



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



## **Université Amar Telidji- Laghouat**

**FACULTE : SCIENCES**

**DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES**

### **MEMOIRE DE MASTER**

**Présenté par :**

**HAMINI Mohamed El-amine**

**HADJAJ Wafa**

**DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE (SNV)**

**FILIERE : SCIENCES ALIMENTAIRES**

**OPTION : AGROALIMENTAIRE ET CONTROLE DE QUALITE**

#### **Thème**

**Comparaison de deux méthodes d'extraction des composés  
phénolique à partir de cultivars de dattes (*Phoenix dactylifera*)  
Deglet-Nour et Tadala**

#### **Jury de soutenance :**

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
M.OUBRAHAM Farid	MAA	Président
Mme. OUAISSA Nadjjet	MAA	Examinatrice
Mme. HAMINI Faiza	MAA	Encadrante

**Promotion : Juillet – 2022**



# *Dédicace*

*Dieu soit loué, qui nous a aidés à terminer ce travail et à l'accomplir, que Dieu bénisse votre serviteur, le Mustafa, et votre prophète Mujtaba, et donne beaucoup de paix.*

*À celle qui a illuminé le ciel de mon âme et illuminé le chemin de ma vie, et avec son cœur miséricordieux, elle m'a nourri, et avec sa gentillesse de tendresse m'a submergé, qui a fait de moi une personne forte et m'a encouragé et continue toujours à continuer sur le chemin, alors je méritais d'avoir le paradis sous ses pieds, je lui dois la vie, ma chère mère.*

*A celui qui m'a enseigné la vérité de la vie et le sens de la sincérité et de la loyauté, à celui qui a fait de ma misère mon bonheur et m'a donné gratuitement, la chose la plus chère et la plus précieuse que je possède dans cette existence, à qui je dois ma vie, mon cher père, que Dieu le protège.*

*A tous mes chers frères et chère famille Et à tous ceux que ma plume a oubliés et que mon cœur a préservés, à ceux qui me connaissent de près ou de loin.*

*"Louange à Dieu, Seigneur des Mondes, béni soit mon Créateur et Créateur de toutes choses."*

# *Remerciements*

*On remercie tout d'abord Dieu tout puissant de m'avoir donné la force et la connaissance pour accomplir cette action*

*Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de Madame HAMINI faïza, Maître de conférence a l'université Amar Telidji de Laghouat*

*Nous remercions pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.*

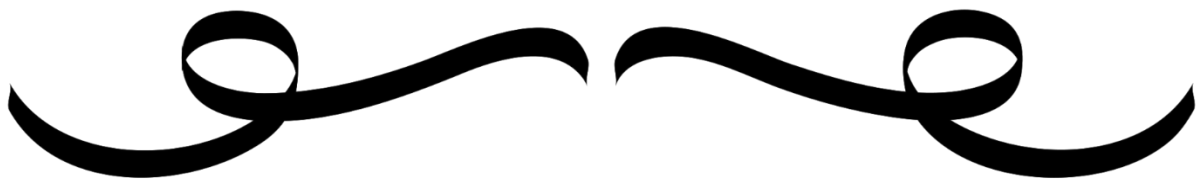
*Nous infiniment reconnaissante a M. Moulaï pour les informations et les échantillons de dattes qu'il nous a procuré sans lesquels ce travail n'aurait pas été possible.*

*Nous remercions également Mr. OUBRAHAM Farid, pour avoir accepté de présider le jury de ce mémoire.*

*Nos remerciements s'adressent Mme. OUAÏSSA Nadjet, pour avoir acceptée d'examiner ce travail.*

*Nos remerciements s'adressent également à tous les enseignants et les ingénieurs de laboratoire de département d'agronomie pour leurs générosités et la grande patience*

*A tous ceux et à toutes celles dont les acronymes n'apparaissent pas sur cette page, ils sont nombreux, qu'ils demeurent convaincus, que nous ne les ai point oublié et qu'ils soient assurés de nos profonde gratitude. Merci.*



# *Résumé*



## Résumé

La datte (*Phoenix dactylifera*) possède maintes vertus thérapeutiques qui nécessitent des analyses plus approfondies. Dans cette étude nous avons dosé les composés phénoliques et les flavonoïdes de deux cultivars : nous avons choisi le cultivar populaire Deglet-Nour et dans un souci de valorisation, un cultivar endémique Tadala. Nous avons utilisé deux méthodes d'extraction la décoction et la macération, par la suite le dosage colorimétrique des phénols totaux a été fait par la méthode de Folin-ciocalteu et les flavonoïdes ont été dosés par le trichlorure d'aluminium. Nous avons relevé des taux relativement importants de composés phénoliques pour les deux cultivars avec  $40.69 \pm 0.03$  mg EAG/100gMS pour Tadala et  $16.14 \pm 0.03$  mg EAG/100gMS pour Deglet-Nour. Les teneurs en flavonoïdes étaient semblables, nous avons trouvé  $3.00 \pm 0.03$  mg EQ/100g MS pour le cultivar Tadala et  $3.01 \pm 0.01$  mg EQ/100g MS pour Deglet-Nour. Nous concluons que la richesse de la datte en composés phénoliques et les caractéristiques de ceux-ci (antioxydant, anti-inflammatoire, ..., etc.) pourraient être à la base de ses vertus thérapeutiques. L'extraction par décoction a donné de meilleurs résultats pour les deux cultivars. Le cultivar local Tadala constitue une bonne source d'antioxydants naturels et pourraient être considérés comme un aliment fonctionnel ou ingrédient d'aliment fonctionnel.

**Mot clés :** *Phoenix dactylifera* ; Datte ; Macération ; Décoction ; Composés phénoliques ; flavonoïdes.

## Summary

The date (*Phoenix dactylifera*) has many therapeutic properties that require further analysis. In this study we measured the phenolic compounds and the flavonoids of two cultivars: we chose the popular cultivar Deglet-Nour and for the sake of valorization, an endemic cultivar Tadala. We compared two methods of extraction decoction and maceration, thereafter the colorimetric assay of total phenols was done by the Folin-Ciocalteu method and the flavonoids were assayed by aluminum trichloride. We found relatively high levels of phenolic compounds for the two cultivars with  $40.69 \pm 0.03$  mg EAG/100gMS for Tadala and  $16.14 \pm 0.03$  mg EAG/100gMS for Deglet-Nour. The flavonoid contents were similar, we found  $3.00 \pm 0.03$  mg EQ/100g DM for the Tadala cultivar and  $3.01 \pm 0.01$  mg EQ/100g DM for Deglet-Nour. We conclude that the richness of the date in phenolic compounds and the characteristics of these (antioxidant, anti-inflammatory...) could be the basis of its therapeutic virtues. Decoction extraction gave better results for both cultivars. The local cultivar Tadala is a good source of natural antioxidants and could be considered a functional food or functional food ingredient.

Keywords: *Phoenix dactylifera*; Date; Maceration; Decoction; Phenolic compounds; flavonoids.

## ملخص

يحتوي التمر (*Phoenix dactylifera*) على العديد من الخصائص العلاجية التي تتطلب مزيداً من التحليل. في هذه الدراسة قمنا بقياس المركبات الفينولية والفلافونويد لصنفين: اخترنا الصنف الشعبي دقلت نور ومن أجل التثمين، صنف محلي تادالة. لقد اخترنا مقارنة طريقتين للاستخلاص الغلي والتنقيع، وبعد ذلك تم إجراء الفحص اللوني للفينول الكلي بواسطة طريقة «فولين سيوكالتو» وتم اختبار مركبات الفلافونويد بواسطة ثلاثي كلوريد الألومنيوم. وجدنا مستويات عالية نسبياً من المركبات الفينولية للصنفين مع  $0.03 \pm 40.69$  ملغ مما يعادل حمض الجاليك في 100 غ من المادة الجافة لتادالة و  $0.03 \pm 16.14$  لدقلت نور. كانت محتويات الفلافونويد متشابهة، وجدنا  $0.03 \pm 3.00$  ملغ مما يعادل الكيرستين في 100 غ من المادة الجافة لصنف تادالة و  $0.01 \pm 3.01$  لصنف دقلت نور. نستنتج أن ثراء التمر بالمركبات الفينولية وخصائصها (مضادات الأكسدة، المضادة للالتهابات) يمكن أن تكون أساس مزاياها العلاجية. أعطى الاستخلاص بالغلي نتائج أفضل لكلا الصنفين. يعتبر الصنف المحلي تادالة مصدرًا جيدًا لمضادات الأكسدة الطبيعية ويمكن اعتباره غذاءً وظيفياً أو مكوناً لغذاء وظيفي.

**الكلمات المفتاحية:** *Phoenix dactylifera*؛ التمر؛ الغلي؛ التنقيع؛ مركبات فينولية؛ مركبات الفلافونويد.

**LISTE DES TABLEAUX****i**

---

<b>Tableau</b>	<b>Page</b>
Tableau 1. Patrimoine phoénicicole de l'Algérie et ses pays voisins	11
Tableau 2. Inventaire variétal (cultivar) dans trois régions phoénicoles d'Algérie	11
Tableau 3. La production phoénicicole total et par Kg/pied par campagne agricole	14
Tableau 4. Récolte de l'année 2022 Début de récolte : fin d'octobre/ Fin de récolte : fin Novembre	14
Tableau 5. Prix supposés des dattes en 2022	15
Tableau 6. Principales exigences écologiques et culturelles du palmier dattier	23
Tableau 7. Activités biologiques des composés phénoliques	28
Tableau 8. Teneurs en composés phénoliques des deux cultivars de dattes avec deux méthodes d'extraction	45
Tableau 9. Teneurs en flavonoïdes des extraits (en mg d'équivalent de Quercétine /100g de matière sèche)	50

## LISTE DES FIGURES

ii

<b>Figure</b>	<b>Page</b>
Figure 1. Répartition géographique des zones de culture du palmier dattier	06
Figure 2. Production mondiale des dattes	07
Figure 3. Principaux pays producteurs des dattes	08
Figure 4. Part de la production de dattes par région	09
Figure 5. Répartition géographique de palmier dattier en Algérie	10
Figure 6. Répartition de la sole agricole au niveau de la wilaya de Laghouat	13
Figure 7. Situation géographique de la commune de Laghouat	15
Figure 8. Figure schématique des différentes parties d'un palmier dattier adulte	19
Figure 9. Schéma d'une palme	20
Figure 10. Morphologie et anatomie du fruit et de la graine du palmier dattier d'après	20
Figure 11. Schéma de l'étude expérimentale	32
Figure 12. Montage à reflux	37
Figure 13. Protocole de préparation des extraits des dattes	38
Figure 14. Histogramme représentant les taux d'humidité et de matière sèche des variétés Tadala et Deglet-Nour	42
Figure 15. Histogramme représentant les rendements d'extraction des deux variétés Tadala et Deglet-Nour avec les deux méthodes. (T) Tadala. (DN) Deglet-Nour. (D) Décoction. (M) Macération.	43
Figure 16. Courbe d'étalonnage de l'acide gallique	44
Figure 17. Histogramme représentant les teneurs en composés phénoliques des deux cultivars de dattes avec deux méthodes d'extraction. (T) Tadala. (DN) Deglet-Nour. (D) Décoction. (M) Macération. (PT) phénols totaux. (mg) Milligrammes. (EAG) équivalent acide gallique. (MS) matière sèche	45
Figure 18. Courbe d'étalonnage de la Quercétine	48
Figure 19. Histogramme représentant les teneurs en flavonoïdes des dattes aux deux cultivars. (mg) Milligrammes. (EQ) équivalent Quercétine. (MS) matière sèche	49
Figure 20. Graphique représentant les différentes fractions du fruit du cultivar Tadala	51
Figure 21. Graphique représentant les différentes fractions du fruit du cultivar Deglet-Nour.	52
Figure 22. Représentation des pourcentages des composés phénoliques et flavonoïdes du cultivar Tadala	52
Figure 23. Représentation des pourcentages des composés phénoliques et flavonoïdes du cultivar Deglet-Nour	53

## LISTE DES ABREVIATIONS

iii

---

<b>%</b>	Pourcentage
<b>°C</b>	Dégré Celsius
<b>EAG</b>	Equivalent d'acide gallique par gramme de matière fraîche
<b>EQ</b>	Equivalent en quercétine.
<b>FAO</b>	Food and Agriculture Organisation
<b>Fig.</b>	Figure
<b>g</b>	Gramme
<b>Ha</b>	Hectare
<b>Km2</b>	kilomètre carre
<b>INRA</b>	Institut national de recherche agronomique
<b>kg</b>	Kilogramme
<b>ml</b>	Millilitre
<b>Moy</b>	Moyenne
<b>MS</b>	Matière sèche
<b>PT</b>	Phénols totaux
<b>P.</b>	Phoenix
<b>RPG</b>	Ressources phylogénétiques
<b>SAT</b>	Superficie agricole totale

<b>SAU</b>	Superficie agricole utile
<b>Tab.</b>	Tableau
<b>T</b>	Tadala
<b>DN</b>	Deglet nour
<b>D</b>	Décoction
<b>M</b>	Macération
<b>MG</b>	Miligrammes
<b>MADR</b>	Ministere de lagriculture et du developpement rural
<b>HPLC</b>	Chromatographie liquide haute pression

# Table des matières

Liste des tableaux i

Liste des figures ii

Liste des abréviations iii

**Introduction générale..... 2**

**Partie 1. Synthèse bibliographique .....4**

**Chapitre I. Poëniculture en Algérie..... 5**

**I.1. Patrimoine phœnicicole dans le monde..... 6**

I.1.1. Répartition .....6

I.1.2. Production .....7

I.1.3. Situation des ressources phyto-génétiques .....9

**I.2. Patrimoine phœcicole en Algérie ..... 9**

I.2.1. Répartition .....9

I.2.2. Production ..... 10

I.2.3. Situation des ressources phyto-génétiques ..... 10

**I.3. Patrimoine phœnicicole a Laghouat ..... 12**

I.3.1. Généralités sur la région de Laghouat ..... 12

I.3.2. Production ..... 13

I.3.3. Répartition et structure variétale .....	15
I.3.4. Gestion et conservation du patrimoine locale .....	16
<b>Chapitre II. Aspects agronomiques du palmier dattier .....</b>	<b>17</b>
II. 1. Classification et différence entre variété, cultivar et khalt .....	18
II. 2. Botanique .....	19
II. 3. Phénologie .....	21
II. 4. Multiplication .....	21
II. 5. Milieu physique .....	22
II. 6. Valeur nutritive de la date .....	23
<b>Chapitre III. Composés phénoliques et effet antioxydant .....</b>	<b>24</b>
III.1. Classification des composés phénoliques .....	25
III.2. Flavonoïdes .....	25
III.3. Rôle des composés phénoliques dans la plante .....	26
III.4. Propriétés physico-chimiques des composés phénoliques .....	27
III.4.1. Effet antioxydant .....	27
III.4.2. Solubilité des composés phénoliques .....	27
III.5. Propriétés thérapeutiques .....	27
III.5.1. Intérêt nutritionnel et technologique .....	27
III.5.2. Intérêt Thérapeutique .....	28
<b>Partie 2. Etude expérimentale .....</b>	<b>30</b>
<b>Méthodologie de travail .....</b>	<b>31</b>

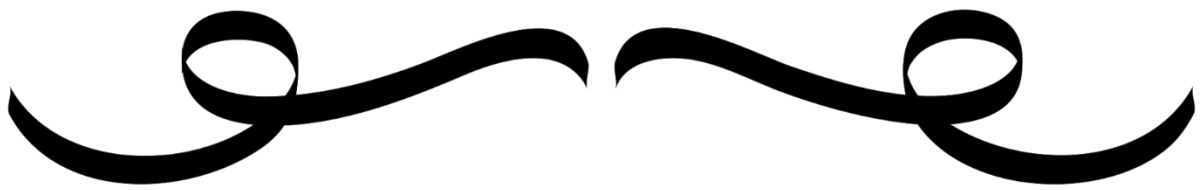
<b>I. Méthodologie de travail.....</b>	<b>32</b>
I.1. Lieux de réalisation du travail .....	32
I.2. Schéma de l'étude expérimentale .....	32
<b>II. Materiel et methodes.....</b>	<b>33</b>
<b>II.1. Matériel.....</b>	<b>34</b>
II.1.1. Matériel biologique.....	34
II.1.2. Liste des produits utilisés .....	34
II.1.3. Principaux outils et appareils utilisés .....	35
<b>II.2. Méthodes .....</b>	<b>35</b>
II.2.1. Echantillonnage .....	35
II.2.2. Taux d'humidité .....	35
II.2.3.Extraction solide/liquide.....	36
II.2.3.1. Macération .....	36
II.2.3.2. Décoction.....	36
II.2.4. Extraction liquide/liquide .....	37
II.2.5. Rendement de l'extraction .....	38
II.2.6. Dosage des phénols totaux .....	39
II.2.7. Dosage des flavonoides .....	39
II.2.8. Statistique .....	40
<b>III. Résultats et discussion .....</b>	<b>41</b>
III.1.Taux d'humidité .....	42
III.2 Taux d'extraction .....	43
III.3. Teneurs en phénols totaux.....	44
III.4. Teneurs en flavonoïdes .....	48

III.5. Représentation de toutes les fractions ..... 51

**Conclusion..... 54**

**Bibliographie..... 56**

**Annexe..... 66**



# *Introduction*



# Introduction

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*) constitue l'une des espèces fruitières dont la culture existe depuis siècles. Son histoire plonge ses racines dans la haute antiquité où sa culture et ses mythes étaient déjà connus par la plupart des anciennes civilisations. Le développement de la culture du palmier dattier est associé aux premières civilisations agricoles du croissant fertile. Il y a environ plus 3000 ans (**Munier, 1953**).

C'est un arbre d'un grand intérêt non seulement par sa productivité élevée et la qualité de ses fruits très recherchés, mais également grâce à ses facultés d'adaptation aux régions sahariennes, où il permet de créer, au milieu du désert des oasis à méso-climat favorable à la culture de plusieurs espèces arboricoles, céréalières (**Saaidi, 1990**). Il a donc un rôle socioéconomique majeur pour les populations de ces régions pour lesquelles il fournit la datte qui constitue une source de revenus très appréciables pour plus de 100 000 familles du Sud algérien (**Bouguedoura et al., 2010**).

Les dattes est un aliment de choix surtout dans les régions désertiques, et ce tout au long de l'année de par sa bonne conservation et son apport nutritionnel considérable. Ces merveilles des Oasis constituent une source importante d'énergie (avec plus de 50% de sucres par rapport à la matière sèche), de sels minéraux et de fibres alimentaires, dont l'importance indéniable fait des dattes une panacée (**Booij et al., 1992**).

Toutes les variétés de dattes ne sont pas appréciées pour la consommation en l'état, des fois il est nécessaire de les transformer pour les commercialiser. La transformation traditionnelle a toujours existé mais avec l'avancé des technologies, plus de possibilités s'ouvrent aux entreprises agroalimentaires. Cela permet de non seulement d'encourager l'agrobiodiversité de cette espèce mais aussi générer d'autres revenus non négligeables pour l'agriculteur.

