



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 :

DAHKAL Fatima zohra

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

FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES

OPTION : AMELIORATION DES PLANTES

Thème

Extraction et dosage des phénols totaux et flavonoïdes des racines et feuilles de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) et test de l'activité antibactérienne des extraits.

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
M. MAKOUDI Mourad	M.M.A	Président
Mme. LOUNICI Safia	M.M.A	Examinatrice
Mme. HAMINI Faiza	M.A.A	Encadrante

Promotion : Juin – 2023

Remerciements

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

Dans le cadre de ce mémoire, je tiens à remercier, profondément, ma promotrice « Mme HAMINI Faiza » pour la qualité d'encadrement, la rigueur scientifique et le soutien dont j'ai bénéficié tout au long de la période d'élaboration de ce mémoire.

Je suis infiniment reconnaissante a « M. MOULAI » et « M. BENADJILA » pour les informations et les échantillons de dattes qu'il nous ont procuré sans lesquels ce travail n'aurait pas été possible.

Je voudrais exprimer mes sincères remerciements au personnel du laboratoire de recherche "Biologique, Chimique et Physique des Matériaux" et le « Laboratoire de recherche fondamentale » de l'université de Laghouat pour leur soutien et leur aide ont été essentiels dans la réalisation de mon mémoire.

Toute ma gratitude pour « Mme KHACHBA Fatna » et « Mme BENCHERIF soumia » du laboratoire vétérinaire de Laghouat qui m'ont guidé durant mon travail, pour leur rigueur, leur gentillesse et pour m'avoir fait profiter de leurs expériences.

Je remercie membre du jury « Mme LOUNICI Safia » et « M MAKOUDI Mourad » qui vont contribuer à l'amélioration de cette étude

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.



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."



Abstract

The date palm is the main phylogenetic resource of the Algerian Sahara. Considered as a tree of providence, its various parts have been used for centuries for various purposes, including traditional medicine. While the fruits have been the subject of many studies, the leaves and roots remain unexploited. In this study, we performed a biochemical characterization of the leaves (l) and roots (r) of two endemic cultivars from the Laghouat region: Taddala (TAD) and Tizzaouet (TIZ). A reflux apparatus performed the extraction of the total phenolic content. We used the colorimetric method of Folin-Ciocalteu for the determination of the total phenol content (TPC) and aluminum trichloride for the determination of the total flavonoid content (TFC). In addition, we tested the antibacterial activity of the extracts against two bacterial strains one Gram -: *Escherichia coli* ATCC 25922 and one Gram +: *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. The results showed very high levels of TPC in date palm leaves and roots with a predominance in leaves. It reached up to 825,63 mg (GAE)/100 g dry weight in TAD leaves. TFC were also quite high, ranging from 11.24 to 70.41 mg (EQ) / 100 g dry weight and were significantly correlated with TPC. The extracts showed no significant antibacterial activity against the two bacterial strains compared to classic antibiotics. The results suggest that all parts of this plant are a good source of natural antioxidants and can be used as functional food ingredients.

Keywords: *Phoenix dactylifera*; date palm leaves and roots; total phenolic content; total flavonoid content; antibacterial activity.

Résumé

Le palmier dattier est la principale ressource phytogénétique du Sahara algérien. Considéré comme un arbre de la providence, ses différentes parties sont utilisées depuis des siècles à diverses fins, dont la médecine traditionnelle. Si les fruits ont fait l'objet de nombreuses études, les feuilles et les racines restent inexploitées. Dans cette étude, nous avons effectué une caractérisation biochimique des feuilles (f) et des racines (r) de deux cultivars endémiques de la région de Laghouat : Taddala (TAD) et Tizzaouet (TIZ). Un appareil à reflux a été employé pour l'extraction du contenu phénolique total. Nous avons utilisé la méthode colorimétrique de Folin-Ciocalteu pour la détermination de la teneur totale en phénols (TPC) et le trichlorure d'aluminium pour la détermination de la teneur totale en flavonoïdes (TFC). De plus, nous avons testé l'activité antibactérienne des extraits contre deux souches bactériennes une Gram - : *Escherichia coli* ATCC 25922 et une Gram + : *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. Les résultats ont montré des taux très élevés de TPC dans les feuilles et racines de palmier dattier avec une prédominance en feuilles. Elle atteint jusqu'à 825,63 mg (GAE)/100 g de poids sec dans les feuilles de TAD. Les TFC étaient également assez élevés, allant de 11,24 à 70,41 mg (EQ) / 100 g de poids sec et étaient significativement corrélés avec les TPC. Les extraits n'ont montré aucune activité antibactérienne significative contre les deux souches bactériennes par rapport aux antibiotiques classiques. Les résultats suggèrent que toutes les parties de cette plante sont une bonne source d'antioxydants naturels et peuvent être utilisées comme ingrédients alimentaires fonctionnels.

Mots clés : *Phoenix dactylifera* ; feuilles et racines de palmier dattier ; contenu phénolique total; teneur totale en flavonoïdes ; activité antibactérienne.

الملخص

نخيل التمر هو المورد الوراثي النباتي الرئيسي للصحراء الجزائرية. تعتبر شجرة العناية الإلهية، وقد تم استخدام أجزائها المختلفة لعدة قرون لأغراض مختلفة، بما في ذلك الطب التقليدي. بينما تمت دراسة الفاكهة على نطاق واسع، تظل الأوراق والجذور غير مستغلة. في هذه الدراسة، أجرينا توصيفًا كيميائيًا حيويًا للأوراق (f) والجذور (r) لاثنتين من الأصناف المستوطنة في منطقة الأغواط : تدالة (TAD) ونيزوات، (TIZ) تم استخدام جهاز الانصهار لاستخراج المحتوى الفينولي الكلي. تم استخدام طريقة فولين-سيوكالتو لقياس الألوني لتحديد إجمالي محتوى الفينول (TPC) وكلوريد الألومنيوم الثلاثي. لتقدير محتوى الفلافونويد الكلي (TFC) بالإضافة إلى ذلك ، قمنا باختبار النشاط المضاد للبكتيريا للمستخلصات ضد سلالتين البكتيريا إشريشيا كوالي (سالبة لصبغة غرام) والعنقوديات الذهبية (موجبة لصبغة غرام). أظهرت النتائج مستويات عالية جدًا من TPC في الأوراق وجذور النخيل مع غلبة الأوراق. يصل إلى 825.63 مجم / 100 (GAE) جم وزن جاف في أوراق TAD. كانت TFCs أيضًا عالية جدًا ، تتراوح من 11.24 إلى 70.41 مجم / 100 (EQ) جم بالوزن الجاف وكانت مرتبطة بشكل كبير مع الإنعاش القلبي الرئوي. أظهرت المستخلصات عدم وجود نشاط مضاد للجراثيم معنوي ضد السلالتين البكتيريتين مقارنة بالمضادات الحيوية التقليدية. تشير النتائج إلى أن جميع أجزاء هذا النبات هي مصدر جيد لمضادات الأكسدة الطبيعية ويمكن أن تكون كذلك تستخدم كمكونات غذائية وظيفية.

