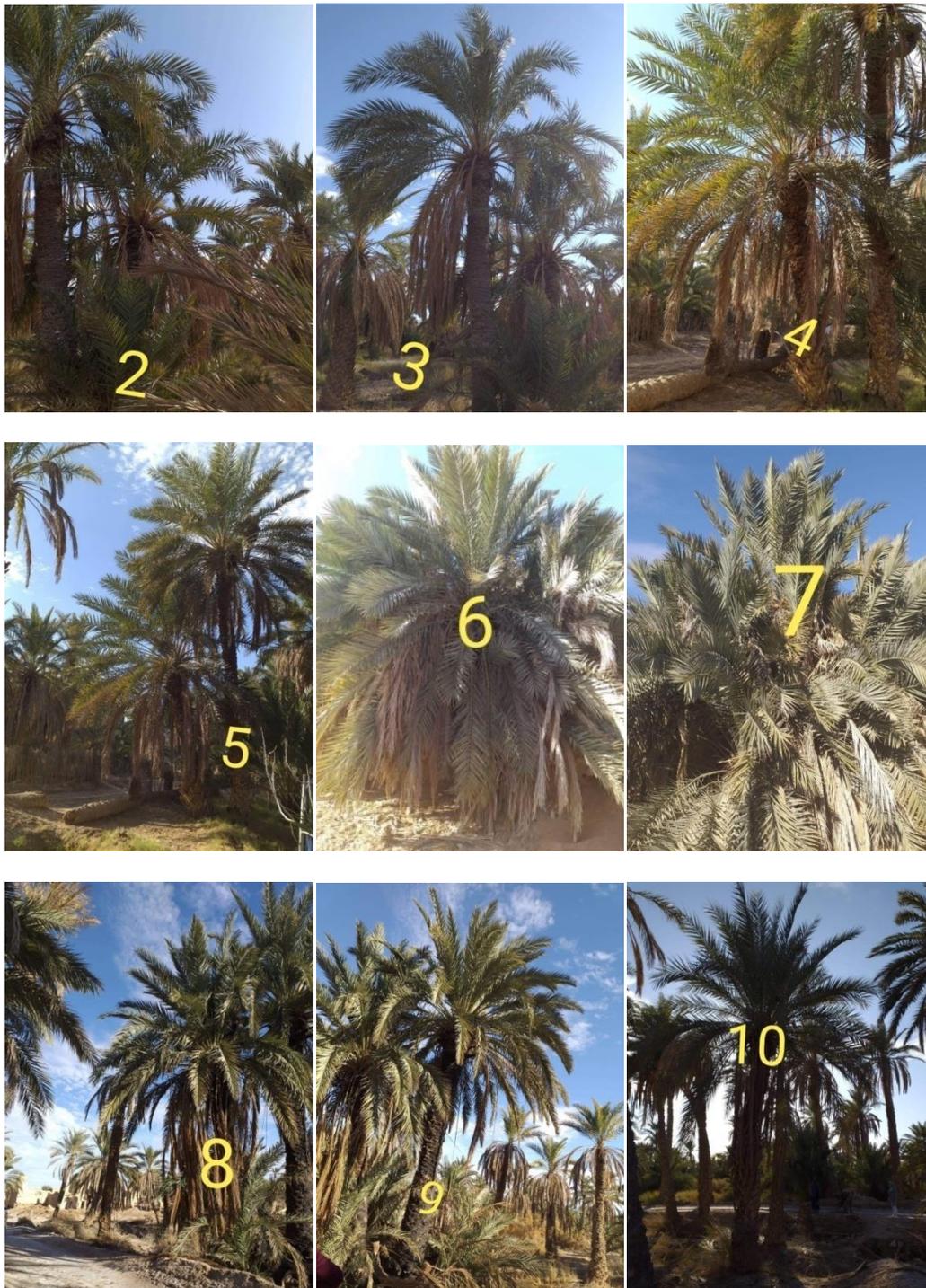


**Annexe 4.** Inflorescences et fleurs du palmier dattier (Munier 1973)

**Annexe 5.** Différentes classes de flavonoïdes d'après Bruneton (2009).

Structure des différentes classes de flavonoïdes	Exemples	Substitutions 5 6 7 3' 4' 5'
 <p style="text-align: center;">flavonol</p>	<p>Kaempférol</p> <p>Quercétine</p> <p>Myricétine</p>	<p>OH H OH H OH H</p> <p>OH H OH OH OH H</p> <p>OH H OH OH OH OH</p>