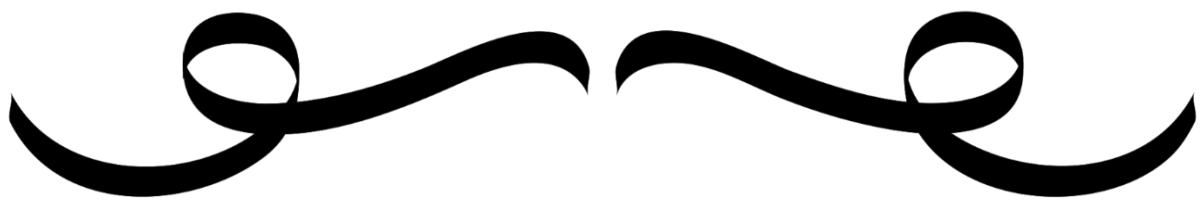
Les composés phénoliques ont connu un grand engouement ces dernières années. Ce sont des molécules aromatiques qui constituent le plus vaste groupe de métabolites secondaires retrouvé dans les plantes. Ils sont de plus en plus étudiés et un grand nombre de ces composés

sont reconnus pour leurs propriétés antioxydantes, antiinflammatoires, antifongiques, antivirales et anticancéreuses (**Macheix et al., 2005**).

L'objectif de notre travail est d'avoir un aperçu sur la teneur des dattes en composés phénoliques tout en comparant deux méthodes d'extraction. Nous avons fait le choix de comparer « Tadala » un cultivar local à haut potentiel, endémique à la région de Laghouat avec le cultivar le plus apprécié sur le marché « Deglet-Nour ».

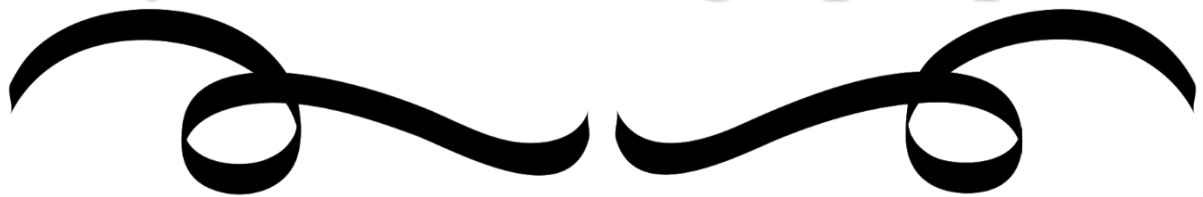
Ce rapport se présente en deux grandes parties :

- ☞ Une synthèse bibliographique qui traite de l'importance socio-économique du palmier dattier et de ses caractéristiques agronomiques. Cette partie donne aussi une idée sur les composés phénoliques et leurs effets bénéfiques sur la santé ainsi que leurs multiples utilisations dans différentes industries.
  
- ☞ Une étude expérimentale qui comprend plusieurs étapes :
  - Le détail du matériel et des méthodes utilisées pour :
    - Le séchage des dattes.
    - L'extraction : Par macération et par décoction.
    - Le dosage : Phénols totaux et flavonoïdes.
  - Le traitement des résultats et comparaison des deux méthodes d'extraction.
  - Enfin la conclusion.



*Partie 1.*

*Synthèse bibliographique*





*Chapitre I.*

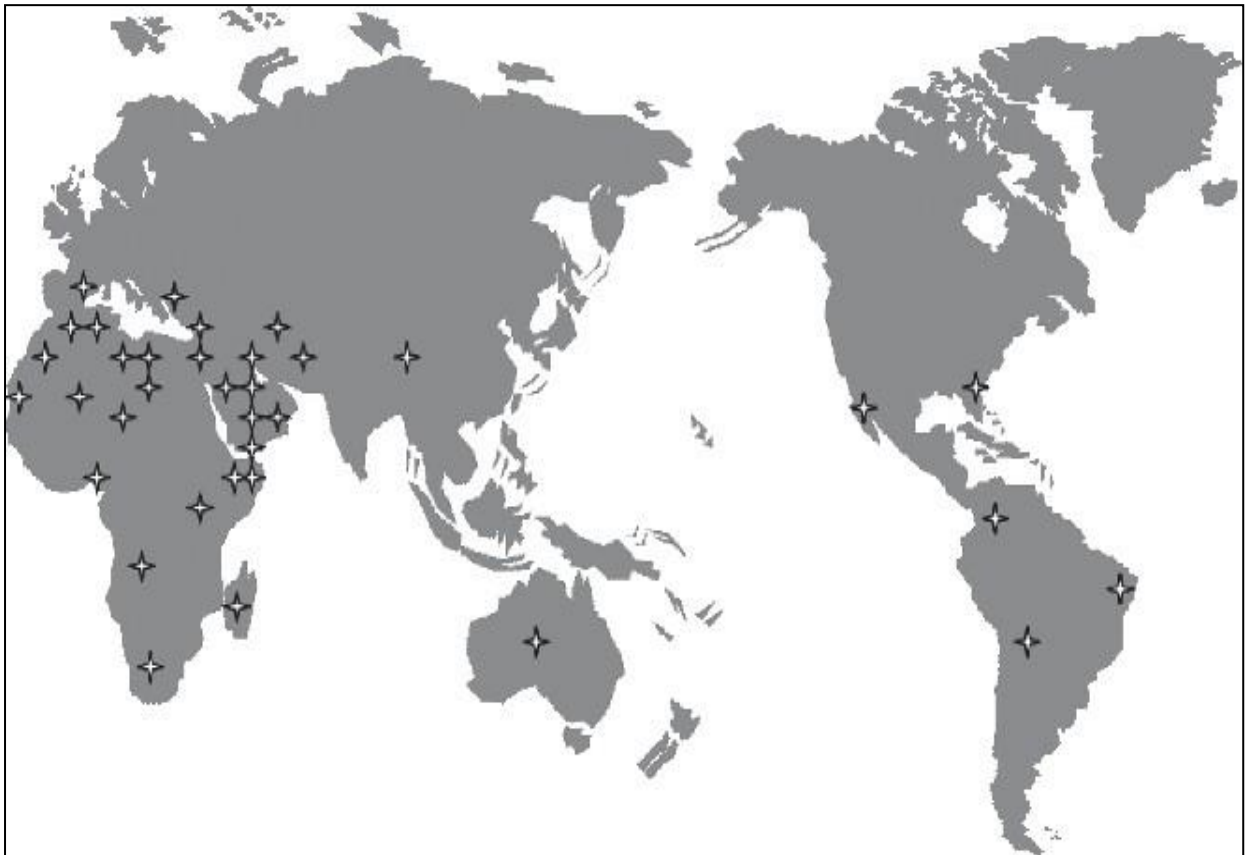
*Poéniciculture en Algérie*



## I.1. Patrimoine phoenicicole dans le monde

### I.1.1. Répartition

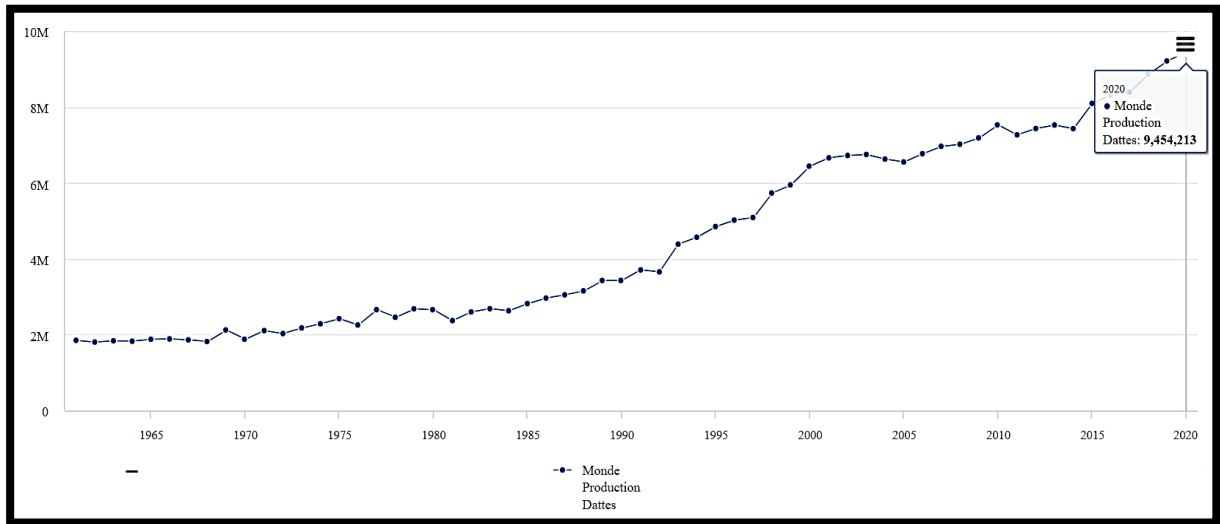
La culture du palmier dattier est concentrée dans les régions arides au Sud de la Méditerranée et dans la frange méridionale du proche Orient. Depuis le Sud de l'Iran à l'Est jusqu'à la côte atlantique de l'Afrique du Nord à l'Ouest, entre les altitudes 35° Nord et 15° Sud. L'Espagne reste le seul pays d'Europe à produire des dattes principalement dans la célèbre palmeraie d'Elche, située à l'Ouest d'Alicante à 39° Nord. Le palmier dattier est également cultivé à plus faible échelle au Mexique, en Argentine et en Australie. Aux Etats-Unis d'Amérique, le palmier dattier fut introduit au XVIIIème siècle mais sa culture n'a débuté réellement que vers les années 1900 avec l'importation des variétés algériennes, en particulier Deglet-Nour, et des variétés Irakiennes (**Hilgeman, 1972**).



**Figure 1. Répartition géographique des zones de culture du palmier dattier (Hadrami et Hadrami, 2009).**

### I.1.2. Production

En Afrique méditerranéenne, au Moyen-Orient, en Asie occidentale et aux États-Unis, le palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*) (Booij et al., 1992). D'après (FAOSTAT, 2020), la production mondiale de dattes (Fig. 2) est estimée à 9,454 213 tonnes.



**Figure 2. Production mondiale des dattes (FAOSTAT, 2020).**

Toujours selon (FAOSTAT, 2020), la production des dattes est dominée par cinq pays : Égypte, Arabie saoudite, Iran, L'Algérie et Iraq (Fig. 3).

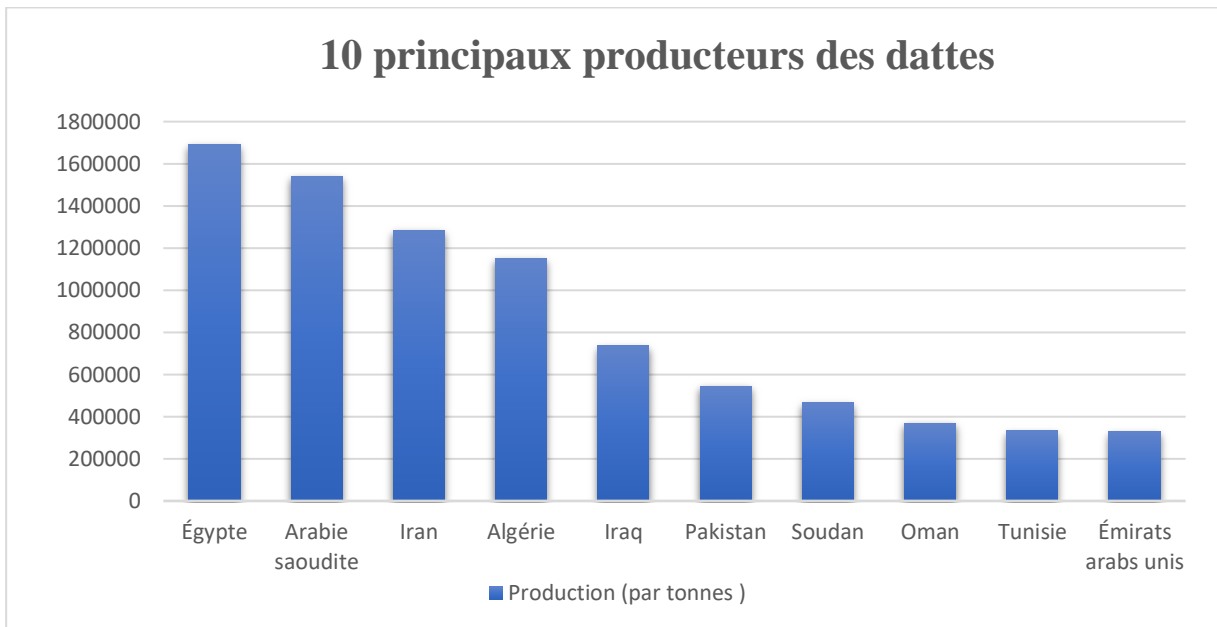


Figure 3. Principaux pays producteurs des dattes (FAOSTAT, 2020).

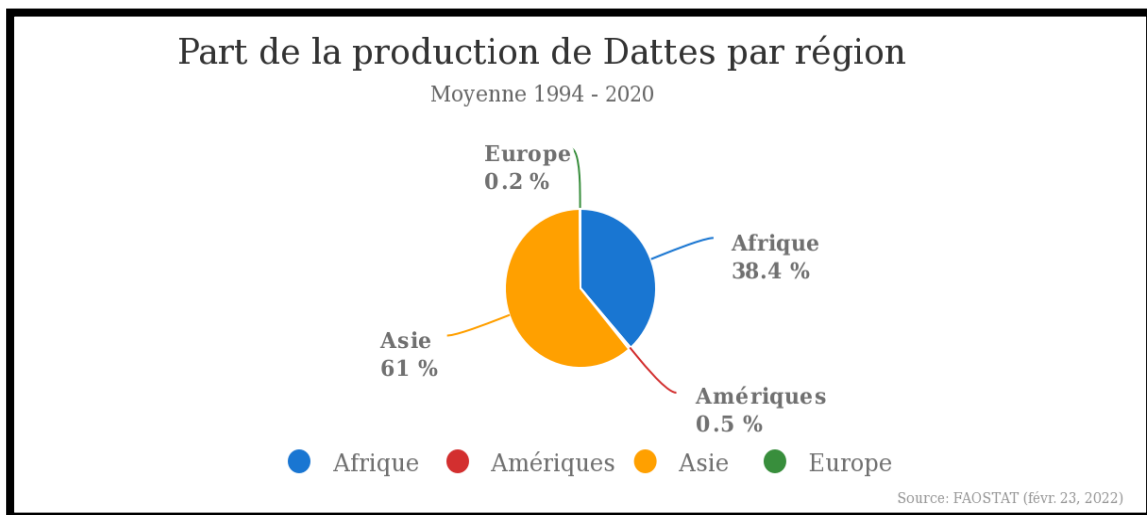


Figure 4. Part de la production de dattes par région (FAOSTAT, 2020).

### I.1.3. Situation des ressources phyto-génétiques

Avec l'évolution économique et sociale des pays, les palmeraies se sont réorganisées pour satisfaire une demande croissante en dattes de qualité supérieure à l'instar des cultivars Deglet-Nour et Medjool. Cette réorganisation a conduit la phoeniciculture d'un système de

culture traditionnelle riche et diversifiée vers un système industriel axé sur une oligoculture monovariétale. La situation constitue un risque potentiel d'érosion génétique du patrimoine. Cela est aggravé par les contraintes biotiques (maladies et ravageurs) et abiotiques (sécheresse et salinisation des sols) auxquelles sont soumises les palmeraies (Boisson, 2011).

## I.2. Patrimoine phoenicicole en Algérie

### II.2.1. Répartition

Selon Messar (1994), L'Algérie est répartie en trois zones principales (Fig. 5): le sud-est (El Oued, Ouargla et Biskra) représente 67% de la palmeraie algérienne, le Sud-Ouest (Adrar et Béchar) représente 21% et l'extrême sud (Ghardaïa, Tamanrasset, Illizi et Tindouf) occupant 10%. Les autres régions représentent 2% de la palmeraie.

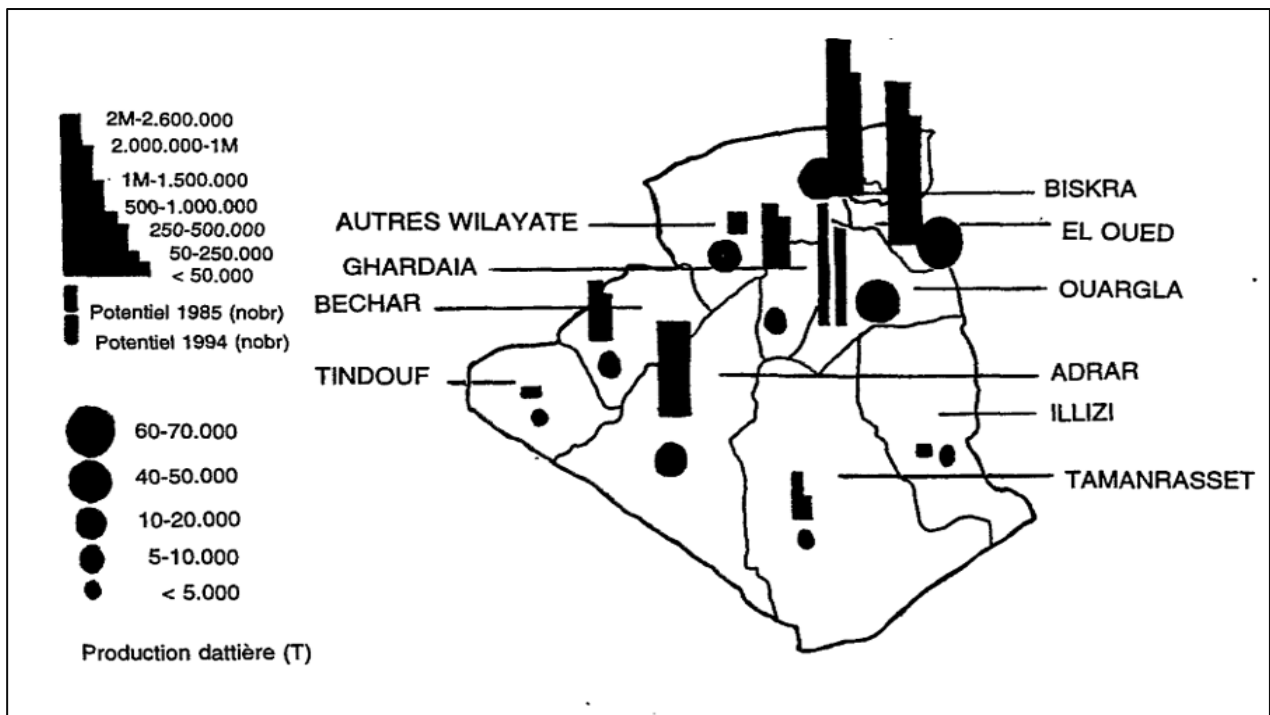


Figure 5. Répartition géographique de palmier dattier en Algérie (Messar, 1996).

### I.2.2. Production

L'Algérie est classée au 4e rang mondial du point de vue production avec 1151909 tonnes des dattes (FAOSTAT, 2020). L'Algérie est l'un des plus grands producteurs et exportateurs de dattes au monde, avec plus de 17 millions de palmiers et plus de 800 espèces, de plus, grâce à la variété Deglet Nour, elle se classe n°1 en termes de qualité (Cheriet et Benziouche., 2012). La production algérienne de tous les types de dattes n'a cessé de croître au fil du temps. En réalité, la production a augmenté d'environ 135 %, passant de 361 000 tonnes en 1996 à près de 848 000 tonnes en 2013, avec un taux de croissance annuel moyen de près de 135 %. Au cours des 17 dernières années, il a plus que double (Arrouche, 2017).

### I.2.3. Situation des ressources phyto-génétiques

L'Algérie dispose d'une grande diversité phoenicicole par rapport à ses pays voisins comme le montre le tableau 2.