الكلمات المفتاحية: فينيكس داكيتيليفيرا ؛ أوراق النخيل والجذور. إجمالي محتوى الفينول . إجمالي محتوى الفلافونويد . نشاط مضاد للجراثيم.

LISTE DES ABREVIATIONS

%	Pourcentage
°C	Dégré Celsius
Abs	Absorbance
ADN	Acide désoxyribonucléique
ATCC	American type culture collection = Collection américaine des cultures type.
DMSO	Dimethylsulfoxyde
<i>E. coli</i>	<i>Escherichia coli</i>
<i>s. aureus</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
EQ	Equivalent en quercétine.
FAO	Food and Agriculture Organisation
Fig.	Figure
g	Gramme
G	Agrandissement
GN	Gélose nutritive
Ha	Hectare
kg	Kilogramme
ml	Millilitre
mm	Millimètre
Moy	Moyenne
SAT	Superficie agricole totale
SAU	Superficie agricole utile
Tab.	Tableau
UV	Ultraviolet
µl	Microlitre
(f)	Feuilles
(r)	Racines
(TAD)	Taddala
(TIZ)	Tizzaouet
(TPC)	La teneur totale en phénols
(TFC)	La teneur totale en falvonoides
P.	Phoenix

LISTE DES figures

figures	Pag
Figure 1. Répartition géographique du (<i>Phoenix dactylifera</i> L.) et principaux pays producteurs dans le monde	06
Figure 2. Schéma du palmier dattier	11
Figure 3. Structure de quelques composés phénoliques	16
Figure 4. Formes mésomères du phénol	18
Figure 5. Schéma de l'étude expérimentale.	25
Figure 6. Extraction des échantillons avec le montage à reflux (A) et évaporation de l'échantillon avec l'évaporateur rotatif (B). (Images personnelles)	27
Figure 7. Protocole de préparation des extraits des dattes	28
Figure 8. Les étapes de l'extraction liquide/liquide. (Images personnelles)	29
Figure 9. Dosage des phénols totaux. (Images personnelles)	30
Figure 10. Dosage des flavonoïdes. (Images personnelles)	31
Figure 11. Densitomètre (A) tube contenant l'inoculum à 0,5 MFU (B). (Images personnelles)	33
Figure 12. Préparation pour l'étude anti microbienne de dattes	34
Figure 13. Histogramme représentant les taux d'extractions (%) des 4 extraits de palmier dattier de l'étude. TADf : feuilles du cultivar tadala, TADr : racines du cultivar tadala, TIZf : feuilles du cultivar tizzaouet, TIZr : racines du cultivar tizzaouet.	37
Figure 14. Histogramme représentant la teneur en composés phénoliques (TPC) en mg équivalent acide gallique/100g de matière sèche des 4 extraits de palmier dattier de l'étude. TADf : feuilles du cultivar tadala, TADr : racines du cultivar tadala, TIZf : feuilles du cultivar tizzaouet, TIZr : racines du cultivar tizzaouet.	38
Figure 15. Histogramme représentant la teneur en flavonoïdes (TFC) en mg équivalent Quercétine/100g de matière sèche des 4 extraits de palmier dattier de l'étude. TADf : feuilles du cultivar tadala, TADr : racines du cultivar tadala, TIZf : feuilles du cultivar tizzaouet, TIZr : racines du cultivar tizzaouet.	42
Figure 16. L'activité antibactérienne de l'extrait de dattes sur la bactérie <i>Staphylococcus aureus</i>	46
Figure 17. L'activité antibactérienne de l'extrait de dattes sur la bactérie <i>Escherichia coli</i>	47
Figure 18. Photos des résultats des antibiogrammes. avec <i>E-coli</i>	49
Figure 19. Photos des résultats des antibiogrammes.avec <i>Staphylococcus aureus</i>	49
Figure 20. Graphique représentant les flavonoïdes par rapport aux composés phénoliques des feuilles de tadala	51
Figure 21. Graphique représentant les flavonoïdes par rapport aux composés phénoliques des racines de tadala	52
Figure 22. Graphique représentant les flavonoïdes par rapport aux composés phénoliques des feuilles de tizzaouet	52
Figure 23. Graphique représentant les flavonoïdes par rapport aux composés phénoliques des racines de tizzaouet	52

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Page
Tableau 1. Nombre de palmiers dattiers en Algérie	07
Tableau 2. Répartition des superficies agricoles de la wilaya de Laghouat	08
Tableau 3. La production phoenicicole total et par Kg/pied par campagne agricol	09
Tableau 4. Récolte de l'année 2022	10
Tableau 5. Composition chimique du feuillet et rachis de palmier dattier (Phoenix dactylifera)	12
Tableau 6 . Composition chimique de fibre brute de palmier dattier	12
Tableau 7. Composition chimique de quelques types de bois de palmier dattier	13
Tableau 8. Les principales classes des composés phénoliques	17
Tableau 9. classement des souches microbienne selon leur sensibilité	34
Tableau 10. La teneur en composés phénoliques (TPC) en mg équivalent acide gallique / 100g de matière sèche des 4 extraits de palmier dattier de l'étude.	39
Tableau 11. La teneur en flavonoïdes (TFC) en mg équivalent Quercétine /100g de matière sèche des 4 extraits de palmier dattier de l'étude.	42
Tableau 12. Diamètres moyens des zones d'inhibition en mm	45
Tableau 13. Résultats de l'antibiogramme	48
Tableau 14. Représentation globale des résultats de l'étude	50