 <p>flavone</p>	<p>Apigénine Chryssine Lutéoline</p>	<p>OH H OH H OH H OH H OH H HH OH H OH OH OH H</p>
 <p>flavanone</p>	<p>Hespéridine Naringénine</p>	<p>OH H OH OH OMe H OH H OH H OH H</p>
 <p>isoflavone</p>	<p>Daidzéine Génistéine</p>	<p>OH H OH OH OH H OH H OH OH OH OH</p>
 <p>flavan-3-ol</p>	<p>Catéchine Gallocatéchine</p>	<p>H H OH H OH H OH H OH H OH H</p>
 <p>anthocyan</p>	<p>Pélargonidine Cyanidine Delphinidine</p>	<p>OH H OH H OH H OH H OH OH OH H OH H OH OH OH OH</p>
 <p>chalcone</p>		
 <p>Aurones</p>		



**Annexe 6.** Les palmiers dattiers mâles sélectionnés.

**Annexe 7.**Préparation de la courbe d'étalonnage pour le dosage des polyphénols.

Tubes	1	2	3	4	5	6
AG (µg)	0	50	100	150	200	250
Méthanol (µl)	250	200	150	100	50	0
Carbonate (µl)	800	800	800	800	800	800
Folin (ml)	1	1	1	1	1	1

**Annexe 8 .**Préparation de la courbe d'étalonnage pour le dosage des flavonoïdes.

Tubes	1	2	3	4	5	6
AG (µg)	0	50	100	150	200	250
Méthanol (µl)	250	200	150	100	50	0
Carbonate (µl)	800	800	800	800	800	800
Folin (ml)	1	1	1	1	1	1

**Annexe 9 .**Préparation de la courbe d'étalonnage pour le dosage des protéines.

Tubes	1	2	3	4	5	6	7
méthanol (µl)	40	30	20	10	5	1	0
Quercétine (µg)	0	1	5	10	20	30	40
AlCl <sub>3</sub> (ml)	1	1	1	1	1	1	1

**Annexe 10.** Préparation de la courbe d'étalonnage pour le dosage des sucres.

Tubes	1	2	3	4	5	6
Solution mère ( $\mu$ l)	100	80	60	40	20	0
Eau distillé ( $\mu$ l)	100	80	60	40	20	0
Phénol ( $\mu$ l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Acide sulfurique (ml)	3	3	3	3	3	3

**Annexe 11.** Analyse des différences entre les modalités du rendement et comparaison des moyennes

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
GH	15,3	A
MD	14,7	A
DN	14,3	A

**Annexe 12.** Analyse des différences entre les modalités de polyphénols et comparaison des moyennes à l'aide test de Tukey (Dagnelle, 2011).

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
MD	236,9333	A
DN	181,4000	A B
GH	162,7556	B

**Annexe 13.** Analyse des différences entre les modalités de flavonoïdes et comparaison des moyennes à l'aide test de Tukey (Dagnelle, 2011).

Modalité	Moyenne estimée	Groupes	
MD	37,5205	A	
DN	26,6550	A	B
GH	21,1345	B	

**Annexe 14.** Analyse des différences entre les modalités de protéines et comparaison des moyennes à l'aide test de Tukey (Dagnelle, 2011).

Modalité	Moyenne estimée	Groupes	
MD	39,0247	A	
DN	24,5432	A	B
GH	17,4691	B	

**Annexe 15.** Analyse des différences entre les modalités de sucres et comparaison des moyennes à l'aide test de Tukey (Dagnelle, 2011).

Modalité	Moyenne estimée	Groupes	
MD	78,1523	A	
DN	68,3184	A	B
GH	53,2315	B	

## الملخص

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 بسكرة (بلدية مليلي بالضبط)، بهدف تحديد تركيب هذا المحتوى من مواد الأيض الأولي (السكريات والبروتينات) والثانوي (المكونات البوليفينولية والفلافونويدات). أظهرت النتائج المتحصل عليها بأنه هناك فروق معنوية في كل 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)، بأن الضرب "مش ذقنة" يمثل المجموعة الجيدة والضرب الأفضل بالنسبة لجل الخصائص المدروسة.

**الكلمات المفتاحية:** النخيل المذكورة، انتخاب، الخصائص البيوكيميائية، الأيض الأولي، الأيض الثانوي، منطقة بسكرة.

## 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 la région de Biskra (la commune de Mlili) 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 "Mech Begla" représente la meilleure classe chez tous les caractères.

**Mots clés:** Palmiers mâles, La sélection, Caractérisation biochimiques, Métabolites primaires, Métabolites secondaires, La région de Biskra.

## 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" at the Biskra region (exactly, in Mlili). 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 Tukey's test, we conclude that the "Mech Begla" type represents the best type for all the characteristics studied.

**Key words:** Male palms, Selection, Biochemical characters, Primary metabolites, Secondary metabolites, The Biskra region.