Tableau 1. Patrimoine phoenicicole de l'Algérie et ses pays voisins

<i>Pays</i>	<i>Nombre de cultivas</i>
<b>Algérie</b>	<b>950</b>
<b>Maroc</b>	<b>115</b>
<b>Tunisie</b>	<b>305</b>
<b>Mauritanie</b>	<b>350</b>

Source : Bousdira, (2007)

L'inventaire variétal réalisé par (Hannachi et al., 1998) relève de l'existence de 940 cultivars dans l'ensemble de la palmeraie algérienne (Tab.1). Suite aux enquêtes menées par l'équipe du projet RAB98/G31 entre 2001 et 2005 au niveau du Mzab ce chiffre atteindrait les 1000 cultivars. A cette richesse, il faut ajouter un grand nombre de pieds francs ou « Khalts » qui poussent au hasard dans les oasis et qui représentent une source appréciable pour de nouvelles sélections de cultivars appréciables pour leur datte et pour leur résistance au bayoud.

Tableau 2. Inventaire variétal (cultivar) dans trois régions phoenicicoles d'Algérie

Région	Nombre de cultivars	Cultivars les plus courants
<b>Ouest</b>		
Atlas	70	Ghares, 'Asyan, Feggus,
Saoura	80	Feggus, Hartan, Cherka, Hmira, Deglet Talmine
Gourara	230	Hmira, Tinnaser, Taqerbuch
Touat	190	Tgazza, Aghamu, Taqerbuch
Tidikelt	60	Tgazza, Taqerbuch, Cheddakh, Aggaz
<b>Centre</b>		
El-Ménia	70	Timjuhart, Ghars, Timedwel
M'Zab	140	Azerza, Ghars, Deglet Nour, Taddela
<b>Est</b>		
Ouargla	70	Ghars, Deglet Nour, Degla Beida
Oued Righ	130	Deglet Nour, Ghars, Degla Beida
Souf	70	Deglet Nour, Ghars, Degla Beida, Mich Degla
Zibans	140	Deglet Nour, Ghars, Degla Beida, Mich Degla
Aures	220	Buzrur, 'Alig, Buhles, Mich Degla
Tassili	180	Tanghimen, Tabanist, Khadaji

Source : Boughedoura et al., (2010).

On se rend compte aussi de la dominance variétale des dattes communes puisque 80% des cultivars sont rares ou très rares. Actuellement, des moyens sont mis en œuvre dans le cadre du projet RAB 98/ G31 (Gestion participative des ressources génétiques du palmier dattier dans les oasis du Maghreb) pour sauvegarder la diversité génétique en luttant contre les forces du marché (Boughedoura et al., 2010). L'utilisation des avancées scientifiques et des biotechnologies végétales présente donc un intérêt majeur.

### I.3. Patrimoine phœnicicole a Laghouat

#### I.3.1. Généralités sur la région de Laghouat

La wilaya de LAGHOUAT est l'une des neuf wilayas pastorales du pays, ainsi que les wilayas du Sud, de par sa situation géographique et ses qualités climatiques. Il découle à la fois des découpages administratifs de 1974 et de 1984 (Monographie, 2017).

Elle a une superficie de 25 052 km<sup>2</sup> et une population de 650 644 personnes au 31 décembre 2016, ce qui lui donne une densité de 25,97 personnes au kilomètre carré (Monographie, 2017).

L'agriculture est l'une des activités les plus importantes de la wilaya, avec une superficie agricole totale (SAT) de 2 008 706 ha. La superficie agricole utile (SAU) était de 73 013 hectares, représentant 3,64 % de la SAT, tandis que 1,82 % est irriguée, couvrant 36 424 hectares (Monographie, 2017).

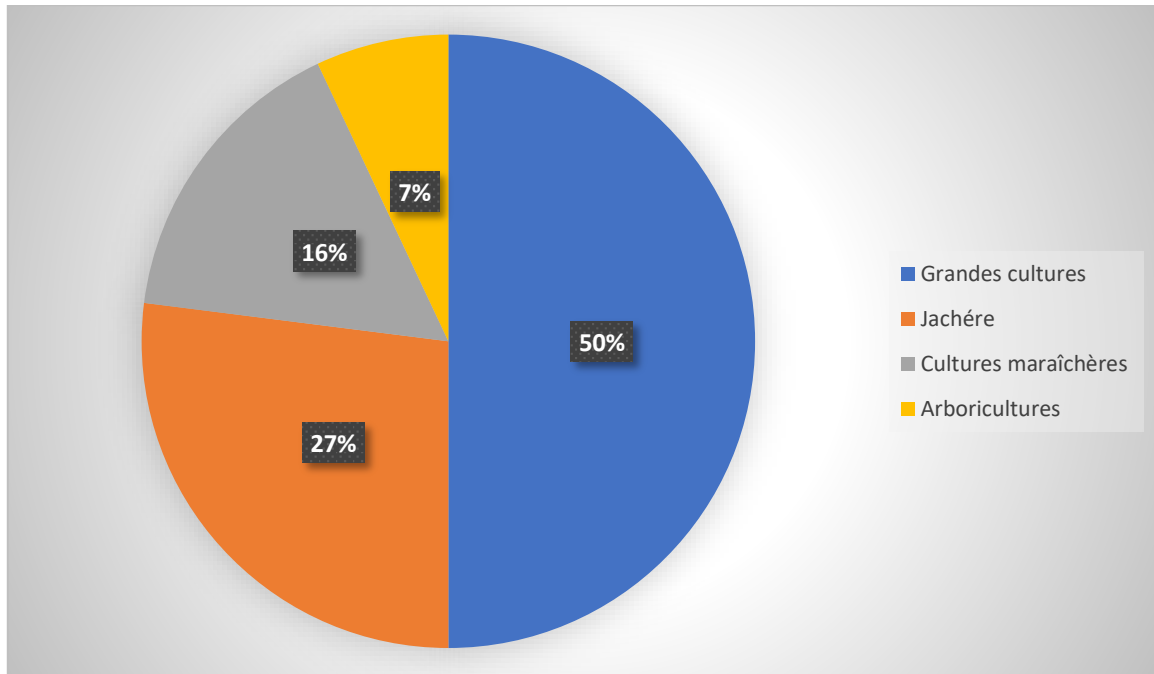


Figure 6. Répartition de la sole agricole au niveau de la wilaya de Laghouat (Bouchetata, 2018)

### I.3.2. Production

On remarque une forte augmentation de la production dans la wilaya de Laghouat (Tab. 3). La production a été multipliée au cours des années grâce aux différentes politiques agricoles qui ont visé à encourager l'augmentation des surfaces agricoles dédiées à la culture du palmier dattier. On remarque aussi que la productivité des pieds de palmier n'a pas connu d'amélioration significative, cela est sûrement dû au manque de soins culturaux. Les variétés les plus productives et les plus commercialisées sont les mêmes que le reste de l'Algérie c'est-à-dire : Deglet-Nour, Ghars et Degla-Beidha.

La campagne 2022 a été importante (Tab.4) avec une production totale de 14542 Qx. Les prix considérés par la MADR ne se semblent pas rendre compte de la réalité du marché (Tab.5).

Tableau 3. La production phoenicicole total et par Kg/pied par campagne agricole

*Partie I.*

**Chap.I. Situation du patrimoine phoenicicole**

Campagne	Production (Qx)				Production (Kg/pied)		
	Deglet Nour	Ghares et analogue	Degla Beidha et analogue	Total	Deglet Nour	Ghares et analogue	Degla Beidha et analogue
2006/2007	650	1850	2100	<b>4600</b>	45	30	33
2007/2008	595	1370	1835	<b>3800</b>	41	21	46
2008/2009	650	2548	2900	<b>6098</b>	45	41	46
2009/2010	650	2800	2900	<b>6350</b>	45	44	46
2010/2011	980	4298	4342	<b>9620</b>	70	68	70
2011/2012	1520	5840	5920	<b>13280</b>	107	94	94
2012/2013	1520	5840	5920	<b>13280</b>	107	94	94
2013/2014	1520	5840	5920	<b>13280</b>	107	94	94
2014/2015	1520	5840	5920	<b>13280</b>	107	94	94
2015/2016	4600	6230	5430	<b>16260</b>	49	43	42
2016/2017	4125	5680	4963	<b>14768</b>	45	44	43
2017/2018	4120	5690	4960	<b>14770</b>	44	44	43
2018/2019	1848	3823	4000	<b>9671</b>	42	41	40

Source: MADR, (2022)

**Tableau 4. Récolte de l'année 2022**  
Début de récolte : fin d'octobre/ Fin de récolte : fin Novembre

Quantité récoltée (q)				Quantité commercialisée			
Deglet Nour	Ghars et analogues	Degla beidha et analogues	Total	Deglet Nour	Ghars et analogues	Degla beidha et analogueq	Total
4343	5787	4412	14542	1300	1736	1323	4359

Source: MADR, (2022)

**Tableau 5. Prix supposés des dattes en 2022**

Prix de gros (DA/kg)			Prix de détail (DA/kg)		
Deglet Nour	Ghars et analogues	Degla beidha et analogues	Deglet Nour	Ghars et analogues	Degla beidha et analogues total
300	130	110	400	140	130

Source: MADR, (2022)

### I.3.3. Répartition et structure variétale

Bien que considérée comme une wilaya à vocation pastorale, elle possède beaucoup de potentialité pour être une importante région phoenicicole. Aujourd'hui les principales zones phoenicicoles sont Laghouat et El-houita et les zones secondaires sont : Sidimakhlouf, Tadjmout et Ain madhi (Lazhari, 2007).

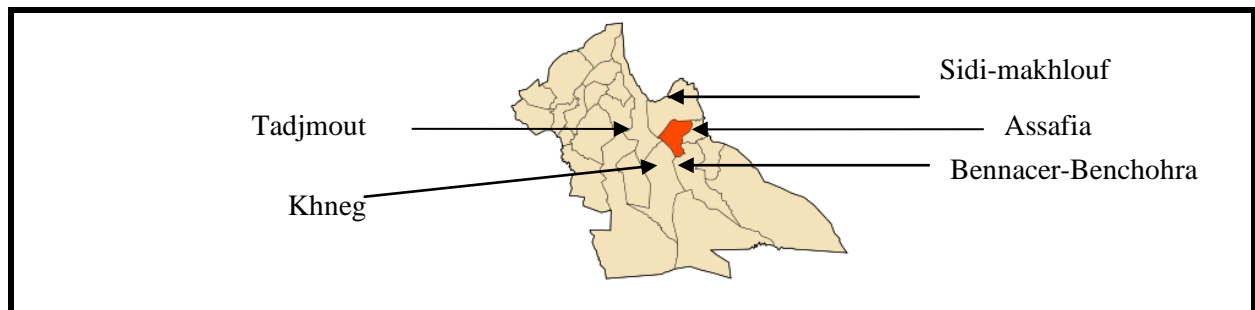


Figure 7. Situation géographique de la commune de Laghouat (Lazhari, 2007)

La structure variétale de la commune de Laghouat, aire qui fait l'objet de cette étude, on note que le cultivar le plus abondant dans l'oasis est **Taddala**, viennent ensuite **Deglet nour**, **Touajat**, **Tizzaout** et **Timjohret** (Lazhari, 2007).

### I.3.4. Gestion et conservation du patrimoine locale

D'après **M. Moulai** expert du palmier dattier dans cette région *in Lazhari, (2007)* : La palmeraie de Laghouat a connu une importante dégradation si bien que les variétés de dattes se trouvant dans la région (à faible valeur marchande) sont comme toutes les variétés communes en danger d'érosion génétique.

Les ressources génétiques locales demeurent la matière première la plus importante pour le sélectionneur ou l'améliorateur (caractères de rusticité plus favorables à des rendements stables et durables) (**INRA, 2008**). L'élaboration d'un programme de recherche visant la préservation et l'amélioration de cette espèce a constitué l'un des impératifs de plusieurs acteurs à savoir les agronomes, les chercheurs et les agriculteurs. Dans ce contexte, le patrimoine local de dattier a fait l'objet de plusieurs études basées sur des critères morphologiques et des paramètres analytiques. Il en ressort qu'une classification des cultivars a été établie permettant de caractériser et de dresser l'inventaire des écotypes étudiés.

L'une des meilleures stratégies de conservation est la valorisation. Elle pourrait créer une situation gagnant-gagnant et régler le problème de la divergence de vue, entre la vision économique à court terme des agriculteurs et la vision à long terme des écologistes c'est la valorisation des dattes dites communes. En d'autres termes la mise au point de technologies de conservation et de transformations : recherche de méthodes appropriées pour la conservation des cultivars locaux, trouvé de nouvelles débouchées et marchés alternatifs, de nouveaux procédés de transformation et de nouvelles utilisations à la datte.

Il va de soi que la valorisation des dattes communes dépend de la connaissance de la matière première, l'évaluation et, à partir de là, des possibilités de traitement ou de transformation.

La phrase qui pourrait résumer la situation des RPG du palmier dattier c'est :

**Ne pas les utiliser, c'est les perdre**  
(FAO, 2013)

Perdre la diversité, c'est un jour perdre l'espèce et ainsi l'écosystème qui l'abritait.



*Chapitre II.*

*Aspects agronomiques du  
palmier dattier*



Le palmier dattier a été dénommé *Phoenix dactylifera* par Linné en 1734. Le terme *Phoenix* proviendrait de *phoinix*, nom du dattier chez les Grecs de l'Antiquité qui le considéraient comme l'arbre des Phéniciens ; ce terme s'appliquait également à l'espèce *Phoenix theophrasti*, endémique des bords de la mer Égée et longtemps considérée comme une forme ensauvagée de *P. dactylifera*. Une autre hypothèse veut que les Grecs aient appelé *phœnix* l'oiseau renaissant de ses cendres et qu'il ait été attribué au dattier en raison de sa capacité à survivre après avoir été partiellement brûlé. Le terme *dactylifera* fait référence au doigt (*dactylus* en latin, dérivant *dedachel* en hébreu) en raison de la forme des fruits et *àfero*, « qui porte » en latin (Balthazard, 2013).

### II.1. Classification et différence entre variété, cultivar et khalt

Le genre *Phoenix* appartient à la famille des *Arecaceae* (anciennement *Palmaceae*), de l'ordre des *Arecales*. Dans une nouvelle classification basée à la fois sur l'analyse de données morphologiques et de séquences de l'ADN nucléaire, on a proposé une subdivision de la famille des *Arecaceae* en cinq sous-familles au lieu des six: *Coryphoideae*, *Calamoideae*, *Nypoideae*, *Ceroxyloideae* et *Arecoideae*. Le genre *Phoenix* est ainsi classé actuellement dans la sous famille des *Coryphoideae* Griffith (Daher, 2010). Les espèces du genre *Phoenix* sont proches morphologiquement, parfois difficiles à distinguer. Par exemple, il existe peu de caractères permettant de différencier *P. dactylifera* de *P. theophrasti* et de *P. atlantica*. Il n'existe pas ou peu de barrières reproductives entre les espèces, leur intégrité ayant été maintenue par isolation géographique et/ou écologique. Le genre *Phoenix* forme donc un complexe d'espèces qui peuvent s'hybrider entre elles (Balthazard, 2013).

Les cultivars sont des palmiers dattiers femelles multipliées végétativement et identifiés localement d'après l'aspect morphologique du fruit (Tichirine, 2009); populations cultivées génétiquement homogènes et identifiées par un même nom (Brac De La Perrière et Benkhelifa., 1991). D'une manière générale, et pour éviter toute confusion il est préférable de retenir la notion de cultivar pour dénommer l'arbre et de variété pour dénommer le fruit (Tichirine, 2009). Quand aux palmier issues de francs ils sont appelés : Khalt, Ighess, Noya, Aghemmu, A'dam, Dguel, Degla, ..., etc, selon la région. Ces palmiers sont très hétérogènes et, en moyenne, de faible qualité (Battesti, 2012).

## II.2. Botanique

Le stipe à des vaisseaux conducteurs dont les cloisons terminales présentent des perforations scalariformes (Fig. 8). A l'aisselle de chaque palme se trouve un bourgeon axillaire qui en se développant, peut donner naissance à une inflorescence dans la région coronaire, à un rejet dans la région basale (Djerba ou Djabbar ou hachane) ou rarement à un gourmand dans la région moyenne et sous coronaire (Rokeb) (Benabdallah, 1990).

Le système racinaire du dattier est fasciculé, les racines se ramifient peu et ont relativement peu de radicelles. Le « bulbe », ou plateau racinaire, est volumineux et émerge en partie au-dessus du niveau du sol (Benabdallah, 1990).

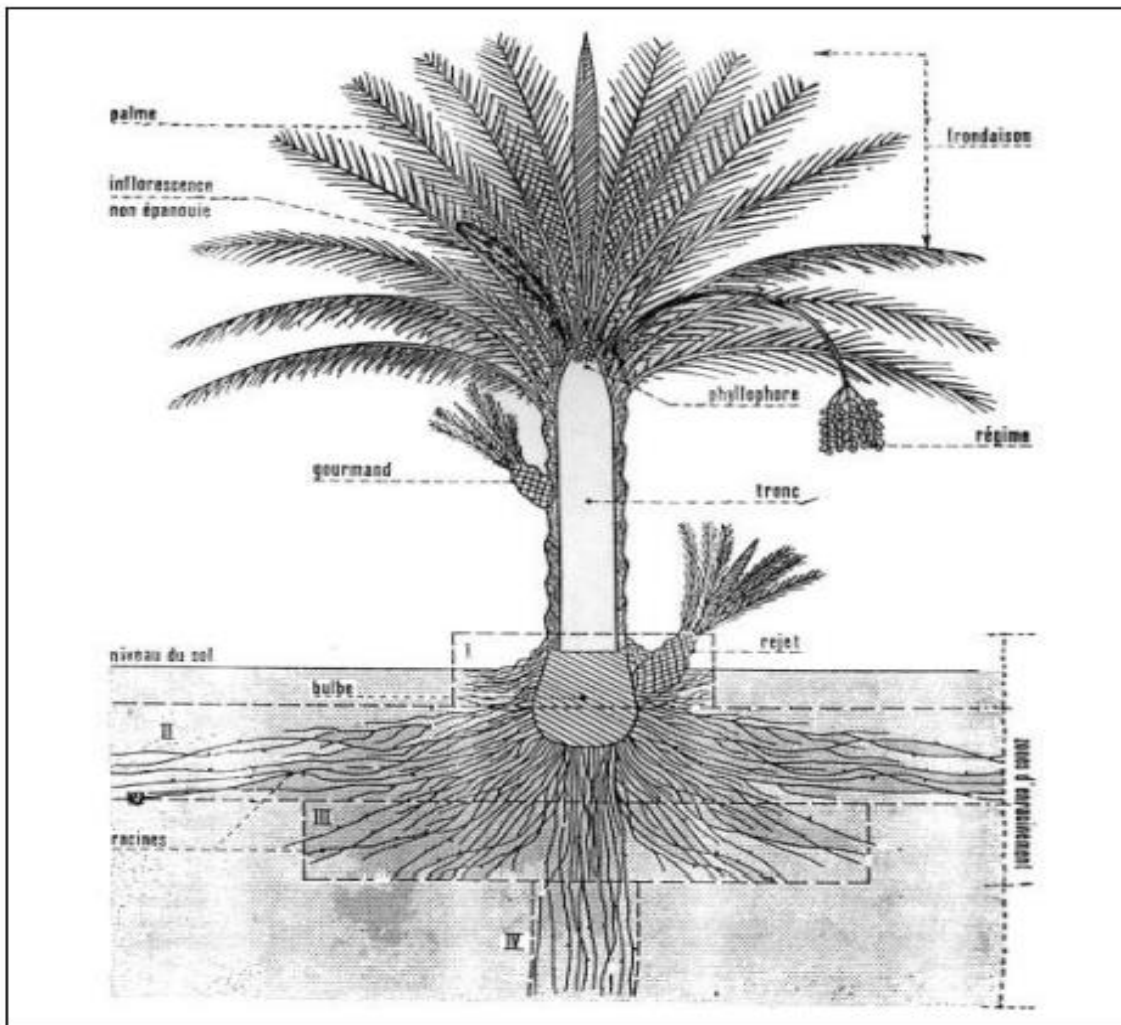


Figure 8. Figure schématique des différentes parties d'un palmier dattier adulte (Munier, 1973)

Les feuilles jeunes de plants issus de graines et âgés de moins de deux ans, présentent un pétiole et un limbe entier. Après ce stade, les feuilles adultes (Fig.9) montrent un pétiole ou rachis bien développé, un limbe penné découpé en folioles composées et une série d'épines solitaires et/ou groupées, différentes en taille, nombre et position (INRA, 2003).