Table de matière

Remerciement

Dédicace

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction.....2

PREMIERE PARTIE : Revue Bibliographique

Chapitre 1. Généralités sur le palmier dattier.....5

1.1. Distribution géographique.....6

 Dans le monde6

 En Algérie.....7

1.2. Patrimoine phoenicicole de Laghouat.....8

1.2.1. Généralités sur la région de Laghouat.....8

1.2.2. Production.....9

1.3. Description botanique et taxonomie.....10

1.4. Composition chimique (de toutes les parties).....11

 Composition chimique des feuilles et rachis de palmier dattier.....11

 Composition chimique du brut de la maille qui entoure le palmier dattier.....12

 Composition chimique des noyaux des date.....12

 Composition chimique de quelques types de bois de palmier dattier.....13

 Composition chimique des racines de palmier.....13

1.5. Utilisations.....13

Chapitre 2 . Composés phénoliques.....	15
1.1 . Définition des composés phénoliques.....	16
1.2 .Classification.....	17
1.3 .Propriétés chimiques des composés phénoliques.....	17
1.4 .Utilisation des composés phénoliques.....	18
1.4.1 Cosmétologie.....	18
1.4.2 Agroalimentaire.....	18
Chapitre 3 Propriétés biologiques des composés phénoliques.....	19
1.1. Propriété antifongique.....	20
1.2. Propriétés antibactériennes.....	21
Activité contre les bactéries Gram +	21
Activité contre les bactéries Gram -.....	21
1.3. Autres effets biologiques.....	22

Deuxième partie : Etude expérimentale

1. Méthodologie de travail.....	24
I.1.Lieux de réalisation du travail.....	24
I.2.Schéma de l'étude expérimentale.....	25
1. Méthodes.....	27
2.1. Échantillonnage.....	27
2.2. Préparation des échantillons.....	27
2.3. Extraction solide/liquid.....	27
2.4. Extraction liquide/liquid.....	29
2.5. Dosage des phénols totaux.....	30
2.6. Dosage des flavonoids.....	31
2.7. Activité antimicrobienne.....	32

2.7.1. Classement des souches testées selon leurs sensibilités aux antibiotiques, antifongiques et aux extraits.....	34
--	----

3. Statistiques.....	35
----------------------	----

Troisième partie : Résultats et Discussion

I. Taux d'extraction.....	37
II. Teneurs en phénols totaux (TPC).....	38
III. Teneurs en flavonoids.....	41
IV. Activité antibactérienne.....	44
V. Analyse globale des résultats.....	50

Conclusion générale .

Références bibliographiques.

Annexe



Introduction



Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) fait partie des espèces fruitières dont la culture existe depuis la plus haute antiquité (**Munier, 1973**). Le palmier dattier est une monocotylédon de la famille des Palmae et du genre *Coryphoideae* (**Barreveld, 1993**).

D'un point de vue écologique, le palmier dattier joue un rôle majeur dans la lutte contre la désertification et le maintien de l'équilibre écologique et de la diversité biologique. Le palmier dattier est une culture importante dans toutes les régions du sud de l'Algérie, environ 18 millions de palmiers dattiers sont cultivés sur une superficie de 169 380 ha ; parmi ceux-ci, dix millions d'arbres produisent un rendement annuel de 500 000 tonnes de dattes (**Bouguedoura, 2015**). Plus de 940 cultivars ont été actuellement identifiés en Algérie (**Hannachi et al., 1998**). Cependant, cette culture n'a cessé de se détériorer (**ICRA, 2003**). Le patrimoine phénicicole de la région de Laghouat a connu une importante dégradation ces dernières années. Il est urgent de lutter contre l'érosion génétique de cette ressource.

L'importance de la datte dans l'alimentation humaine vient de sa riche composition en glucides (sucres tels que fructose, glucose et saccharose ; fibres alimentaires), sels et minéraux (calcium, magnésium, phosphore, potassium, fer, zinc, cuivre, manganèse, et sélénium), vitamines (A, A1, B, B1, B2, B3, B5, B6), acides gras, acides aminés et protéines (**Elleuch et al., 2008 ; Livingston et al., 2002**). Elle provient aussi, de sa richesse en antioxydant tels que les composés phénoliques (**Mansouri et al., 2005 ; Ghiaba et al., 2012 ; Hamini et al., 2015**).

Les composés phénoliques sont caractérisés par la présence d'un ou plusieurs cycles aromatiques comprenant un ou plusieurs groupements hydroxyles. Ils sont classés selon le nombre de carbones par molécule et selon la structure squelettique de base (**Harborne, 1989**). Les composés phénoliques peuvent réduire les risques de plusieurs maladies et améliorer la santé humaine en général (**Iqbal et al., 2007**).

Si le fruit du palmier dattier a fait l'objet de nombreuses études, ses feuilles et ses racines restent inexploitées. Le but de cette étude est la caractérisation du contenu bioactif des racines et feuilles de deux cultivars endémiques de la région de Laghouat (Algérie). Dans la présente étude, les teneurs en composés phénoliques et en flavonoïdes ont été mesurées à partir des extraits des feuilles et de racines obtenues par l'extraction à reflux. En outre, nous avons testé l'activité antibactérienne de ces derniers sur deux bactéries différentes.

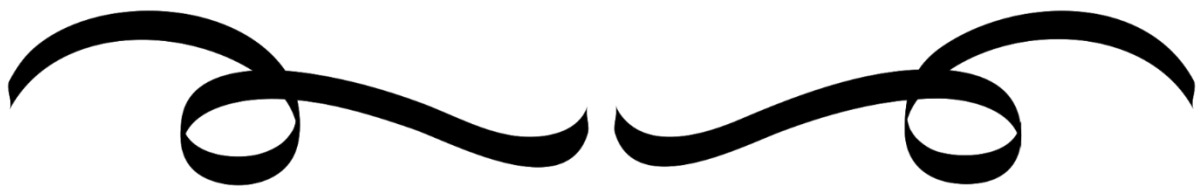
Notre travail s'est organisé en deux parties distinctes. La première partie est consacrée à une synthèse bibliographique et comprend trois chapitres. Le premier chapitre aborde des généralités sur le palmier dattier et le deuxième chapitre explore les composés phénoliques. Le dernier chapitre se concentre sur les propriétés biologiques des composés phénoliques.

La deuxième partie est expérimentale et décrit les démarches méthodologiques ainsi que les techniques utilisées. Elle décrit aussi les résultats et la discussion qui a suivi et enfin la conclusion.



Partie 1.

Synthèse bibliographique





Chapitre 1. Généralités sur le palmier dattier



1. Distribution géographique et production

Dans le monde :

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 latitudes 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, en Australie et Etats-Unis d'Amérique (Laouini, 2014) (Fig. 01).