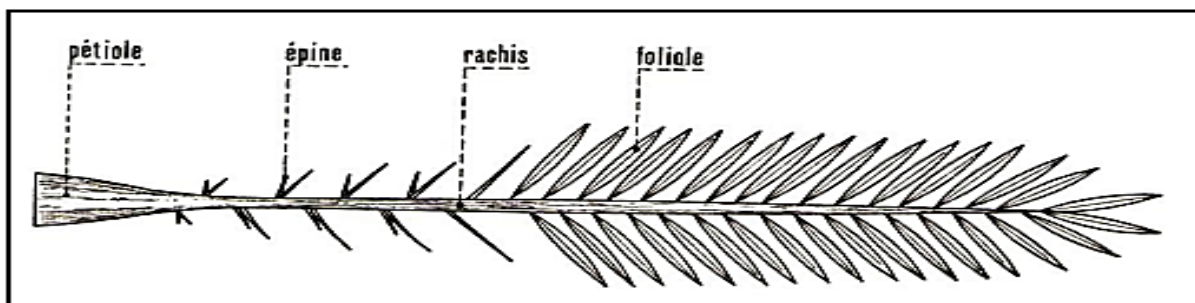


Figure 9. Schéma d'une palme (Munier, 1973)

La datte est le fruit du palmier dattier (Fig. 10), généralement de forme allongée, ou arrondie. Elle est composée d'un noyau ayant une consistance dure, entouré de chair. Selon **Espiard (2002)**, La partie comestible de la datte, dite chair ou pulpe, est constituée de :

- Un péricarpe ou enveloppe cellulosique fine dénommée peau ;
- Un mésocarpe généralement charnu, de consistance variable selon sa teneur en sucre et est de couleur soutenue ;
- Un endocarpe de teinte plus claire et de texture fibreuse, parfois réduit à une membrane parcheminée entourant le noyau.

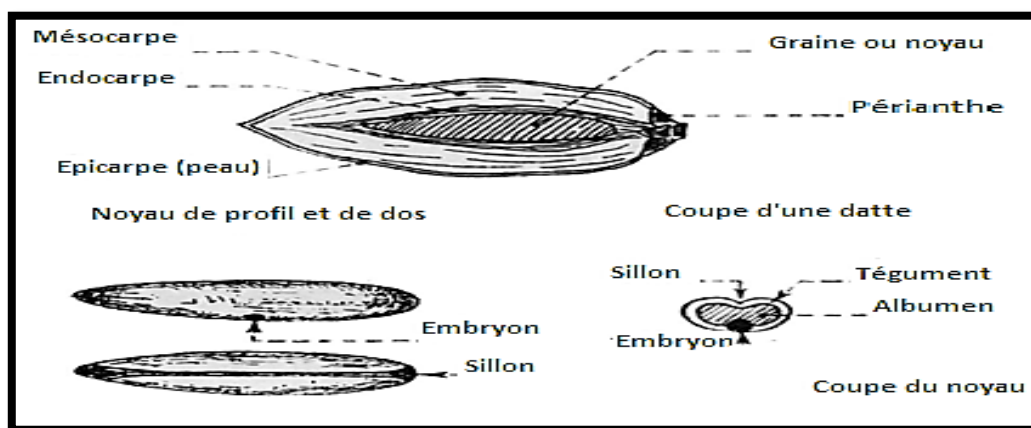


Figure 10. Morphologie et anatomie du fruit et de la graine du palmier dattier d'après *Munier, (1973) in INRA, (2003)*

### **II.3. Phénologie**

La phénologie du palmier dattier commence en premier lieu par la sortie des spathes, ce stade marque la période de floraison du palmier dattier. Il se caractérise par l'apparition et la croissance des spathes jusqu'à leur développement complet (**Amors, 1975**).

Deuxièmement, c'est l'ouverture des spathes qui se définit essentiellement par l'ouverture des spathes après que celles-ci aient subi leur développement normal. Ce signe distinctif annonce l'opération de pollinisation dont la réalisation est effectuée dès que les spathes deviennent réceptives. Il se passe généralement un délai bien déterminé entre l'ouverture des spathes et la fécondation (**Amors, 1975**).

### **II.4. Multiplication**

Le palmier va produire pendant plus d'un siècle, il est donc important et nécessaire de bien choisir le rejet, ou djebar, qui formera l'arbre. Les rejets constitueront la plantation et conditionneront sa rentabilité (**Gille, 2000**).

- **La multiplication par graines**

Elle n'est pratiquée qu'en zone de phoeniculture récente (sahel) et éloignée des centres phoenicoles traditionnels elle est également utilisée lorsque l'obtention de dattes ne constitue pas l'objectif premier de la culture du palmier dattier : c'est ainsi qu'en Egypte. Pays de longue tradition phoenicole. 50% des pieds sont issus de graines ; mais cette population de dattier est à la base. Par la production de palmes et stipes. D'une exploitation artisanale extrêmement importante.

Le recours à la multiplication par semis ne présente aucune difficulté. La germination spontanée et abondante de dattes en oasis en témoigne éloquemment. Dans les zones où le palmier dattier est un arbre de cueillette, c'est sur ce développement naturel ou presque que repose l'existence des palmeraies. Il entraîne le développement de plantation désordonnées et en surdensité marquée ou de plus, la proportion de pieds males est souvent élevée. Toutes les conséquences très négatives de cette situation en termes de développement et en particulier, d'exploitation de ressources en eau rares. Conduisent à recommander fermement l'abandon de cette technique. Par contre. Elle offre l'intérêt du maintien d'un certain brassage génétique qui peut être à l'origine de génotypes de qualité et/ou adaptés à des contextes écologiques particuliers.

○ **La multiplication par rejet**

C'est une multiplication végétative classique. Elle est à la base de la création de quelques milliers de variétés sur l'ensemble du monde phoenicicole. La découverte de cette technique remonterait à plus d'un millénaire (Asaph coor,1967). Elle repose sur le développement spontané de rejets chez le dattier (**John Libbey ,1993**).

○ **La multiplication in vitro**

La multiplication in vitro a fait l'objet de plus d'une centaine de publications scientifiques depuis une vingtaine d'années. Elles rendent compte de recherches effectuées dans dizaine de pays différents ; plusieurs autres pays projettent de créer des laboratoires de culture in vitro consacrés au palmier dattier.

Cet intérêt est certainement justifié : mais il apparait clairement que la difficulté des recherches portant sur la culture in vitro du palmier dattier est en générale mal appréciée. Beaucoup imaginent qu'il n'y a qu'à adapter les "recettes" mises au point pour d'autres espèces ou par les précurseurs dans ce domaine. La faible qualité d'une grande partie des publication refilée ce mécompte. Elles ne témoignent bien souvent ni d'une réelle progression des connaissances ni d'une meilleure maitrise de la technique (**John Libbey ,1993**).

## **II.5. Milieu écologique**

Le Palmier dattier exige des étés chauds et sans pluie ni humidité élevée pour 5 à 7 mois, depuis la pollinisation jusqu'à la récolte. Il tolère bien la sécheresse mais il est très exigeant en eau d'irrigation pour son développement et une production convenable. Les principales exigences écologiques et culturelles du palmier dattier, pour donner une production normale, sont indiquées dans le tableau :

Tableau 6. Principales exigences écologiques et culturales du palmier dattier.

Adaptation climatique	Climat chaud, sec et ensoleillé
Zéro ou limites de végétation	7°C et 45°C
Température maximale d'intensité végétale	32 - 38°C, Température tolérée : <0°C, 50°C
Sensibilité au gel	Extrémités de palmes : - 6°C Toutes les palmes : - 9°C
Durée de sécheresse tolérée	Plusieurs années mais croissance et production réduites
Besoins annuels en eau (moyenne)	15 000 à 20 000 m <sup>3</sup> /ha en fonction de la salinité et du type de sol
Pluies néfastes	Au moment de pollinisation et fin de la maturité des dattes
Concentration en sels tolérée: - arbre adulte: - jeune palmier:	- 9 à 10 g/l d'eau d'irrigation mais diminution de la qualité de production - 3 à 6 g/l d'eau d'irrigation
Adaptation pédologique	Tout type de sol, mais mieux en sol assez léger, profond, à pH neutre

Source : INRA. (2003)

## II.6. Valeur nutritive de la datte


La datte constitue un excellent aliment, de grande valeur nutritive et énergétique (Toutain, 1979 ; Gille, 2000) :

- Une forte teneur en sucre confère à ces fruits une grande valeur énergétique.
- Une teneur intéressante en sucres réducteurs facilement assimilables par l'organisme.
- Les protéines de la datte sont équilibrées qualitativement, mais en faible quantité.
- Un rapport important en éléments minéraux. Les dattes sont riches en minéraux plastiques: Ca, Mg, P, S, et en minéraux catalytiques; Fe, Mn. Elles sont reminéralisantes et renforcent notablement le système immunitaire (Albert, 1998).
- Le profil vitaminique de la datte se caractérise par des teneurs appréciables en vitamines du groupe B. Ce complexe vitaminique participe au métabolisme des glucides, des lipides et des protéines (Tortora et Anagnostakos, 1987).



*Chapitre III.*

*Composés phénoliques et  
effet antioxidant*



Les composés phénoliques, souvent appelés phénoliques, sont des composés organiques avec un cycle aromatique et au moins un groupe hydroxyle. Ce sont les métabolites secondaires les plus dispersés dans le monde végétal et on les retrouve partout (**Nollet et Gutierrez, 2018**).

En raison de leur importance pour la santé humaine, les composés phénoliques ont suscité beaucoup d'intérêt de la part des scientifiques et des consommateurs. Ce sont des produits chimiques bioactifs présents dans les aliments à base des plantes, notamment les fruits, les noix, les graines, les feuilles et les racines, ainsi que les boissons à base de plantes comme le thé et le vin et les produits dérivés des algues (**Ávila-Román et al., 2021**).

### **III.1. Classification des composés phénolique**

Il existe plus de 8 000 composés phénoliques distincts connus. En conséquence, une classification est nécessaire. La majorité des classifications phénoliques sont basées sur leur structure chimique (**Nollet et Gutierrez, 2018**).

On distingue les :

- Phénols simples (C<sub>6</sub>)
- Acides phénoliques (C<sub>6</sub>-C<sub>1</sub>)
- Acétophénonnes (C<sub>6</sub>-C<sub>2</sub>)
- Coumarines (C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>)
- Stilbènes (C<sub>6</sub>-C<sub>2</sub>-C<sub>6</sub>)
- Flavonoïdes (C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>)
- Lignanes (C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>)<sup>2</sup>
- Tanins (C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>)<sup>n</sup>

### **III.2. Flavonoïdes**

Les flavonoïdes sont les produits chimiques phénoliques les plus abondants sur la planète. Il existe plus de 5 000 sont des flavonoïdes (**Nollet et Gutierrez, 2018**). Selon (**Stoclet et Schini-Kerth, 2011**) Leur squelette est constitué de deux cycles aromatiques (A et B) porteurs des fonctions phénol différentes et reliés par une chaîne de trois atomes de carbone, ce dernier étant généralement impliqué dans un hétérocycle avec un atome d'oxygène. L'existence de phénols à fonctions multiples confère à ces composés des capacités antioxydantes ou oxydantes, selon la position des phénols et les milieux dans lesquels se produit la réaction.

Les flavonoïdes sont un type de produit naturel qui sont abondants dans les fruits, les légumes et certaines boissons. Ils ont une variété de propriétés biochimiques et antioxydantes bénéfiques liées à des maladies comme le cancer, la maladie d'Alzheimer, l'athérosclérose, ect (**Panche et al., 2016**).

Ils agissent comme des filtres UV, des molécules signal, des substances allopathiques, des phytoalexines, des agents détoxifiants et des composés défensifs antimicrobiens et protègent les plantes contre divers défis biotiques et abiotiques (**Panche et al., 2016**).

### **III.3. Rôle des composés phénoliques dans la plante**

Il s'agit d'un type de métabolite secondaire présent dans les plantes qui jouent un rôle dans l'attraction des pollinisateurs, la fonction structurelle, la protection contre les UV et la défense des plantes contre l'invasion microbienne et les herbivores (**Ávila-Román et al., 2021**).

Les composés phénoliques sont produits par les plantes pour diverses raisons. Ces fonctions consistent notamment à agir comme molécules de signalisation ou agents colorants, ainsi qu'à aider les plantes à faire face aux facteurs de stress externes, notamment les rayons UV et les attaques d'agents pathogènes et d'herbivores (**Kim et al., 2020**).

Des recherches récentes ont examiné le rôle des produits chimiques phénoliques dans la promotion de la germination rapide des graines, la croissance harmonieuse des plantes, l'expansion rapide de la biomasse et un meilleur métabolisme des plantes. Les effets des composés aromatiques comme les polyphénols sur le développement des plantes sont cruciaux pour déterminer leurs applications potentielles dans l'agriculture en tant que croissance naturelle biorégulateurs le processus allopathique comprend des interactions entre des substances naturelles et d'autres plantes, qui se caractérisent généralement par toute influence directe ou indirecte, stimulante ou inhibitrice sur d'autres plantes via divers composés chimiques émis dans l'environnement par une plante, y compris des micro-organismes (**Watson, 2019**).

D'après **Clériver, et al., (1996)** composés phénoliques étant plus abondants chez les plantes résistantes, il est probable qu'ils jouent un rôle dans la mise en place des mécanismes de défense. De plus, elle préfère se localiser dans les tissus infectés, à côté d'eux, voire dans des formations protectrices.

Les composés polyphénoliques sont les principaux pigments jaunes, rouges, bleus et violets, ainsi qu'une variété de produits chimiques aromatisants. Certains polyphénols volatils, tels que la vanilline et l'eugénol (qui donne aux clous de girofle leur odeur distinctive), sont des

odorants particulièrement puissants, mais l'amertume et l'astringence sont les odeurs les plus courantes associées aux polyphénols (Galanakis, 2018).

### **III.4. Propriétés physico-chimiques des composés phénoliques**

D'après Nkhili (2009), les propriétés chimiques des composés phénoliques sont essentiellement liées à celles des noyaux phénoliques, de ces caractères de base découlent les différentes propriétés physico-chimiques suivantes : Nucléophilie, propriétés réductrices, polarisabilité, liaison hydrogène, acidité et effet antioxydant.

#### **III.4.1. Effet antioxydant**

D'après Bravo (1998), Les antioxydants phénoliques agissent comme des terminateurs de radicaux libres et des chélateurs pour les ions métalliques qui peuvent catalyser la peroxydation des lipides. En donnant rapidement un atome d'hydrogène aux radicaux, les antioxydants phénoliques empêchent l'oxydation des lipides et d'autres substances.

L'ingestion de composés phénoliques d'origine végétale a été associée à une variété d'avantages pour la santé, dont la majorité sont attribuables à leur fort potentiel antioxydant, qui peut être mesuré à l'aide de plusieurs tests en laboratoire (Nollet et Uribe, 2018).

#### **III.4.2. Solubilité des composés phénoliques**

Les composés phénoliques végétaux sont généralement solubles dans les solvants organiques polaires à moins qu'ils ne soient entièrement estérifiés, étherifiés ou glycosylés. La majorité des glycosides phénoliques sont solubles dans l'eau, alors que leurs aglycones ne le sont généralement pas. La solubilité dans l'eau augmente avec le nombre de groupes hydroxyle présents (Galanakis, 2018).

### **III.5. Intérêt des composés phénoliques**

#### **III.5.1. Intérêt nutritionnel et technologique.**

Les composés phénoliques jouent un rôle important dans la qualité organoleptique des fruits et légumes, utilisés frais ou après transformation industrielle. Les anthocyanes et certains flavonoïdes participent à la coloration des fruits mûrs. Ils confèrent aux fruits et légumes leurs teintes rouges ou bleutées. Les composés phénoliques déterminent également la saveur des

fruits : les tanins sont à l'origine de la sensation d'astringence des fruits non mûrs, les flavanones sont responsables de l'amertume des Citrus et peuvent donner naissance, par transformation chimique, à des dihydrochalcones à saveur sucrée (Macheix et al, 2005). Ils sont peut servir également de conservateurs naturels contre l'altération physiologique ou microbienne.

### III.5.2. Intérêt Thérapeutique.

Les composés phénoliques, groupe de molécules de structures variées, trouvent d'ores et déjà une large utilisation en phytothérapie (Tab. 7). Pour autant, leur connaissance est encore imparfaite. Ils suscitent actuellement beaucoup d'intérêt en raison du bénéfice qu'ils pourraient apporter en termes de prévention des maladies liées au vieillissement : infarctus du myocarde, cancers, maladies neurodégénératives (Hennebelle et al., 2004).

**Tableau 7. Activités biologiques des composés phénoliques**

Composé phénolique	Activités
Acides phénols (cinnamiques et benzoïques)	Antibactériennes Antifongiques Antioxydants
Coumarines	Protectrices vasculaires et antioedémateuses
Flavonoïdes	Anti tumorales Anti carcinogènes Anti-inflammatoires Hypotenseurs et diurétiques Antioxydants
Anthocyanes	Protectrices capillaro-veineux
Proanthocyanidines	Effets stabilisants sur le collagène Antioxydants Anti tumorales Antifongiques Anti-inflammatoires
Tannins galliques et catéchiques	Antioxydants

Source : Bahorun, (1997)

La majeure partie des composés phénoliques, dans l'alimentation humaine sont les acides phénoliques, les flavonoïdes et les tanins. En plus de contribuer aux aspects du goût des

aliments, les composés phénoliques ont une variété de fonctions pharmacologiques et physiologiques utiles à la santé humaine, telles que des capacités antimicrobiennes, antiallergiques et anti-inflammatoires. Ils limitent l'oxydation des lipides et, du fait de leur capacité à neutraliser les radicaux libres, ils peuvent apporter une protection contre les maladies liées au stress oxydatif et le vieillissement cellulaire (**Garde-Cerdán et al., 2017**).