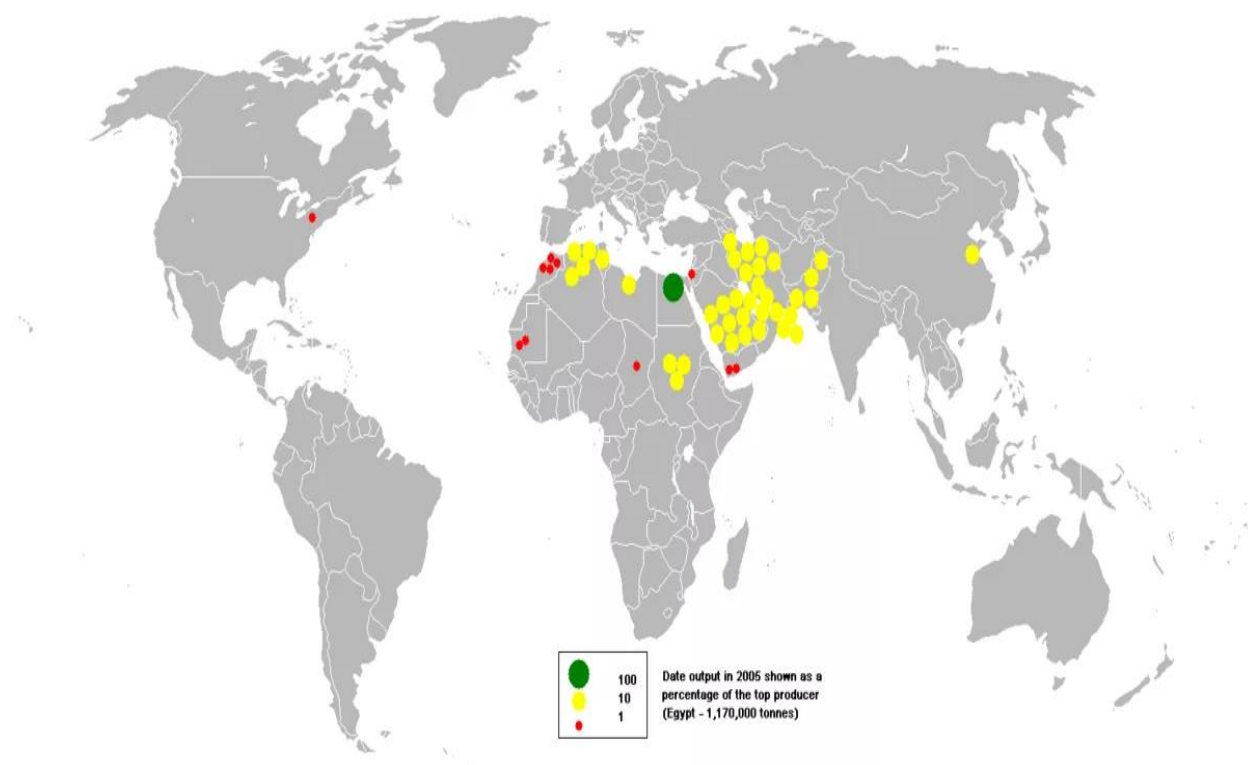


Figure 1. Répartition géographique du (*Phoenix dactylifera* L.) et principaux pays producteurs dans le monde (Laouini, 2014).

En Algérie :

La culture du palmier dattier occupe toutes les régions situées sous l'Atlas saharien depuis la frontière Marocaine à l'Ouest jusqu'à la frontière Est Tuniso-Libyenne. Du Nord au Sud du pays, elle s'étend depuis la limite Sud de l'Atlas saharien jusqu'à Reggane à l'Ouest, Tamanrasset au centre et Djanet à l'Est (Tab. 1).

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.

Tableau 1. Nombre de palmiers dattiers en Algérie (DSA, 2002).

Wilayas	Deglet-Nour	Dattes molles	Dattes sèches	Total	Palmier en rapport
Adrar	0	0	2 150 904	2 904 150	2 860 071
Laghouat	8 470	7 650	11 580	27 700	12 580
Batna	700	3 900	21 270	25 870	25 330
Biskra	1 964 460	436 530	748 200	3 149 190	5 802 012
Bechar	5 650	0	0	770 030	360 150
Tamanrasset	2 940	0	0	417 140	167 760
Tebessa	49 550	49 550	10 650	68 970	25 200
Djelfa	2 610	860	210	3 680	1 610
M'sila	0	0	18 000	18 000	14 000
Ourgla	1 092 330	783 850	193 130	2 310 069	1 130 667
El-bayadh	0	45 900	0	193 130	22 500
Ilizi	2250	16 340	73 030	91 620	49 930
Tindouf	350	24 250	0	24 600	3200
El-oued	1 884 030	703 330	296 300	2 660 883	2 580 238
Khenchela	21 290	44 800	7370	73 460	51 040
Naama	0	19 600	2600	22 200	15 250
Ghardaia	377 100	154 400	378 900	910 400	631 600
Total	3 559 930	1 660 761	4 048 710	13 505 880	9 300 370

1.1. Patrimoine phoenicicole de Laghouat

1.1.1. Généralités sur la région de Laghouat

Issue du découpage administratif de 1974, Laghouat occupe une position centrale en Algérie reliant les hauts plateaux avec le Sahara. La wilaya couvre une superficie totale de 25 052 km², et fait partie du groupe des 12 wilayat pastorales du pays ainsi que des wilayat du Sud, de fait de sa position géographique et de ses caractéristiques climatiques (Amrani, 2021).

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).

La région a une superficie totale de 2 469 700 ha, dont 73 013 ha de terres agricoles et 30 812 ha de terres irriguées (Laoubi et al., 2011).

L'agriculture est considérée l'une des secteurs principaux dans la wilaya avec une superficie agricole totale (SAT) de 2 008 706 Ha. La superficie agricole utile (SAU) totalisé 73013 Ha qui représentent 3.64 % de la SAT et 1.82 % est irriguée avec une superficie de l'ordre de 36 424 Ha (Monographie, 2017).

Tableau 2. Répartition des superficies agricoles de la wilaya de Laghouat (D.S.A 2012).

Superficie totale	2 505 200 ha	100%
Superficie agricole	2 008 706 ha	80.18 %
SAU	73 013 ha	5.51 %
Phoeniculture	315 ha	0.12 %
SAU irriguée	31 426 ha	29.01 %
Parcours	1 529 559ha	76.22%
Bon état	93 855 ha	6.13%
Dégradé	1 035 921 ha	67.65%
A reconstituer	401 709 ha	26.24%
Superficie forestière	92 739ha	3.63%
Forêts claires	45 431ha	49.92 %
Maquis	25 400 ha	55.91%
Reboisement	20 178 ha	44.41%

1.1.2. Production

Bien que considérée comme une wilaya à vocation pastorale, elle possède beaucoup de potentialité pour être une importante région phoénicienne. La production a été multipliée au cours des années grâce aux différentes politiques agricoles qui ont visés à encourager l'augmentation des surfaces agricoles dédiées à la culture du palmier dans (Tab.3) production de palmiers a baissé en 2018/2019 (30 %) des raisons cela est sûrement dû au manque de soins culturels de Laghouat, on note que le cultivar le plus abondant dans l'oasis est **Deglet-Nour, Ghars et Degla-Beidha**. La campagne 2022 a été importante (Tab.4) avec une production totale de 14542 Qx.

Tableau 3. La production phoénicienne totale et par Kg/pied par campagne agricole

Campagne	Production (Qx)				Production (Kg/pied)		
	Deglet Nour	Ghars et analogue	Degla Beidha et analogue	Total	Deglet Nour	Ghars et analogue	Degla Beidha et analogue
2006/2007	650	1850	2100	4600	45	30	33
2007/2008	595	1370	1835	3800	41	21	46
2008/2009	650	2548	2900	6098	45	41	46
2009/2010	650	2800	2900	6350	45	44	46
2010/2011	980	4298	4342	9620	70	68	70
2011/2012	1520	5840	5920	13280	107	94	94
2012/2013	1520	5840	5920	13280	107	94	94
2013/2014	1520	5840	5920	13280	107	94	94
2014/2015	1520	5840	5920	13280	107	94	94
2015/2016	4600	6230	5430	16260	49	43	42
2016/2017	4125	5680	4963	14768	45	44	43
2017/2018	4120	5690	4960	14770	44	44	43
2018/2019	1848	3823	4000	9671	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	Ghars et	Degla	Total	Deglet	Ghars et	Degla	Total
Nour	analogues	Beidha et analogue		Nour	analogues	Beidha et analogue	
4343	5787	4412	14542	1300	1736	1323	4359

Source: MADR, (2022).

1.4. Description botanique

Le palmier dattier est une plante monocotylédone à croissance apicale dominante. Le diamètre du tronc de l'arbre demeure généralement stable sous les mêmes conditions à partir de l'âge adulte. On distingue 3 parties : un système racinaire, un organe végétatif composé du tronc et de feuilles et un organe reproductif composé d'inflorescences mâles ou femelles. Les valeurs quantitatives et qualitatives des organes végétatif et reproductif sont variables. Il semble possible de caractériser les cultivars par la comparaison de la plupart de ces paramètres qui forment des index taxonomique différentiels (Laouini, 2014).

Le fruit du palmier dattier, connu sous le nom de datte, est un fruit comestible produit par le palmier dattier. Ce fruit est une drupe, caractérisée par une peau fine et une chair charnue entourant un noyau. Les dattes sont généralement de forme ovale et varient en taille, en couleur et en texture en fonction de la variété.

Les dattes sont réputées pour leur goût sucré et leur texture moelleuse. Elles peuvent être dégustées fraîches, séchées ou utilisées dans la préparation de divers plats et desserts. En plus de leur saveur délicieuse, les dattes sont également riches en nutriments. Elles contiennent des fibres alimentaires, des vitamines (notamment les vitamines A, B et C) et des minéraux tels que le potassium, le magnésium et le fer.