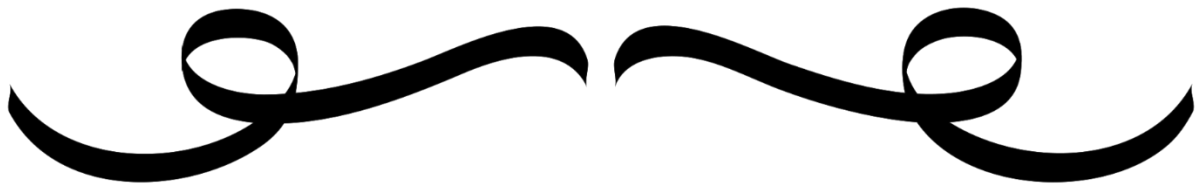
Selon (**Stoclet & Schini-Kerth, 2011**) On peut citer les effets anti-asthmatiques et bénéfiques contre la bronchite obstructive chronique, l'inhibition de la résistance à l'insuline et les effets protecteurs contre le diabète de type 2 comme exemples d'autres effets des flavonoïdes qui peuvent être liés à l'inhibition de l'expression génique, à l'inflammation ou à l'augmentation de l'expression des gènes antioxydants.



*Partie 2.*

*Etude expérimentale*





*Méthodologie de travail*



## I. Méthodologie du travail

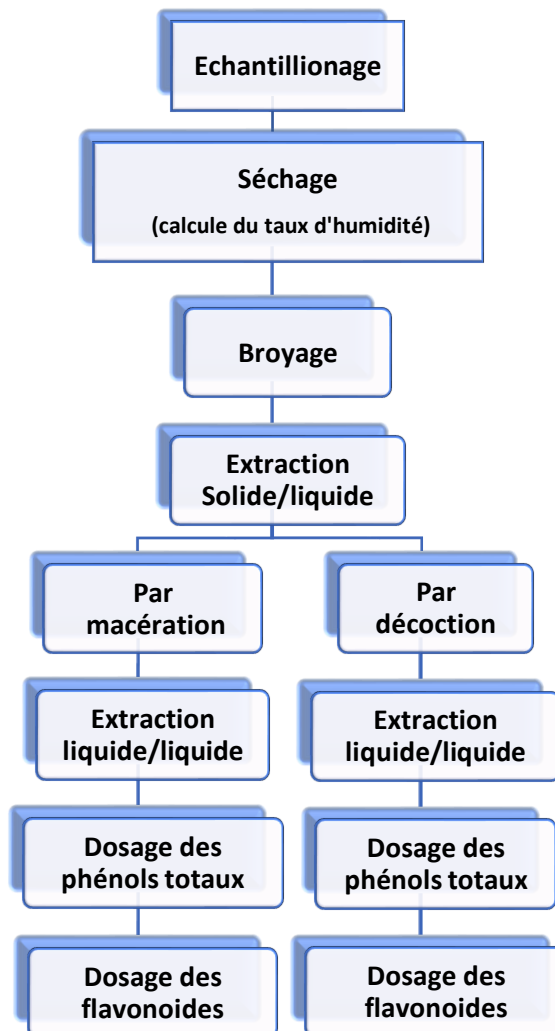
### I.1. Lieux de réalisation du travail

Le travail expérimental, subdivisé en plusieurs étapes a été réalisé en 3 différents lieux :

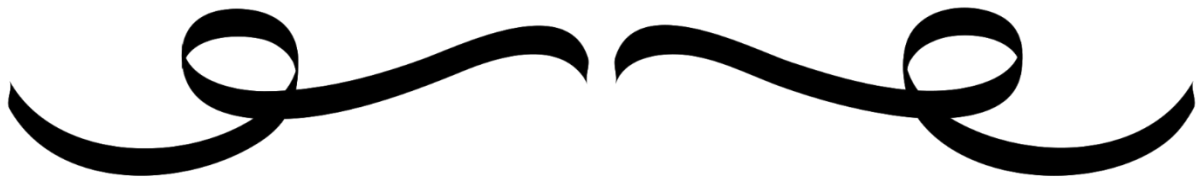
- ✓ L'échantillonnage a été fait sur terrain dans la région de Laghouat.
- ✓ Une partie de l'extraction des phénols totaux et l'étude du rendement de l'extraction ont été réalisés au laboratoire de recherche des sciences fondamentales à l'université de Laghouat.
- ✓ L'extraction des composés phénoliques, leur dosage et le dosage des flavonoïdes ont été réalisées au laboratoire de biochimie du département d'agronomie à l'université Ammar Telidji Laghouat.

### I.2. Schéma de l'étude expérimentale

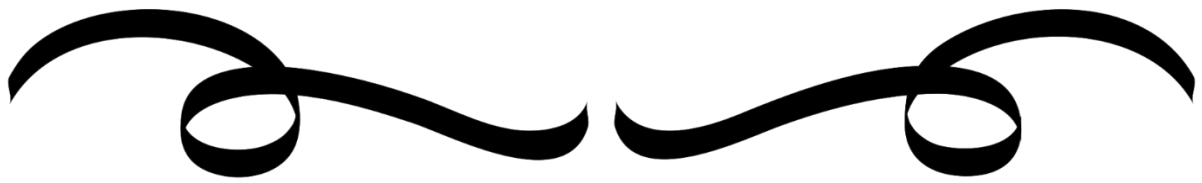
Les étapes de cette étude expérimentale sont résumées dans la figure 11 :



**Figure 11. Schéma de l'étude expérimentale**



*Materiel et méthodes*



## II. Matériel et méthodes

### II.1. Matériel

#### II.1.1. Matériel biologique

Nous avons choisi de faire notre étude sur 2 cultivars qu'on retrouve dans la région de Laghouat : Tadala qui est endémique a la région et la datte de table par excellence Deglet Nour.

Cultivar	Fréquence locale	Récolte	Consistance	Photo
Tadala	Abondant	Normale Fin Octobre	Demi-molle	
Deglet-Nour	Abondant	Tardive Novembre-Janvier	Demi-molle	

#### II.1.2. Liste des produits utilisés

- ✓ Ethanol
- ✓ Méthanol
- ✓ Réactif de Folin-Ciocalteu
- ✓ Carbonate de sodium
- ✓ Trichlorure d'aluminium
- ✓ Acide gallique
- ✓ Quercétine
- ✓ Éther de pétrole
- ✓ Acétate d'éthyle
- ✓ Sulfate de sodium anhydre

### **II.1.3. Principaux outils et appareils utilisés**

- ✓ Balance de précision
- ✓ Etuve ventilée
- ✓ Evaporateur rotatif type BUCHI
- ✓ Spectrophotomètre UV/visible
- ✓ Réfrigérant (Soxhlet)
- ✓ Chauffe ballon
- ✓ Ampoule à décanter
- ✓ Micropipette 100-1000 µl ACCUMAX PRO

## **II.2. Méthodes**

### **II.2.1. Echantillonnage**

Il n'y a aucun protocole standard pour l'échantillonnage des dattes. La méthode décrite ci-dessous est généralement la plus utilisée. (**Girard, 1965**) recommande la stratégie suivante *in* (**Acourène et Benguedj, 2001**) : Créer des parcelles dans la palmeraie. Chaque parcelle compte deux ou trois palmiers homogènes sur lesquels est prélevé l'échantillon. Les fruits sont récoltés à différentes hauteurs et orientations (environ 20 fruits). Cette procédure a été suivie dans la mesure du possible.

L'échantillonnage a été fait durant la campagne phoénicière 2021 (campagne s'étendant de juillet 2021 à janvier 2022). Les dattes au stade Tmar ont été conditionnées dans des boîtes en plastiques. Tous les échantillons étiquetés ont été gardés à une température comprise entre 4 et 8°.

### **II.2.2. Taux d'humidité**

La teneur en eau a été déterminée par dessiccation d'un échantillon dans une étuve isotherme à une température de  $100^{\circ}\pm 1$  °C à pression atmosphérique jusqu'à l'obtention d'une masse constante de l'échantillon. La teneur en eau est égale à la perte de masse subie dans les conditions de mesure.

$$H\% = \frac{M1 - M2}{P} \times 100$$

**H** : Taux d'humidité.

**M1** : La masse initiale en g « (matière fraîche +capsule) avant dessiccation ».

**M2** : La masse finale en g « (matière sèche +capsule) après dessiccation ».

**P** : La masse de la prise d'essai.

La teneur en matière sèche MS% est calculée selon la relation :

$$MS\% = 100\% - H\%$$

### **II.2.3. Extraction solide/liquide**

Les dattes (100g) ont été dénoyautées, séchées à 45° C pendant une semaine puis broyées dans un mixeur. Nous avons obtenu une pseudo pate pour les deux variétés car elles sont riches en sucres réducteurs (non cristallisables). Après les avoir pesées nous avons procédé à l'extraction.

#### **II.2.3.1. Macération**

Pour l'extraction par macération, un échantillon pesé (20g) a été mélangé avec 100 ml d'éthanol-eau dans les proportions (80 /20 : v/v). L'extraction par macération a durée 6h puis le contenu des ballons a été filtré et évaporé pour n'avoir que la phase aqueuse. L'éthanol a été récupéré à l'aide d'un évaporateur rotatif.

#### **II.2.3.2. Décoction**

L'extraction par décoction, un échantillon pesé (20g) a été mélangé avec 100 ml d'éthanol-eau dans les proportions (80 /20 : v/v). L'extraction à reflux a été faite grâce à un montage a reflux (Fig. 12) et a durée 6h puis le contenu des ballons a été filtré et évaporé pour n'avoir que la phase aqueuse. L'éthanol a été récupéré à l'aide d'un évaporateur rotatif.



**Figure 12. Montage à reflux**

#### **II.2.4. Extraction liquide/liquide**

Comme le montre la figure 13 nous avons procédé à deux lavages avec l'éther de pétrole (solvant peu polaire) qui va entraîner les pigments chlorophylliens et caroténoïdes (**Collin et al., 2011**).

Ensuite nous avons fait l'extraction proprement dite avec l'acétate d'éthyle (deux fois) qui va récupérer les composés phénoliques. A la fin on obtient pour chaque cultivar deux phases aqueuses et deux fractions qu'on récupère avec 5ml de méthanol.

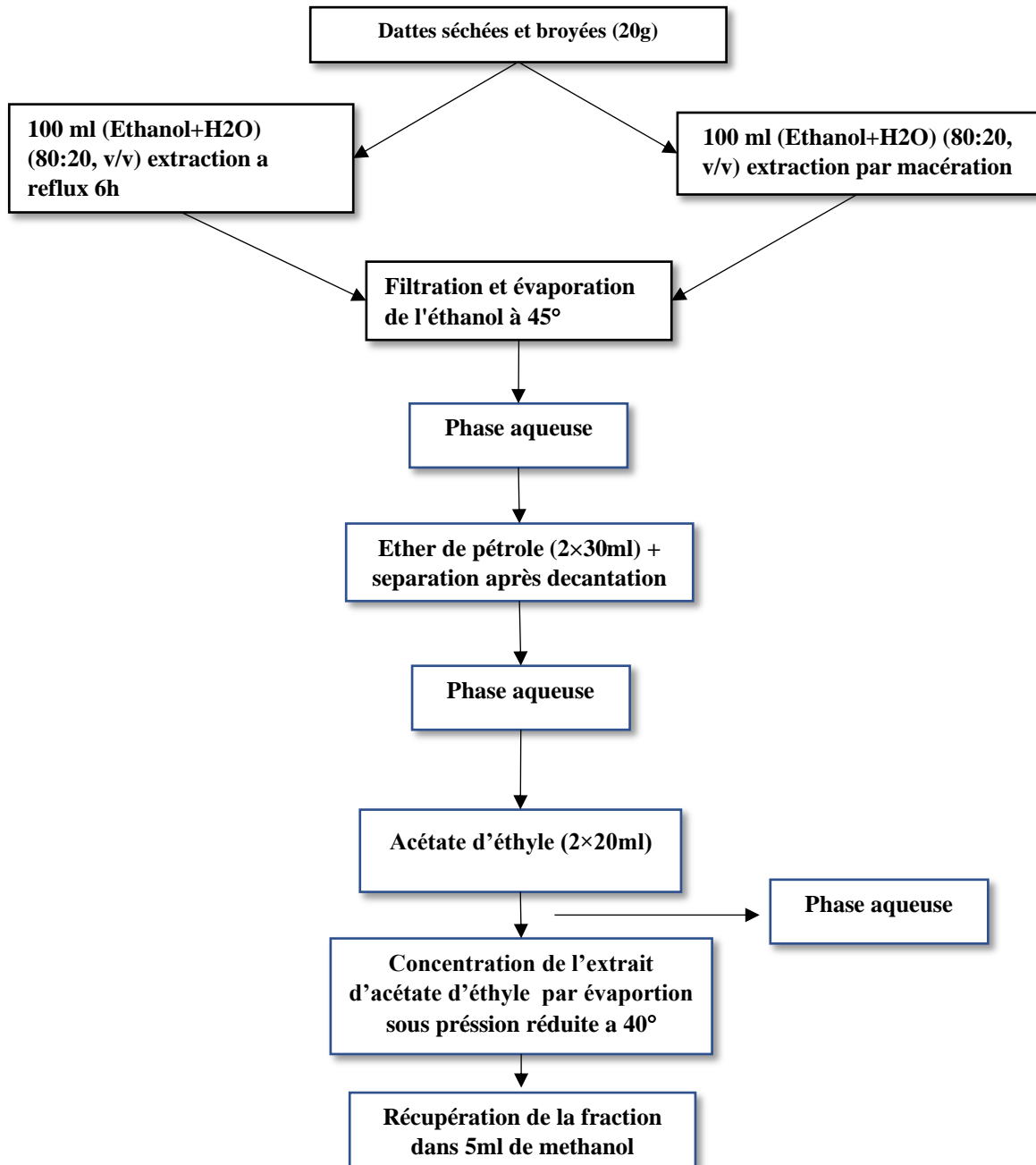


Figure 13. Protocole de préparation des extraits des dattes

### II.2.5. Rendement de l'extraction

Le rendement (R%) de l'extraction représente le pourcentage de la masse de la fraction récupéré après extraction ( $M_r$ ) par rapport à la masse sèche des dattes utilisée ( $M_S$ ).

$$R\% = M_r / M_S$$

### **II.2.6. Dosage des phénols totaux**

La teneur en phénols totaux va être réalisée par une méthode adaptée par *Singleton et Ross (Lamaison, 1990)*. Le réactif de Folin-Ciocalteu est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique (H<sub>3</sub>PW<sub>12</sub>O<sub>40</sub>) et d'acide phosphomolybdique (H<sub>3</sub>PMo<sub>12</sub>O<sub>40</sub>). Il est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxydes bleus de tungstène (W<sub>8</sub>O<sub>23</sub>) et de molybdène (Mo<sub>8</sub>O<sub>23</sub>). Cette coloration bleue dont l'intensité est proportionnelle aux taux de phénols totaux présents dans le milieu.

Pour le dosage (3 répétitions) : On introduit 100 µl de l'extrait additionnés de 500 µl de réactif Folin-Ciocalteu (à 10%) et de 2 ml de carbonate de sodium Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> à 2% dans un tube à essai (les deux sont soluble dans l'ED). On agite puis incubation à l'obscurité pendant 30 minutes et la lecture se fait à 760 nm contre un blanc (ED+réactifs).

Une gamme de 9 concentrations d'acide gallique doit être préparée à partir d'une solution mère de concentration 0.8 g/l. La concentration en phénols totaux est déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

### **II.2.7. Dosage des flavonoïdes**

La méthode utilisée pour l'estimation des taux de flavonoïdes celle décrite par *(Bahorun 1997)*. La coloration jaunâtre donnée dans cette méthode est due à la formation d'un complexe entre le chlorure d'aluminium et les atomes d'oxygène présent sur les carbones 4 et 5 des flavonoïdes.

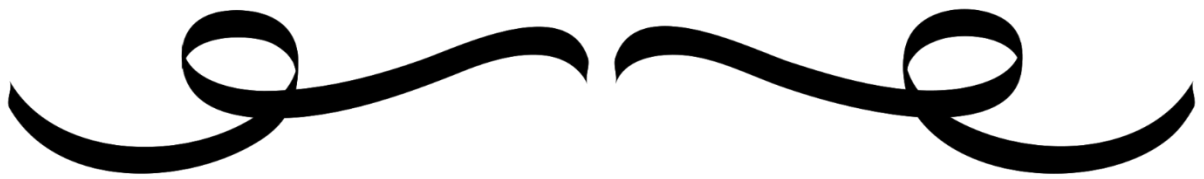
Pour le dosage (3 répétitions) : On introduit 1 ml de l'extrait dans un tube à essai additionné à 1 ml de trichlorure d'aluminium AlCl<sub>3</sub> (soluble dans le méthanol) à 2%. On agite puis incubation à l'obscurité pendant 20 minutes, l'absorbance est lue à 409 nm contre un blanc (Méthanol+réactifs).

Une gamme de 9 concentrations de Quercétine (soluble dans le méthanol) allant de 0,003 à 0,025 mg/ml a été préparée à partir d'une solution mère de 0.1 g/l. La concentration en flavonoïdes est déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant la Quercétine comme standards.

### **II.2.8. Statistique**

Les différents paramètres ont été traités et analysés par le logiciel XLSTAT version 2014. Ce dernier nous a permis de déterminer :

- Les statistiques descriptives
- Les matrices de corrélations
- L'ANOVA.

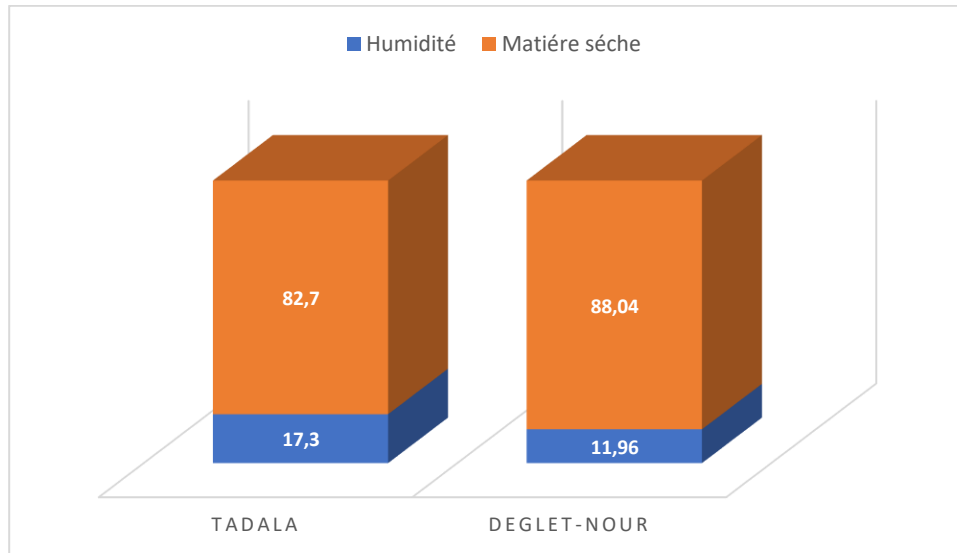


## *Résultats et discussion*



### III.1. Taux d'humidité

En observant la figure 14, on note que la valeur d'humidité du cultivar Tadala (17,3%) est nettement supérieure à celle du cultivar Deglet-Nour (11,96%).



**Figure 14. Histogramme représentant les taux d'humidité et de matière sèche des variétés Tadala et Deglet-Nour.**

Selon le (CEE-ONU 2010) : la teneur en eau des dattes ne doit pas être supérieure à 26,0 % pour les variétés à sucre de canne et à 30,0 % pour les variétés à sucre invertis.