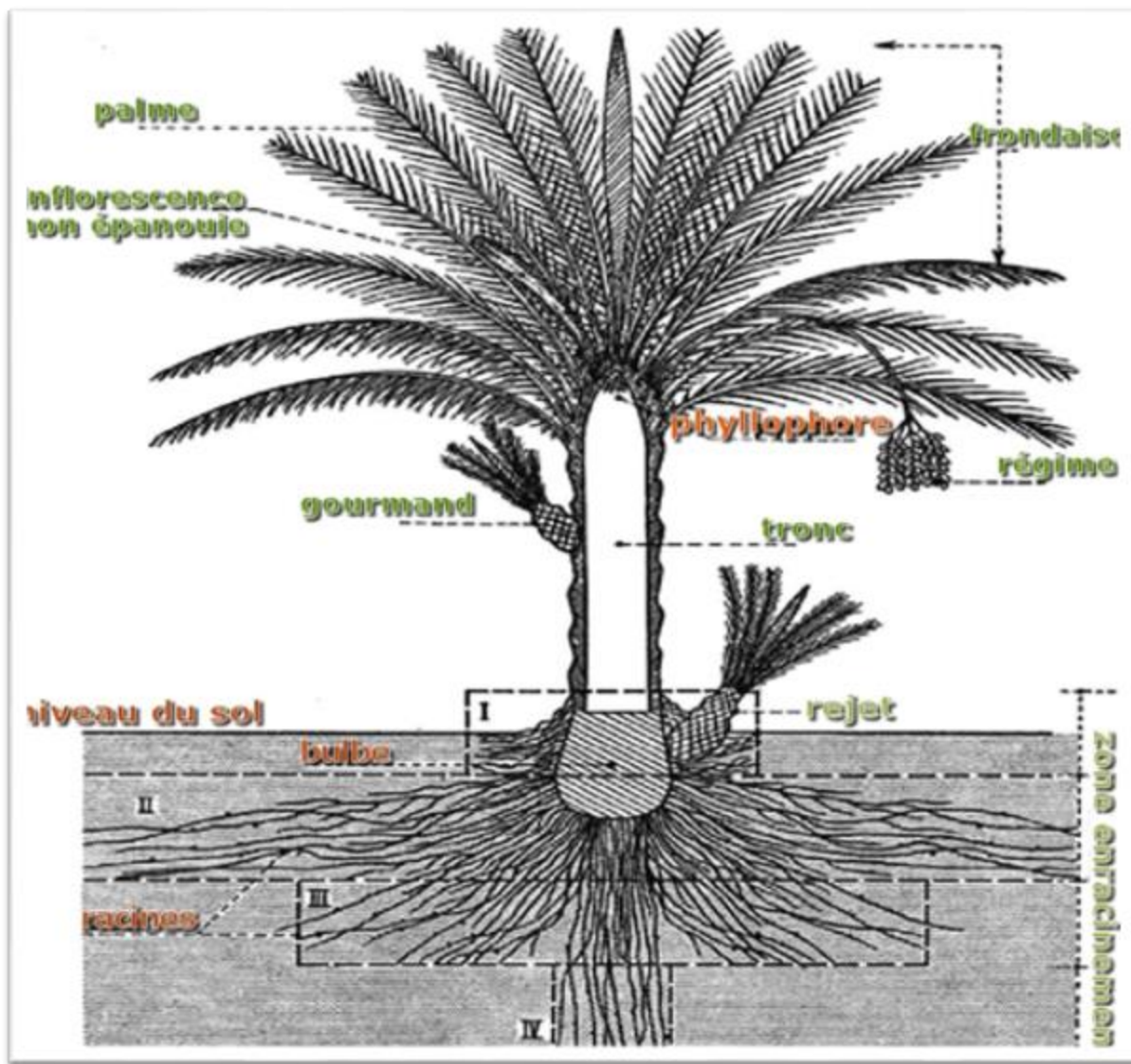


Figure 2. Schéma du palmier dattier (Munier, 1973).

1.5. Composition chimique de toutes les parties

Phytochimiquement, toute la plante contient des hydrates de carbone, alcaloïdes, stéroïdes, flavonoïdes, vitamines et des tanins.

○ Composition chimique des feuilles et rachis de palmier dattier

Les constituants et la composition chimique des feuillettes et rachis de palmier dattier sont donnés au Tableau 5

Tableau 5. Composition chimique du feuillet et rachis de palmier dattier (*Phoenix dactylifera*) (Bendahou et al, 2017).

Constituant	Feuillets (% de matière sèche)	Rachis (% de matière sèche)
Cendre	6.5	2.5
Graisse et cire	3	4
Lignine	27	14
Protéine	2	6
Cellulose	33.5	44
autres polysaccharides	26	28

○ **Composition chimique du brut de la maille qui entoure le palmier dattier**

Des échantillons bruts de la maille (tapis naturel) qui entoure le palmier dattier sont analysés. Le tapis naturel se compose de fibres individuelles qui se croisent,

Tableau 6 . Composition chimique de fibre brute de palmier dattier (Alawar et al, 2009).

Élément	Cellulose(% En poids)	Lignine(% En poids)	Hémicelluloses (% En poids)	teneur en humidité(%En poids)	Autres (%En poids)
Composition	46	20	18	5	11

○ **Composition chimique des noyaux des dattes**

Les travaux de recherche menés sur la composition des noyaux de certaines variétés de dattes d'Arabie Saoudite ont démontré la présence de protéines, de glucides, de lipides et de minéraux (K, P, Ca, Na, Fe, Mn, Zn, Cu) (BEN ABES, 2011; BESBES et al., 2005 Al Hooti et al., 1998 ; Djouab ,2007).

○ **Composition chimique de quelques types de bois de palmier dattier**

Tableau 7. Composition chimique de quelques types de bois de palmier dattier(Almi, 2018).

Type de bois de palmier dattier	Cellulose (%)	Hémicellulose (%)	Lignine (%)	Autres (%)
Folioles	33.5	26	27	13.5
Rachis	41.2	28.5	27.3	3
Fibrillium	46	18	20	16
Pétiole	75.6	75.6	16.8	7.6
Tronc	45	23	Nd	Nd

○ **Composition chimique des racines de palmier**

la composition chimique des racines

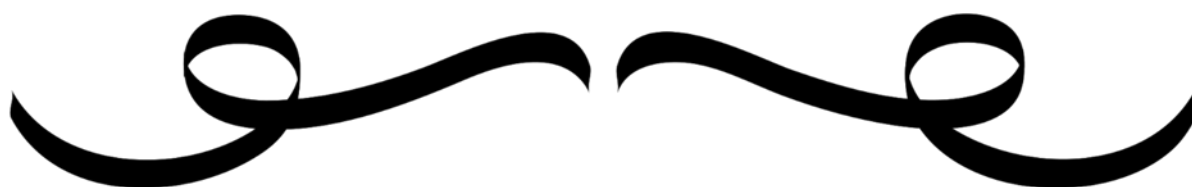
- Il y'a une relation entre le potassium des racines et le potassium du sol, la teneur élevée de sodium dans le sol inhibe l'absorption du chlore dans les racines. Donc, il y a une relation entre la composition chimique des sols et la composition chimique des racines (Belahbib, 2005).

1.6. Utilisations

Le palmier dattier fournit des fruits, très énergétiques, mais bien d'autres choses. Plus de 130 usages sont identifiés auprès des populations oasiennes.

- Ses dattes servent à la production de miel de datte (Rob), de vinaigre (dans certains pays d'Afrique du Nord, le palmier dattier est utilisé pour extraire le legmi de son stipe (simili-tronc), en incisant le bourgeon terminal de la plante et en récupérant la sève, un peu à la manière de l'eau d'érable Amérique du Nord)
- Son « bois » est précieux, tant comme combustible que comme bois d'œuvre, dans où les arbres sont très rares.
- Ses feuilles (palmes) fournissent une matière première pour la fabrication de divers objets de vannerie. Entières, elles sont utilisées pour couvrir les toits ou fixer les dunes (afreg).

- Le rachis sert pour la confection des articles de meubles. Les bases des pétioles (karnaf) sont utilisées dans la construction ou dans des travaux artistiques d'ébénisterie (à Metlili, à côté de Ghardaïa, par exemple).
- Le bourgeon terminal, comme pour beaucoup de palmiers, peut être consommé comme chou palmiste.
- Les épines de ses palmes sont utilisées comme porte-brochettes et aussi comme épingles dans le métier à tisser. Parfois certains nomades chasseurs l'utilisent pour fabriquer des pièges pour capturer des gazelles, des fennecs et des mouflons ; il est aussi souvent employé comme « arbre » d'ornement (**Ben khelifa, 2017**).



Chapitre 2 . Composés phénoliques



1.1 . Définition des composés phénoliques

Les composés phénoliques constituent une famille de molécules organiques largement présente dans le règne végétal. Ils sont caractérisés, comme l'indique le nom, par la présence d'au moins deux groupes phénoliques 1 associés en structures plus ou moins complexes, généralement de haut poids moléculaire. Ces composés sont les produits du métabolisme secondaire des plantes (Cheaib et *al.*, 2018).

Les composés phénoliques prennent une importance croissante, notamment grâce à leurs effets bénéfiques sur la santé. En effet, leur rôle d'antioxydants naturels suscite de plus en plus d'intérêt pour la prévention et le traitement du cancer, des maladies inflammatoires, cardiovasculaires et neuro-dégénératives. Ils sont également utilisés comme additifs pour les industries agroalimentaires, pharmaceutiques et cosmétiques (Al-Bukhaiti et *al.*, 2019).

Les composés phénoliques sont un groupe diversifié de composés organiques. Ces molécules sont présentes dans la plupart des tissus végétaux, par exemple les feuilles, les racines et les parties comestibles de la plante telles que les fruits. De plus, les composés phénoliques peuvent être trouvés dans la nature conjugués à des fragments de sucre et à des acides organiques (Aviles-Gaxiola et *al.*, 2020).

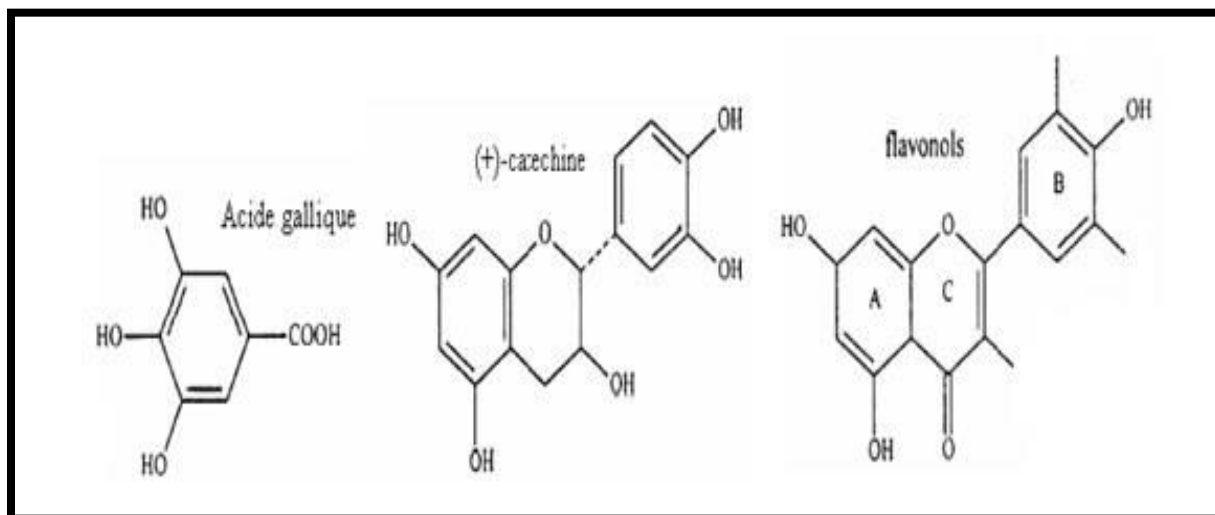


Figure 3 . Structure de quelques composés phénoliques (Wang et Mazza, 2002).

1.2. Classification

Selon **Harborne (1989)**, les polyphénols peuvent être divisés en au moins 10 classes différentes selon leur structure chimique de base. Peuvent s'étendre de molécules simples, tels que les acides phénoliques, aux composés fortement polymérisés, tels que des tannins (**Lugasi et al., 2003**). Les composés phénoliques (acides phénoliques, flavonoïdes simples et proanthocyanidines) forment le groupe des composés phytochimiques le plus important des plantes (**Beta et al., 2005**). Également classé selon le nombre et l'arrangement de leurs atomes de carbones (Tableau 8). Ces molécules sont généralement trouvées conjuguées aux sucres et les acides organiques.

Tableau 8. Les principales classes des composés phénoliques (**Kou, 2018**).

Nombres de carbones	Squelette de base	Classification	Exemple
6	C6	Phénols simples	Cathécol, hydroquinone
7	C6-C1	Acides phénols	Acide gallique
8	C6-C2	Acétophénones	Gallacetophénone
9	C6-C3	Coumarines	Esculétine
14	C6-C2-C6	Stilbènes	Resveratrol
15	C6-C3-C6	Flavonoïdes	Naringénine
18	(C6-C3) ₂	Lignanes	Matarésinol
N	(C6-C3-C6) _n	Tanines	Aesculitanins

1.3. Propriétés chimiques des composés phénoliques

Les propriétés chimiques des polyphénols sont essentiellement liées à celles des noyaux phénoliques, (**Dangles, 2006**). Particulièrement des substituants à effet mésomère attracteur d'électrons (- M) et substituants à effet mésomère donneur (+M). La conjugaison d'une des deux paires libres de l'atome O avec le cycle traduit l'effet(+M) du groupe OH. Ce phénomène augmente la délocalisation électronique et produit une charge négative partielle sur les atomes C2,

C4, C6, l'effet (+M) peut être représenté par quatre formes mésomères. De ces caractères de base découlent les différentes propriétés physico-chimiques suivantes : Nucléophilie, propriétés réductrices, polarisabilité, liaison hydrogène, acidité et effet antioxydant.

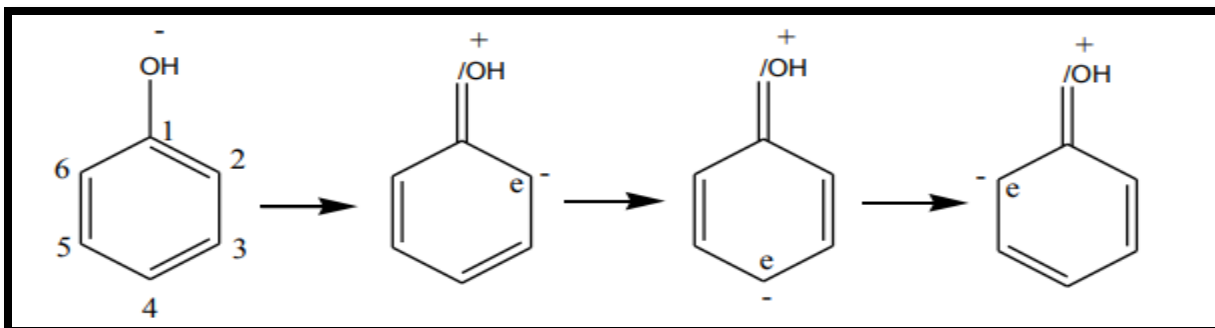


Figure 4. Formes mésomères du phénol (Dangles, 2006).