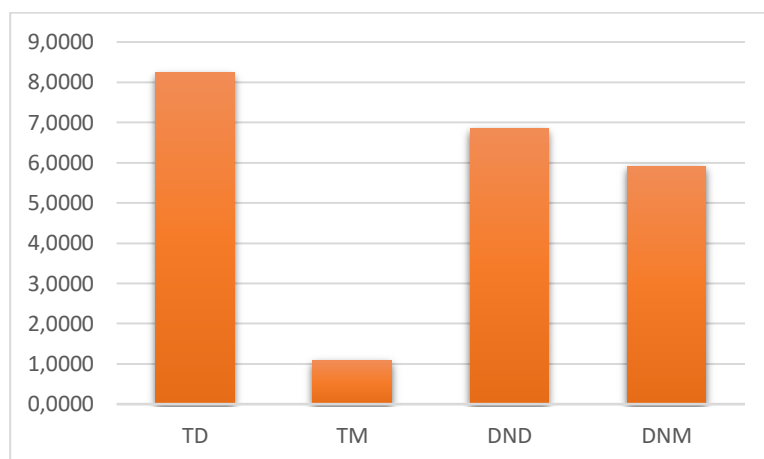
Chez les dattes, l'eau physiologique diminue progressivement au cours de la période de formation, depuis la fécondation jusqu'à la maturité physiologique. La teneur en eau variant de 78% jusqu'à une valeur comprise entre 20 et 30 % au cours des différents stades (Babahani et al., 2012).

Plusieurs études ont noté que la teneur en eau des dattes était étroitement liée à l'humidité du milieu extérieur, de ce fait ces valeurs varient d'une région à une autre et même d'un microclimat à un autre (Khiredine, 2013 ; Dass amiour, 2009). Les taux d'humidité sont aussi fortement liés aux conditions de culture et aux conditions de stockage (Khali et al., 2005). Enfin le taux d'humidité est aussi en rapport avec l'accomplissement de la maturité du fruit (Reynes et al., 1994).

Des fruits gorgés d'eau fermentent, brunissent et perdent leur éclat. Il faut savoir aussi, qu'on diminue les arrosages à partir du mois d'août pour diminuer la turgescence des fruits. Des arrosages abondants durant les mois d'Août, Septembre, Octobre, Novembre sont la cause principale du nez noir (« black nose »), du développement de l'*Alternaria sp.* (Tache noire sur dattes), favorisent la pourriture des dattes. Il pourrait y avoir aussi un gonflement excessif des fruits et à la maturation, ces boursouflures créeraient des vides à l'intérieur des fruits ou sous le péricarpe qui va détacher du mésocarpe, ce qui les déprécie. Des irrigations copieuses favorisent aussi la remontée du cœur et cet excès de vigueur entraîne le dessèchement des régimes et le flétrissement des dattes avant leur complète maturation (**Communication personnelle, 2014**) *in* (**Hamini 2015**).

### III.2. Taux d'extraction

La figure 15 représente la comparaison des rendements d'extraction calculés par rapport à la masse sèche des dattes des deux cultivars (Deglet-Nour et Tedala) avec les deux différentes méthodes d'extraction (Décoction et Macération).



**Figure 15. Histogramme représentant les rendements d'extraction des deux variétés Tadala et Deglet-Nour avec les deux méthodes. (T) Tadala. (DN) Deglet-Nour. (D) Décoction. (M) Macération.**

Le rendement de l'extraction du cultivar Tadala varie entre 1% et 8% de la masse sèche et pour le cultivar Deglet-Nour, il varie entre 6% et 5% de la masse sèche. La différence entre les valeurs de rendement est significative.

Les résultats sont mitigés et l'on ne peut pas tirer de conclusion quant au cultivar qui donne le meilleur rendement. Les rendements obtenus avec la décoction sont nettement meilleurs que ceux obtenus par macération pour les deux variétés.

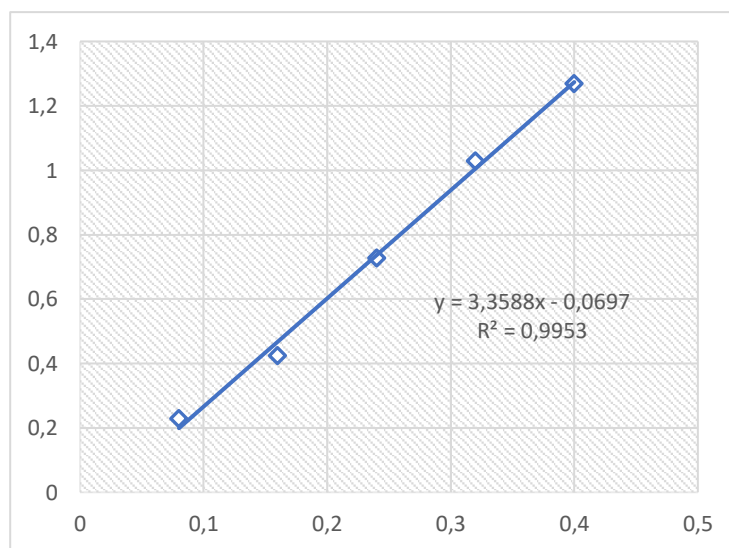
Le rendement de l'extrait varie en fonction du processus et des conditions d'extraction, de l'espèce et de l'origine géographique de la plante, des conditions et de la durée de stockage et de la période de récolte (**Haddouchi et al., 2016**).

Cependant selon (**Lahmar et al., 2017**), Le degré de solubilité des composés dans le solvant utilisé lors de l'opération d'extraction détermine le rendement d'extraction. L'extraction des composés bioactifs à température ambiante et sous agitation continue peut conduire à l'extraction des composés les plus bioactifs et à la prévention de leur dégradation. Une température spécifique peut inactiver les produits chimiques bioactifs et réduire le rendement de leur extraction en laboratoire.

### **III.3. Teneurs en phénols totaux**

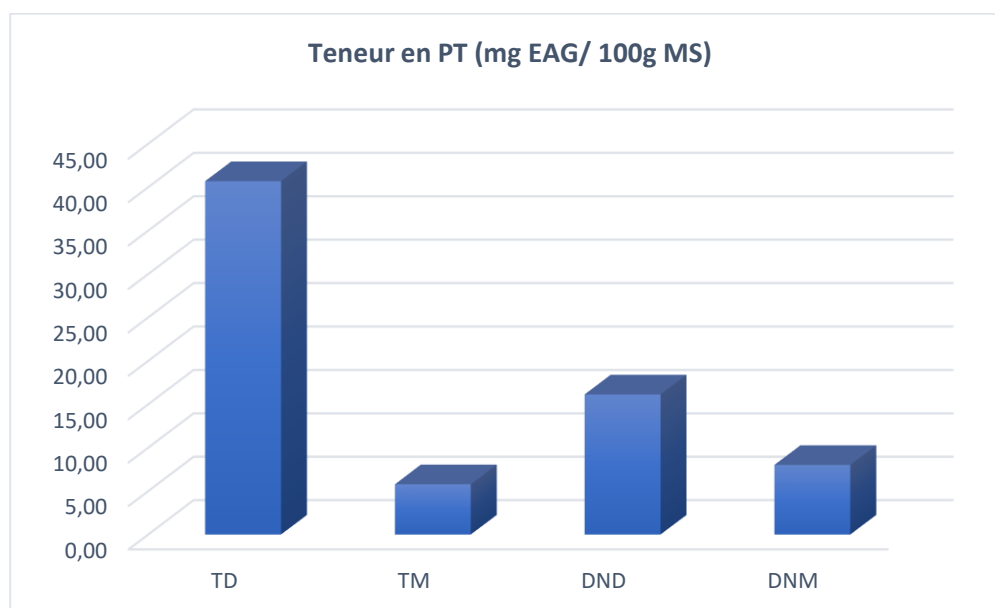
L'estimation de la teneur en composés phénoliques extractibles totaux a été réalisée par la méthode de Folin-Ciocalteu qui donne une coloration bleue. L'intensité de cette dernière est proportionnelle aux taux de phénols totaux présents dans le milieu.

La figure 16 représente la courbe d'étalonnage de l'acide gallique qui a été réalisée afin de calculer les concentrations des extraits en composés phénoliques.



**Figure 16. Courbe d'étalonnage de l'acide gallique**

La figure 17 représente une comparaison des teneurs en composés phénoliques des cultivars Deglet-Nour et Tedala avec les deux méthodes d'extraction décoction et macération.



**Figure 17. Histogramme représentant les teneurs en composés phénoliques des deux cultivars de dattes avec deux méthodes d'extraction. (T) Tadala. (DN) Deglet-Nour. (D) Décoction. (M) Macération. (PT) phénols totaux. (mg) Milligrammes. (EAG) équivalent acide gallique. (MS) matière sèche.**

On peut voir que les valeurs obtenues dépendent de la méthode d'extraction et du cultivar. L'extraction par macération semble donner de meilleurs résultats La différence entre les valeurs du tableau 8 est significative.

**Tableau 8: Teneurs en composés phénoliques des deux cultivars de dattes avec deux méthodes d'extraction.**

Cultivars/méthode	PT mg EAG/100gMS
TD	40.69 ±0.03
TM	5.78 ±0.03
DND	16.14 ±0.03
DNM	8.01 ±0.04

(T) Tadala. (DN) Deglet-Nour. (D) Décoction. (M) Macération. (PT) phénols totaux. (mg) Milligrammes. (EAG) équivalent acide gallique. (MS) matière sèche.

La teneur des dattes en phénols totaux extraits avec la méthode de décoction est élevée pour les deux cultivars allant de 16.14 à 40.69 mg équivalent d'acide gallique/100g de matière sèche. Elle est plus importante chez le cultivar Tadala.

La teneur des dattes en phénols totaux extraits avec la méthode de macération est assez faible pour les cultivars. Elle varie de 5.78 à 8.01 mg EAG /100g MS. Elle est plus importante chez le cultivar Deglet-Nour.

On remarque que le cultivar Tadala est plus riche en phénols totaux par rapport au cultivar Deglet-Nour et que la méthode d'extraction par décoction présente de meilleurs résultats que l'extraction par macération. Le même constat a été fait par **(Hamini ,2015)** et **(Dass amiour, 2009)**. Les valeurs trouvées sont inférieures à celle trouvées par **(Mansouri et al., 2005)** ainsi que **(Behija et al., 2009)** qui ont trouvé des valeurs entre 209.42 mg à 447.73 mg EAG/100 g fruit frais sur les dattes tunisiennes. Cependant les taux restent élevés.

Cette différence peut être due au solvant ou à la méthode d'extraction et la variété **(Kchaou et al., 2013)**. L'extraction des composés phénoliques est influencée par plusieurs paramètres tels que la nature chimique de ces composés, la méthode d'extraction utilisée, la dimension des particules d'échantillon le temps d'extraction et la maturation des fruits, **(Telli et al., 2010)**.

La composition chimique des composés phénoliques de la plante détermine leur solubilité, qui va des composés simples aux composés hautement polymérisés. Les acides, les composés phénoliques, les phénylpropanoïdes, les anthocyanes et les tanins peuvent tous être trouvés à des concentrations variables dans les matières végétales. La gamme importante de paramètres physico-chimiques impactant l'extraction des polyphénols est due à cette diversité structural **(Mahmoudi et al., 2013)**.

Les dattes sont généralement exposées à une variété de facteurs environnementaux et non environnementaux, y compris la variété, les conditions de croissance, la maturité, la saison, l'origine géographique, les engrais, le type de sol, les conditions de stockage et la quantité de lumière solaire reçue, ainsi que la température, l'humidité et la teneur en eau contenu. Les différences observées dans la teneur en polyphénols ont été liées à ces paramètres. **(Manickavasagan et al., 2012)**.

Selon (**Mehinagic et al., 2011**) les composés phénoliques et les enzymes qui participent à leur dégradation sont compartimentés dans les cellules du fruit. Lors des opérations de découpe ou de broyage, l'intégrité cellulaire est altérée. Les composés phénoliques solubles, généralement accumulés au sein des vacuoles, se retrouvent en contact avec les enzymes responsables du brunissement initialement présentes dans les parois cellulaires et le cytoplasme. En présence d'oxygène, il peut y avoir consommation des composés phénoliques par les polyphénoloxydases et peroxydases, aboutissant à la formation de pigments bruns et donc à une diminution de la concentration des polyphénols.

Des nombreux scientifiques ont étudié les produits chimiques phénoliques trouvés dans une variété d'aliments, y compris leur extraction, leur séparation, leur identification, leur mesure et leur utilisation en tant que composants alimentaires. L'étude de ces composés présente cependant des défis méthodologiques en raison du grand nombre de substances impliquées (des milliers de composés) et du fait qu'ils sont souvent hautement polaires, réactifs et vulnérables à l'action enzymatique. Le type de composés, le processus d'extraction utilisé, la taille de l'échantillon, le temps et les circonstances de stockage. La solubilité des composés phénoliques varie en fonction de la polarité du solvant, du degré de polymérisation des phénols et d'autres facteurs (**Garde-Cerdán et al., 2017**).

Une sélection appropriée des procédures d'extraction, des solvants et des paramètres d'extraction est nécessaire pour une extraction réussie des composés phénoliques. Les solvants conventionnels tels que le méthanol, l'éthanol, l'eau, l'acétone et l'hexane sont utilisés pour extraire les produits chimiques phénoliques des plantes. L'utilisation de ces solvants traditionnels nécessite un temps d'extraction long et une grande quantité de solvant. Des rendements d'extraction moindres, une résistance thermique réduite, une teneur en ingrédient actif plus faible dans les extraits et une consommation d'énergie plus élevée sont également des facteurs. De plus, parce qu'ils sont inflammables, volatils, explosifs et toxiques, certains solvants conventionnels peuvent être dangereux pour l'homme et l'environnement (**Zannou et al., 2022**).

Les technologies les plus utilisées pour extraire les polyphénols des plantes sont les méthodes conventionnelles ou traditionnelles, cependant elles nécessitent beaucoup de solvant et d'énergie. En conséquence, ces dernières années, les secteurs industriels et universitaires ont exploré l'intensification des processus grâce à l'utilisation de nouvelles techniques telles que les micro-ondes, les ultrasons et les champs électriques pulsés, entre autres, dans le but d'améliorer l'extraction. Cependant, si ces nouvelles procédures permettent une réduction du temps d'extraction, de la consommation de solvant et d'énergie, ainsi qu'une augmentation du rendement d'extraction, elles le font au détriment du rendement d'extraction (Sillero et al., 2021).

#### III.4. Teneurs en flavonoïdes

L'estimation de la teneur en flavonoïdes a été réalisée par la méthode du chlorure d'aluminium qui donne une coloration jaunâtre. L'intensité de cette dernière est proportionnelle aux taux de flavonoïdes présents dans le milieu.

La figure 18 représente la courbe d'étalonnage de la Quercétine qui a été réalisée afin de calculer les concentrations des extraits en flavonoïdes.

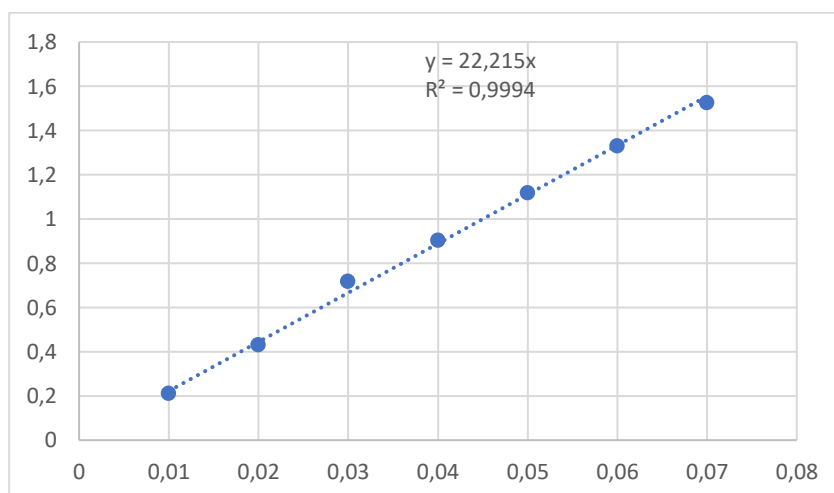
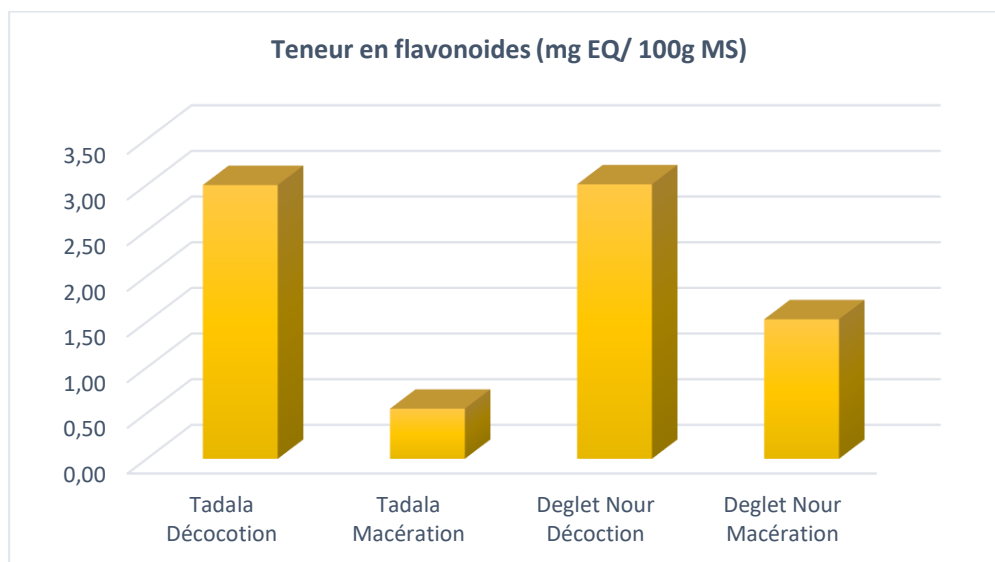


Figure 18. Courbe d'étalonnage de la Quercétine

La figure 19 représente une comparaison des teneurs en flavonoïdes des dattes des deux cultivars (Deglet -Nour et Tadala) avec deux méthodes d'extraction décoction et macération On peut voir que les valeurs obtenues dépendent à la méthode d'extraction et du cultivar.

Le tableau 9 nous montre qu'une fois de plus, la méthode d'extraction par décoction a donné de meilleurs résultats que la macération. Cependant les teneurs des dattes en flavonoïdes extrais par décoction sont assez semblables et faibles pour les deux cultivars : de l'ordre de 3 mg d'équivalent de quercétine/100g de matière sèche pour le cultivar Tadala et 3.01 mg d'EQ /100g de matière sèche pour le cultivar Deglet-Nour.



**Figure 19. Histogramme représentant les teneurs en flavonoïdes des dattes aux deux cultivars. (mg) Milligrammes. (EQ) équivalent Quercétine. (MS) matière sèche.**

On remarque que bien que le cultivar Tadala soit plus riche en composés phénoliques par rapport au cultivar Deglet-Nour, le contraire est constaté pour les teneurs en flavonoïdes pour la macération (faible corrélation). Elle est de 0,55 mg EQ/100g MS pour Tadala et 1,53 mg EQ/100g MS pour Deglet-Nour. La différence entre les valeurs est significative. (**Hong et al., 2006**), a identifié plusieurs flavonoïdes Glycosides tels que (lutéoline, méthyl lutéoline, quercétine et méthyl quercétine) dans les dattes Deglet-Nour.

**Tableau 9. Teneurs en flavonoïdes des extraits (en mg d'équivalent de Quercétine /100g de matière sèche)**

Cultivars/méthode	FLV mg EQ/100g MS
<b>TD</b>	3.00 ±0.03
<b>TM</b>	0.55 ±0.02
<b>DND</b>	3.01 ±0.01
<b>DNM</b>	1.53 ± 0.0004

(T) Tadala. (DN) Deglet-Nour. (D) Décoction. (M) Macération. (PT) phénols totaux. (mg) Milligrammes. (Q) équivalent quercétine. (MS) matière sèche.

Nos résultats sont supérieurs à ceux trouvés par (**Dass amiour, 2009**) avec un taux de  $0.89 \pm 0.08$  mg EQ/100g de matière sèche pour la macération et  $1.39 \pm 0.08$  mg EQ/100g de matière sèche pour la décoction. Ils sont aussi supérieurs aux résultats trouvés par (**Hamini, 2015**) avec  $2,09 \pm 0,44$  EQ/100g pour Tadala avec l'extraction par décoction.

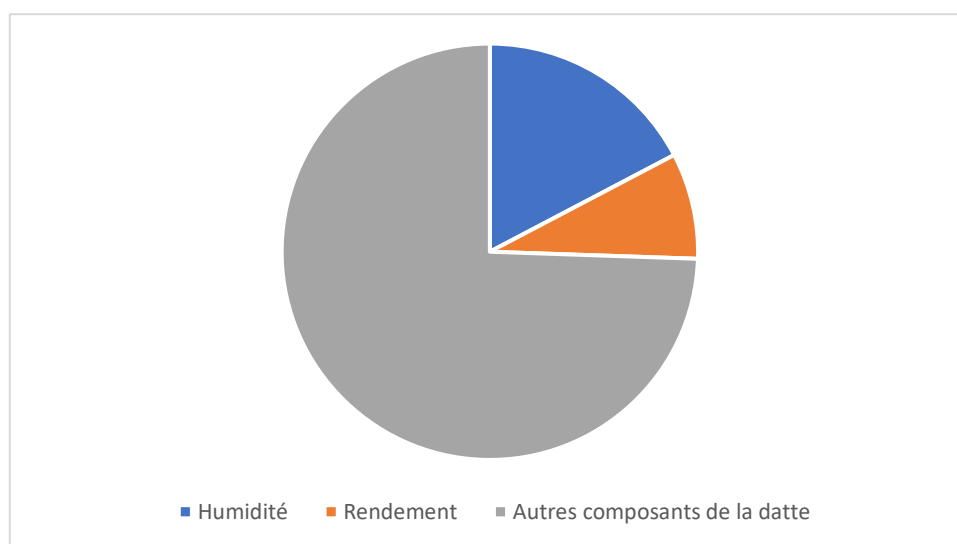
On peut expliquer ces résultats par plusieurs processus. D'après (**S. BOURGOU et al., 2016**) la méthode d'extraction des composés phénoliques et flavonoïdes peut avoir un effet sur le rendement et la concentration. En raison de la structure complexe des flavonoïdes, il n'existe pas de méthode d'extraction générale adaptée à l'extraction des flavonoïdes de toutes les plantes. Plusieurs solvants organiques ont été utilisés pour l'extraction des flavonoïdes, notamment le méthanol, l'éthanol et l'acétate d'éthyle. Cependant, l'utilisation de ces solvants implique de nombreuses étapes de traitement et nécessite des conditions de température élevées (**Liu et al., 2022**).

**Liu et al., (2022)** a également mentionné que les conditions de stockage influencent la qualité des flavonoïdes. C'est parce que les flavonoïdes sont instables et subissent facilement des changements pendant le stockage. Diverses voies de dégradation des flavonoïdes sont affectées par l'oxygène, la lumière et la température. Les conditions de stockage, y compris la température, la durée ou les techniques, affectent la synthèse, la rétention et la décomposition des flavonoïdes. Le taux de dégradation varie avec la complexité du traitement. Ces processus affectent les structures des flavonoïdes et leurs activités antioxydantes.

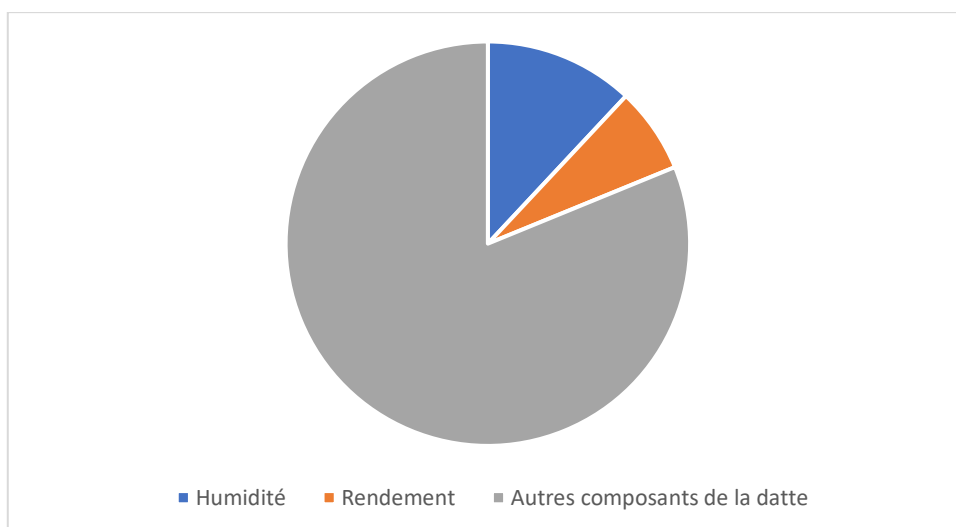
Même dans l'obscurité avec une petite quantité d'oxygène, les flavonoïdes sont instables. La stabilité des flavonoïdes et leur activité biologique sont affectées par la lumière. L'étendue de la dégradation, d'autre part, est déterminée par la structure de la molécule. Les flavonoïdes dépourvus de structure alpha-énone sont les plus stables, tandis que ceux possédant un groupe hydroxyle en position 3 sont les plus vulnérables. L'activité antioxydante de la rutine et du mesquitol est également augmentée à mesure que les flavonoïdes sont dégradés. Ce comportement montre que les produits de dégradation ont plus d'activité antioxydante que les composés natifs (Chaaban et al., 2017).

### III.5. Représentation de toutes les fractions

Les figures 20 et 21 montrent une représentation générale des pourcentages des différentes fractions étudiés pour les cultivars Tadala et Deglet-Nour (par décoction). On remarque le taux de matière sèche dans ce fruit est élevé ce qui est un gage de bonne qualité. En revanche le rendement de l'extraction est assez faible, ce qui atteste de la possibilité d'amélioration des méthodes d'extraction.

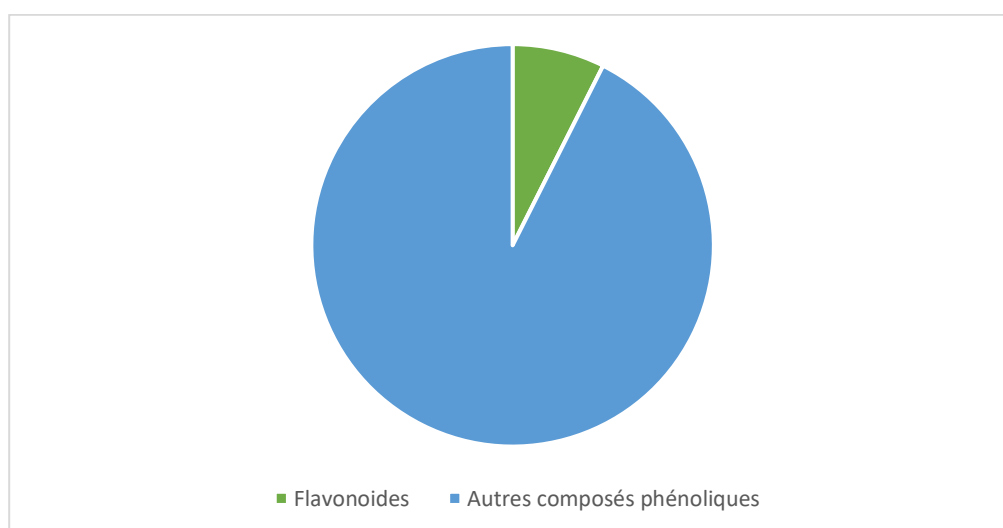


**Figure 20. Graphique représentant les différentes fractions du fruit du cultivar Tadala.**

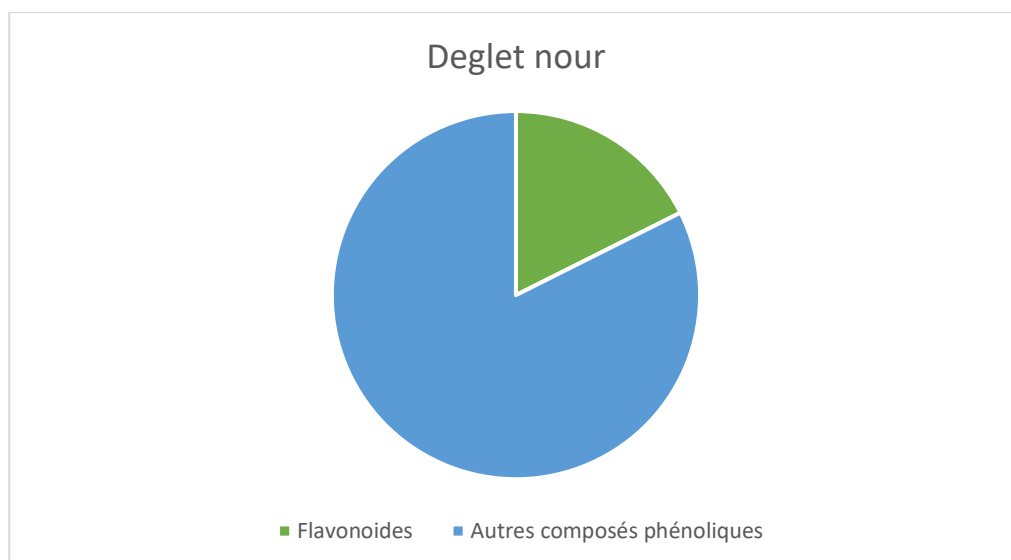


**Figure 21. Graphique représentant les différentes fractions du fruit du cultivar Deglet-Nour.**

Le pourcentage des composés phénoliques dans la fraction totale récupérée avec les solvants est très faible et ne peut pas être représenté graphiquement (0,38% pour tadala et 0,17% pour Deglet-Nour). Les figures 22 et 23 montrent une représentation générale le pourcentage des flavonoïdes par rapport aux composés phénoliques (par décoction). Les flavonoïdes représentent une faible proportion des composés phénoliques totaux dans les dattes.



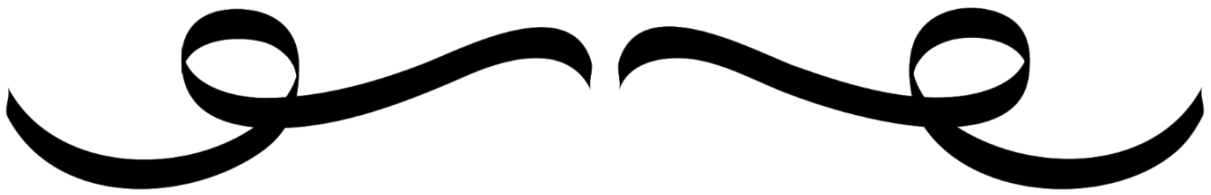
**Figure 22. Représentation des pourcentages des composés phénoliques et flavonoïdes du cultivar Tadala**



**Figure 23. Représentation des pourcentages des composés phénoliques et flavonoïdes du cultivar Deglet-Nour.**

Les figures suggèrent que les solvants sont loin d'être sélectifs pour l'attraction des composés phénoliques et qu'une purification est nécessaire pour éviter les interférences au cours de la lecture au spectrophotomètre. Elles pourraient aussi suggérer que l'utilisation d'un seul standard tel que l'acide gallique pourrait être limitatif et qu'une confirmation par analyse HPLC pourrait compléter l'étude.

D'après (Fukushima et al., 2009), la méthode HPLC pour mesurer les polyphénols fournit un moyen précis de quantifier la quantité de chaque molécule de polyphénol. Cependant, comme il est impossible de mesurer toutes les molécules de polyphénols, qui sont largement dispersées, en utilisant seulement quelques échantillons standard, l'hypothèse peut parfois être surestimée. En revanche, un dosage colorimétrique de la teneur en polyphénols, comme la méthode de Folin-Ciocalteu, est simple à réaliser et présente l'avantage d'estimer des teneurs globales en polyphénols, dont les molécules sont assez variées. Cependant la méthode Folin-Ciocalteu a du mal à éliminer les substances parasites telles que les sucres réducteurs et la vitamine C.



# *Conclusion*

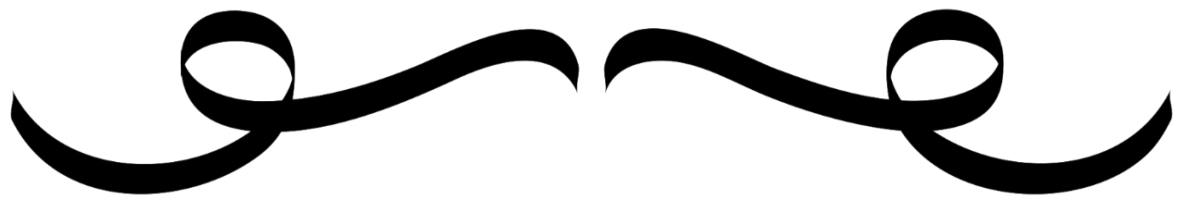


Cette étude nous a permis de faire l'optimisation de l'extraction des phénols totaux pour le fruit du palmier dattier *Phoenix dactylifera* et de mettre en évidence une variabilité intéressante entre les deux cultivars de dattes étudiées : Tadala et Deglet-Nour. Des différences significatives ont été notées pour la grande majorité de paramètres de l'étude :

- ☞ L'humidité du cultivar Tadala était supérieure à celle du cultivar Deglet-Nour. C'est un paramètre fortement influencé par les conditions externes. Néanmoins les taux d'humidité des deux cultivars étaient en dessous des limites recommandés et autorisés par la réglementation en vigueur.
- ☞ Bien qu'utilisant les mêmes solvant et avec les mêmes quantités la méthode d'extraction qui a donné les meilleurs rendements est la décoction. Notons que les rendements du cultivar Tadala étaient supérieurs à ceux du cultivar Deglet-Nour avec les deux méthodes d'extraction « la macération » et « la décoction ».
- ☞ Le cultivar Tadala a révélé une teneur en composés phénoliques plus élevée que le cultivar Deglet-Nour et cela avec les deux méthodes d'extraction macération et décoction.
- ☞ Les teneurs en flavonoïdes pour les deux cultivars étaient semblables et relativement faibles par rapport à l'ensemble des phénols totaux et cela avec les deux méthodes d'extraction macération et décoction.

Les résultats obtenus laissent apparaître que toutes les variétés de dattes constituent une bonne source d'antioxydants naturels et pourraient être considérés comme un aliment fonctionnel ou ingrédient d'aliment fonctionnel. La promotion et la recherche d'autres marchés pour ces cultivars est souhaitable.

Ces résultats permettent aussi de conclure que le cultivar endémique à la région de Laghouat Tadala est bien plus riche en composés actifs que le cultivar populaire Deglet-Nour. Par conséquent la marginalisation n'a pas raison d'être étant donné que ces cultivars appartiennent à notre patrimoine phoénicicole dont on doit protéger et élargir la diversité génétique. On peut enfin conclure que l'utilisation du montage à reflux (décoction) donne de bien meilleurs résultats que la simple macération. En perspective l'utilisation de l'HPLC (chromatographie en phase liquide à haute performance) pour l'identification précises des composés phénoliques des dattes serait idéale pour compléter notre étude.



# *Bibliographie*



- ☞ Acourene S et Belguedj M., (2001). « Caractérisation, Evaluation de la qualité de la datte et identification des cultivars rares de palmier dattier de la région des Ziban », *Revue semestrielle de l'INRAA* 2001, 8, 19-39.
  
- ☞ Alara O R, Abdurahman N H et Ukaegbu C I., (2021). « Extraction of phenolic compounds: A review », *Current Research in Food Science*, Volume 4, pages 200-214.
  
- ☞ Albert L., (1998). « La santé par les fruits », éditions de vecchi, pp 44-74.
  
- ☞ Alberti A, Zielinski A, Zardo D, Demiate I, Nogueira A et Mafra L., (2014). « Optimisation of the extraction of phenolic compounds from apples using response surface methodology », *Food Chemistry*, Volume 149, pages 151-158.
  
- ☞ Amors G., (1975). « Le palmier dattier en Algérie », Tlemcen, Options Méditerranéennes, 126 p.
  
- ☞ Arrouche N., (2017). « La valorisation des ressources et des territoires: quelle analyse pour la filière des dattes algériennes? », *journal of Excellence for Economics and Management*, Volume 1, Issue 2, pages 296-309.
  
- ☞ Ávila-Román J, Soliz-Rueda J R, Bravo F I, Aragonès G, Suárez M, Arola-Arnal A, Mulero M, Salvadó J M, Arola L, Fuentes C T et Muguerra B., (2021). « Phenolic compounds and biological rhythms: Who takes the lead? », *Trends in Food Science & Technology*, Volume 113, pages 77-85.
  
- ☞ Babahani S. et Eddoud A., (2012). « Effet de la température sur l'évolution des fruits chez quelques variétés du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) », *Algerian journal of arid environment*, vol. 2, n°1, Juin 2012:36-41.
  
- ☞ Bahorun T., (1997). « Substances naturelles actives: la flore mauricienne, une source d'approvisionnement potentielle », *Food Agric, Res.* N° special: 83-95.
  
- ☞ Balthazard M , Claire Newton, Sarah Ivorra, Margareta Tengberg, Jean-Christophe Pintaud et Jean-Frédéric Terral., « Origines et domestication du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) », *Revue d'ethnoécologie [En ligne]*, 4 | 2013, mis en ligne le 19 novembre 2013, consulté le 17 février 2014. URL : <http://ethnoecologie.revues.org/1524> ; DOI : 10.4000/ethnoecologie.1524.

- ☞ Battesti V., (2012). « L'agrobiodiversité du dattier (*Phoenix dactylifera* L.) dans l'oasis de Siwa (Égypte) : entre ce qui se dit, s'écrit et s'oublie », *Anthropobotanica* hal-00707908, version 1 - 18 Jun 2012.
  
- ☞ Behija S, El Arem A, Issaou M, Hammami M et Achour., (2009). «Phenolic content and antioxidant activity of four date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruit varieties grown in Tunisia », *Institute of Food Science and Technology*, Volume 44, Issue 11, pages 2314-2319, November 2009.
  
- ☞ Ben Abdallah A., (2010). « Date palm growing », *Options mediterraneennes serie A. Seminaires mediterraneens*, Volume 11, pages 105-120.
  
- ☞ Boisson S., (2011). « Contribution à la conservation de la flore cupro-cobalticole endémique du katanga (R.D.C) conservation en banque de graines et régénération d'espèces métallicoles », *Travail de fin d'étude presente en vue de l'obtention du diplôme de master bioingénieur en sciences agronomiques*, Gembloux, Agrobiotec.
  
- ☞ Booij I, Piombo G, Risterucci A M, Coupe M, Thomas D et Ferry M., (1992). « Etude de la composition chimique de dattes à différents stades de maturité pour la caractérisation variétale de divers cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) », *Fruits*, Volume 47, Issue 6, pages 667-678, 1992.
  
- ☞ Bouchetata T B., (2018). « : Etat des lieux détaillés des structures existantes et recommandations pour la mise en place de centres de ressources coordonnés wilaya de Laghouat », *rapport technique*, Mars 2018.
  
- ☞ Bouguedoura N, Benkhalifa A et Bennaceur M ., (2010). « Le palmier dattier en Algérie Situation, contraintes et apports de la recherche ». « *Biotechnologies du palmier dattier* ». Ouvrage collectif, Institut de Recherche pour le Développement collection Colloques et séminaires. Actes du 3e Séminaire du réseau AUF-BIOVEG. Montpellier (France), IRD Éditions.
  
- ☞ Bourgou S, Beji R S, Medini F et Ksouri R., (2016). « Effet du solvant et de la méthode d'extraction sur la teneur en composés phénoliques et les potentialités antioxydantes d'*Euphorbia helioscopia* », *Journal of New Sciences*, Volume 28, Issue 12, pages 1649-1655, April 2016.

- ☞ **Bousdira K., (2007).** « Contribution a la connaissance de la biodiversité du palmier dattier pour une meilleure gestion et une meilleur valorisation », Mémoire de magistère, Département de technologie alimentaire, Boumerdés.
  
- ☞ **Brac De La Perrière R, Ali et Benkhelifa A., (1991).** « Progression de la fusariose du palmier dattier en Algérie », Sécheresse n°2. Vol. 2, Juin 1991.
  
- ☞ **Bravo L., (1998).** « Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance », Nutrition reviews, Volume 56, Issue 11, pages 317-333.
  
- ☞ **CEE-ONU (organe de la Commission Économique des Nations Unies pour l'Europe), (2010).** « NORME CEE-ONU DDP-08 concernant la commercialisation et le contrôle de la qualité commerciale des dattes, Nations unies.
  
- ☞ **Cheriet F et Benziouche S E., (2012).** « Structure et contraintes de la filière dattes en Algérie », Revue Méditerranéenne d'Economie Agriculture et Environnement, Volume 11, Issue 4, pages 49-57, avril 2012.
  
- ☞ **Chaaban H, Ioannou I, Paris C, Charbonnel C et Ghoul M., (2017).** « The photostability of flavanones, flavonols and flavones and evolution of their antioxidant activity », Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry, Volume 336, pages 131-139.
  
- ☞ **Clériveret A, Alami I, Breton F, Garcia D et Sanier C., (1996).** « Les composés phénoliques et la résistance des plantes aux agents pathogènes », Acta Botanica Gallica, Volume 143, Issue 6, pages 531-538.
  
- ☞ **Collin S. et Jean Crouzet, (2011).** « Polyphénols et procédés ». Edition Lavoisier. P.337.
  
- ☞ **Daas Amiour S., (2009).** « Etude quantitative des composés phénoliques des extraits de trois variétés de dattes (*Phoenix dactylifera* L.) et évaluation *in vitro* de leur activité biologique », Mémoire de magister en biologie, Biochimie appliquée, Université de Batna.
  
- ☞ **Daher Meraneh A., (2010).** « Détermination du sexe chez le palmier dattier: Approches histo-cytologiques et moléculaires », pour obtenir le grade de docteur de l'université montpellier 2

- ☞ **Espiard E., (2002). « Introduction à la transformation industrielle des fruits », Ed Tech et Doc- Lavoisier, 360 p.**
  
- ☞ **Estanove P., (1990). « Note technique : Valorisation de la datte », in Dollé V. (ed.), Les systèmes agricoles oasiens, Toutain G. (ed.). Montpellier : CIHEAM, Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 11, pages 301-318.**
  
- ☞ **FAO., (2019) « Norme pour les dattes », codex alimentarius, CXS 143-1985.**
  
- ☞ **FAOSTAT, (2020).**
  
- ☞ **Fukushima Y, Ohie T, Yonekawa Y, Yonemoto K, Aizawa H, Mori Y et Kondo K., (2009). « Coffee and green tea as a large source of antioxidant polyphenols in the Japanese population », Journal of agricultural and food chemistry, Volume 57, Issue 4, pages 1253-1259.**
  
- ☞ **Galanakis C M., (2018). « Polyphenols: properties, recovery, and applications », Woodhead Publishing.**
  
- ☞ **Garde-Cerdán, T, Gonzalo-Diago A, et Pérez-Álvarez E P., (2017). « Phenolic compounds: types, effects and research », Nova Science Publishers.**
  
- ☞ **Gilles P., (2000). « Cultiver le palmier dattier », Editions Quae, 110 p.**
  
- ☞ **Gil-Martín E, Forbes-Hernández T, Alejandro R, Cianciosi D, Giampieri F et Battino M., (2021). « Influence of the extraction method on the recovery of bioactive phenolic compounds from food industry by-products », Food Chemistry, Volume 378, [URL:https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131918](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131918).**
  
- ☞ **Haddouchi F, Chaouche T M et Halla N., (2016). « Screening phytochimique, activités antioxydantes et pouvoir hémolytique de quatre plantes sahariennes d'Algérie », Phytothérapie, pages 1-9.**
  
- ☞ **Hadrami I E et Hadrami A E., (2009). « Breeding Date Palm », Breeding Plantation Tree Crops: Tropical Species, pages 191-216.**

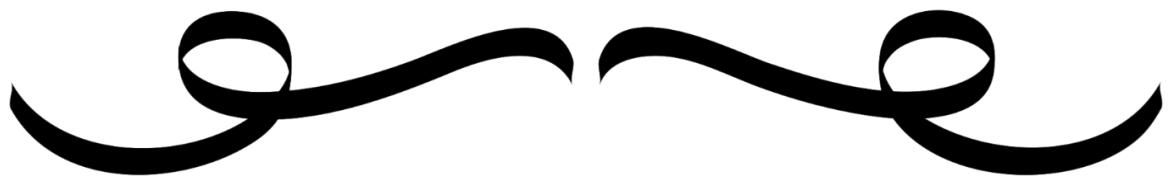
- ☞ Hamini Faïza., (2015). « Caractérisation biochimique des dattes de quelques cultivars de la région de Laghouat, test de l'activité antioxydante et biologique des phénols totaux in-vitro », Mémoire pour obtenir diplôme de Magister (école doctorale) en Sciences Agronomiques, option: Département de Biologie, Université Amar Telidji de Laghouat.
  
- ☞ Hannachi S, Khitri D, Benkhalifa A et Brac de la Perrière R., (1998). « Inventaire variétal de la palmeraie algérienne », Alger : Agence nationale d'éducation et de publication (ANEP).
  
- ☞ Hennebelle T, Sahpaz S et Bailleul F., (2004). « Polyphénols végétaux, sources, utilisations et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif », January 2004, Volume 2, Issue 1, pp 3-6.
  
- ☞ Hilgeman R H., (1972). « History of date culture and research in Arizona », Rep Annu Date Grow Inst, 1972.
  
- ☞ Hong Y J, Tomas-Barberan F A, Kader A A et Mitchell A E., (2006). « The flavonoid glycosides and procyanidin composition of Deglet Noor dates (*Phoenix dactylifera*) », journal of agricultural and food chemistry, Volume 54, Issue 6, pages 2405-2411.
  
- ☞ INRA., (2003).
  
- ☞ INRA., (2008). « Agriculture et biodiversité ; Valoriser les synergies », Expertise scientifique collective, Synthèse du rapport d'expertise réalisé par l'Inra à la demande du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche et du Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire.
  
- ☞ John Libbey E., (1993). « Physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semi-arides: séminaire », Ed John Libbey , 354-357 p.
  
- ☞ Khali M., Attou G. et Guetarni, (2005). « Influence de la thermisation et d'un emballage pour atmosphères modifiées sur la composition chimique de la datte Deglet noir au cours du stockage au froid ». Sciences & Technologie C – N°26. pp.9-16.

- ☞ Kchaou W, Abbès F, Blecker C, Attia H et Besbes S., (2013). « Effects of extraction solvents on phenolic contents and antioxidant activities of Tunisian date varieties (*Phoenix dactylifera* L.) », *Industrial crops and products*, Volume 45, pages 262-269.
  
- ☞ Khireddine H., (2013). « Comprimés de poudre de dattes comme support universel des principes actifs de quelques plantes médicinales d'Algérie ». En vue de l'obtention du diplôme de Magister. Filière: Génie Alimentaire. Option: Technologie Alimentaire. Université Boumerdes.
  
- ☞ Kim J, Pälijärvi M, Karonen M et Salminen J P., (2020). « Distribution of enzymatic and alkaline oxidative activities of phenolic compounds in plants », *Phytochemistry*, Volume 179, 112501, URL : <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2020.112501>.
  
- ☞ Koutouan F, Yapi Y, Wandan E, Bodji N et N'da K., (2019). « Composition en polyphénols totaux et en tanins des feuilles de neuf variétés de *Cajanus cajan* (L.) Millsp. au cours du premier cycle de croissance et en fonction du mode d'exploitation », *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, Volume 13, Issue 2, pages 882-898.
  
- ☞ Lahmar I, Belghith H, Ben Abdallah F et Belghith K., (2017). « Nutritional Composition and Phytochemical, Antioxidative, and Antifungal Activities of *Pergularia tomentosa* L », *BioMed research international*, Volume 2017.
  
- ☞ Lazhari M., (2007). « Le patrimoine phoénicicole dans la région de Laghouat : situation et perspectives », *Mémoire d'ingénieur d'état en agronomie saharienne*, Université de Laghouat.
  
- ☞ Liu X M, Liu Y, Shan C H, Yang X Q, Zhang Q, Xu N et Song W., (2022). « Effects of five extraction methods on total content, composition, and stability of flavonoids in jujube », *Food Chemistry*, Volume 14, URL: <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100287>.
  
- ☞ Macheix J, Fleuriet A et Jay-Allemand C., (2005). « Les composés phénoliques des végétaux: un exemple de métabolites secondaires d'importance économique », *Presse phytotechnique et universitaire, Romandes*.
  
- ☞ MADR, (2022).

- ☞ Mahmoudi S, Khali M et Mahmoudi N., (2013). « Etude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*Cynara scolymus* L.) », *Nature & Technology*, Volume 9, pages 35-40.
  
- ☞ Manickavasagan A, Essa M M et Sukumar., (2012). « Dates: production, processing, food, and medicinal values », CRC Press.
  
- ☞ Mansouri A, Embarek G, Kokkalou E et Kefalas P., (2005). « Phenolic profile and antioxidant activity of the Algerian ripe date palm fruit (*Phoenix dactylifera*) », *Food chem*, Volume 89, pages 411- 426.
  
- ☞ Matallah A., (2004). « Contribution à l'étude de la conservation des dattes de la variété Deglet-Nour : Isotherme d'adsorption et de desorption », Mémoire pour obtenir le Diplôme de d'Ingénieur d'Etat en Agronomie. Option : Technologie alimentaire. INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE (I.N.A) de El Harrach - Alger.
  
- ☞ Mehinagic E, Bourles E et Jourjon F., (2011). « Composés des fruits d'intérêt nutritionnel: impact des procédés de transformation sur les polyphénols », *Revue Suisse de Viticulture Arboriculture et Horticulture*, Volume 43, Issue 6, 364.
  
- ☞ Messar E M., (1994). « Le secteur phoenicicole algérien; situation et perspectives à l'horizon 2010 », *Options méditerranéennes*, Volume 2, pages 210-221.
  
- ☞ Monographie Direction de programmation et suivi du budget., (2017). « Monographie de la wilaya de Laghouat », Edition 2017.
  
- ☞ Munier P., (1973). « The date palm », *Techniques Agricoles et Productions Tropicales*, Volume 24.
  
- ☞ Munier P., (1953). « Sur l'origine du palmier-dattier », *Fruits*, Volume 8, Issue 2, pages 47-52.
  
- ☞ Navarro S., (2006). « Postharvest treatment of dates », *Stewart Postharvest Review*, Volume 2, Issue 2, pages 1-9.

- ☞ Nkhili E., (2009). « Polyphénols de l'Alimentation : Extraction, Interactions avec les ions du Fer et du Cuivre, Oxydation et Pouvoir antioxydant ». These pour l'obtention du Diplôme de Doctorat. Spécialité: Sciences des Aliments. DESA : Génie de l'environnement. Université Cadi Ayyad-Faculté des sciences Semlalia-Marrakech.
  
- ☞ Nollet L M, et Gutierrez-Urbe J A., (2018). « Phenolic compounds in food: characterization and analysis ».
  
- ☞ Panche A N, Diwan A D et Chandra S R., (2016). « Flavonoids: an overview », *Journal of nutritional science*, Volume 5, Issue 47, pages 1-15, December 2016.
  
- ☞ Reynes M, Bouabidi h, Piombo G, Risterucci AM., (1994). « Caractérisation des principales variétés de dattes cultivées dans la région du Djerid en Tunisie ». *Fruits*, 49 (4):289–298.
  
- ☞ Saaidi M., (1990). « Amelioration genetique du palmier dattier: criteres de selection, techniques et resultats », *Options Méditerranéennes*, Volume 11, pages 133-134.
  
- ☞ Sillero L, Prado R, Welton T et Labidi J., (2021). « Energy and environmental analysis of flavonoids extraction from bark using alternative solvents », *Journal Of Cleaner Production*, Volume 308, 127286, doi: 10.1016/j.jclepro.2021.127286.
  
- ☞ Sillero L, Prado R, Welton T et Labidi J., (2021). « Extraction of flavonoid compounds from bark using sustainable deep eutectic solvents », *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, Volume 24, 100544, doi: 10.1016/j.scp.2021.100544.
  
- ☞ Stoclet J C et Schini-Kerth V., (2011). « Flavonoides alimentaires et santé humaine », In *Annales pharmaceutiques françaises*, Volume 69, Issue 2, pages 78-90, March 2011.
  
- ☞ Telli, A, Mahboub N, Boudjeneh S, Siboukeur O. E. K et Moulti-Mati F., (2010). « Optimisation des conditions d'extraction des polyphénols de dattes lyophilisées (*Phoenix dactylifera* L.) variété ghars », *Annales des sciences et technologie*, Volume 2, Issue 2, pages 107-114, Décembre 2010.

- ☞ **Tichirine H., (2009). « Etude ethnobotanique, activité antioxydante et analyses phytochimiques de quelques cultivars de palmier dattier du Sud-Est Algerien ». Mémoire de magister en biologie. Université d'Oran.**
  
- ☞ **Tortora J G et Anagnostakos N P., (1987). « Principes d'anatomie et de la physiologie », Québec, Ed I.N.C, 688-693 p.**
  
- ☞ **Toutain G., (1979). « Eléments d'agronomie saharienne: de la recherche au développement », Paris, Ed JOUVE, 276 p.**
  
- ☞ **Watson R., (2018). « Polyphenols in Plants: Isolation, Purification and Extract Preparation (Second Edition) », Academic Press.**
  
- ☞ **Zannou O, Pashazadeh H, Ibrahim S A, Koca I et Galanakis C M., (2022). « Green and highly extraction of phenolic compounds and antioxidant capacity from kinkeliba (*Combretum micranthum* G. Don) by natural deep eutectic solvents (NADESs) using maceration, ultrasound-assisted extraction and homogenate-assisted extraction », *Arabian Journal of Chemistry*, Volume 15, Issue 5, doi: 10.1016/j.arabjc.2022.103752.**



*Annexe*



## Annexe 1.

### Nombre des palmiers par commune dans la région de laghouat

	<b>DATTIERS EN MASSE</b>  Superficie Occupée (ha)	<b>Nombre de palmiers existants</b>				<b>DEGLET NOUR</b> Dattes fines (nombre)
		<b>DEGLET NOUR</b> (dattes fines)  (nombre)	<b>GHERS ET ANALOGUES</b> Dattes molles  (nombre)	<b>DEGLET BEIDHA ET ANALOGUES</b> Dattes Séches nombre	<b>TOTAL (nombre)</b>	
LAGHOUAT	66	2702	3174	2556	<b>8432</b>	2302
KEH	8	292	402	324	<b>1018</b>	292
BBC	14	486	671	540	<b>1697</b>	486
SIDI MAKHLOF	5	162	224	180	<b>566</b>	162
AIN MADHI	11	389	536	432	<b>1357</b>	389
TAJMOUT	17	584	805	648	<b>2037</b>	584
KHNEG	5	162	223	180	<b>565</b>	162
TAJROUNA	36	1264	1743	1404	<b>4411</b>	1264
ASSAFIA	70	3032	3553	2700	<b>9085</b>	2432
HOUITTA	33	1167	1609	1296	<b>4072</b>	1167
<b>TOTALE</b>	<b>265</b>	<b>10240</b>	<b>12740</b>	<b>10260</b>	<b>33240</b>	<b>9240</b>

Source: MADR, (2022)

## Annexe 2.

### Production des dattes par commune dans la région de laghouat

Nombre de palmiers en rapport				Production (Kg/pied)			
	Ghers et analogues Dattes molles nombre	Deglet Beidha et analogues Dattes Séches nombre	Total (nombre)	Deglet nour Dattes fines (qx)	Ghers et analogues Dattes molles (qx)	Deglet Beidha et analogues Dattes Séches	Total (qx)
LAGHOUAT	3174	2556	<b>8032</b>	1085	1364	964	3413
KEH	402	324	<b>1018</b>	131	172	153	456
BBC	671	540	<b>1697</b>	97	201	196	496
SIDI MAKHLOF	224	180	<b>566</b>	72	96	60	228
AIN MADHI	536	432	<b>1357</b>	175	230	177	582
TAJMOUT	805	648	<b>2037</b>	262	346	248	856
KHNEG	223	180	<b>565</b>	72	93	71	236
TAJROUNA	1743	1404	<b>4411</b>	568	749	529	1846
ASSAFIA	3553	2700	<b>8485</b>	1171	1536	1060	3767
HOUITTA	1609	1296	<b>4072</b>	525	691	347	1563
TOTALE	12740	10260	<b>32240</b>	4158	5478	3805	13441

Source: MADR, (2022)

### Annexe 3.

#### Potential et prévision de production

Deglet nour (dattes fines)					
Sup Totale (ha)	Nombre palmiers total	Nombre Palmiers en rapport	Prévision de production (q)	Rdt moy (q/ha)	Kg /pied
77	9240	9240	4343	-	47

Source: MADR, (2022)

Ghers et analogues (Dattes molles)					
Sup Totale (ha)	Nombre palmiers total	Nombre Palmiers en rapport	Prévision de production (q)	Rdt moy (q/ha)	Kg /pied
98	12740	12740	5787	-	45

Source: MADR, (2022)

Degla Baida et analogues (Dattes séches)					
Sup Totale (ha)	Nombre palmiers total	Nombre Palmiers en rapport	Prévision de production (q)	Rdt moy (q/ha)	Kg /pied
90	10260	10260	4412	-	43

Source: MADR, (2022)

Total Général					
Sup Totale (ha)	Nombre palmiers total	Nombre Palmiers en rapport	Prévision de production (q)	Rdt moy (q/ha)	Kg /pied
265	32240	32240	14542	-	42

Source: MADR, (2022)

## Annexe 4.

### Protection phytosanitaire

Objectif traitement	Nombre de palmiers traités	
	Boufaroua	Myelois
Deglet nour	1500	2000

Source: MADR, (2022)

### Pollinisation

Variétés	Nombre de palmiers en rapport	% de pollinisation
Deglet nour	9240	100%
Ghars et analogues	12740	100%
Deglet beidha et analogues	10260	100%
Total	32240	100%

Source: MADR, (20