1.4. Utilisation des composés phénoliques

1.4.1. Cosmétologie

L'intérêt des composés phénoliques en cosmétologie est lié aux propriétés suivantes : propriété antioxydante, capacité de chélater les métaux, pouvoir anti-inflammatoire, effet antimicrobien et l'intervention sur l'activité de nombreuses enzymes. Ces composés phénoliques luttent contre le vieillissement cutané en tant que molécule antiradicalaire et en tant que protecteur des protéines de la peau comme l'élastine et le collagène. Le seul frein de l'utilisation des polyphénols en cosmétologie est leur forte réactivité à l'oxydation et leurs instabilités dans les formulations cosmétiques, conduisant ainsi à la variation possible de l'odeur et de la couleur (Macheix, 2005).

1.4.2. Agroalimentaire

Bondini et Berset, (2000) posent le problème de la place des polyphénols dans l'alimentation et soulignent leurs différentes fonctionnalités :

- Action sur la qualité sensorielle des aliments, flaveur, saveur et couleur,
- Action dans le domaine de la sécurité des aliments, rôle antibactérien et antiradicaux libres,
- Action sur l'amélioration de la santé publique, avec des implications possibles dans la lutte contre les pathologies dégénératives.



Chapitre 3.

Propriétés biologiques des composés phénoliques



Les composés phénoliques jouent plusieurs rôles dans les interactions entre la plante et son environnement. Ils participent à la défense de la plante contre les agressions d'origines biologiques (barrière chimique comme antibiotiques et antifongiques, barrière mécanique dans le cas de la lignine). Ils jouent aussi un rôle dans la protection de la plante contre les rayonnements UV, préservant ainsi les structures végétales sensibles (ADN, pigments photosynthétiques, lipides membranaires et des photosystèmes chloroplastiques). Dans la plante, les composés phénoliques assurent la croissance, la floraison, la formation du pollen, la germination et la ramification des racines (Yahiaoui, 2012).

1.1. Propriété antifongique

Les composés phénoliques peuvent agir directement sur les champignons en interférant avec leur métabolisme, leur croissance et leur reproduction. Certains composés phénoliques, tels que les flavonoïdes, les acides phénoliques et les tanins, peuvent endommager la membrane cellulaire des champignons, perturber leur équilibre ionique et inhiber leurs enzymes essentielles.

Les flavonoïdes (chrysine, isorhamnétine, kaempférol et l'utéoline) ont un effet sur la croissance des champignons pré-symbiotiques (champignons mycorhizien sarbusculaires) notamment sur la germination des spores, la longueur des hyphes, la ramification des hyphes, la formation de cellules secondaires auxiliaires et les spores (Scervino et al., 2005).

De nombreux flavonoides possèdent des activités antifongiques, le plus grand nombre appartient aux flavanones et aux flavanes .

Les flavane sont actives contre le *Candida albicans* alors que plusieurs flavones polyméthoxylées sont actifs contre *Aspergillus flavus*. Le groupe des ptérocarpanes regroupe de nombreux antifongiques. Il semblerait que l'activité des ptérocarpanes soit due à la configuration particulière de ces molécules (structure plane), de plus, la présence de substituants oxygénés en position 3 et 9 apparait comme essentielle à l'activité antifongique.

Quel que soit la classe de flavonoïdes considérée, il apparait que le caractère lipophile des composés augmente l'activité, permettant aux molécules de pénétrer plus facilement à travers la membrane fongique. De plus, la présence d'une chaîne isoprène apparait comme importante pour l'activité antifongique (Laouini, 2014).

1.2. Propriétés antibactériennes

Les composés phénoliques ont démontré une activité antibactérienne contre les bactéries Gram positives et Gram négatives. Les bactéries à Gram positif ont une paroi cellulaire composée principalement de peptidoglycane, tandis que les bactéries à Gram négatif ont une paroi cellulaire complexe composée de peptidoglycane, de lipopolysaccharides et d'une membrane externe. Les composés phénoliques tels que les acides phénoliques (par exemple, l'acide gallique, l'acide caféique), les flavonoïdes (par exemple, la quercétine, la catéchine) et les tanins ont montré des propriétés antibactériennes. Les composés phénoliques peuvent agir sur les deux types de bactéries de différentes manières (**Friedman et al., 2016**).

Activité contre les bactéries Gram + :

Les composés phénoliques tels que les acides phénoliques, les flavonoïdes et les tanins ont montré une activité antibactérienne contre des bactéries Gram positives telles que *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae* et *Enterococcus faecalis*. Ils peuvent perturber la membrane cellulaire des bactéries, entraînant leur mort.

Activité contre les bactéries Gram- :

Bien que les bactéries Gram négatives soient généralement moins sensibles aux composés phénoliques en raison de leur enveloppe cellulaire externe plus complexe, certains composés phénoliques ont montré une activité antibactérienne contre ces bactéries. Par exemple, les flavonoïdes et les catéchines ont démontré une activité contre des bactéries Gram- telles que *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Salmonella enterica*. Ils peuvent perturber la membrane externe des bactéries et altérer leur intégrité structurelle.

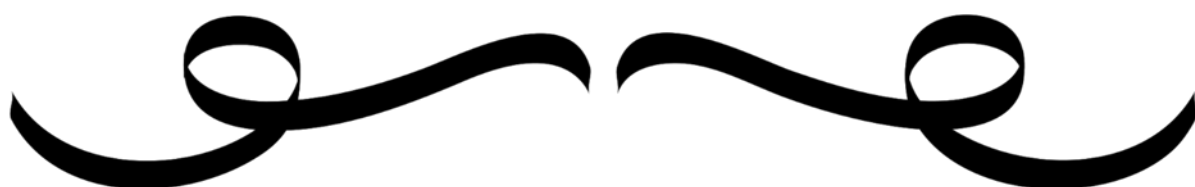
Cependant, il est important de noter que leur efficacité peut varier en fonction de la concentration, de la structure chimique des composés et de la sensibilité spécifique des souches bactériennes. Les composés phénoliques agissent contre les bactéries en perturbant leur membrane cellulaire, en inhibant leur croissance et leur reproduction, et en interférant avec leurs processus métaboliques (**Lima et al., 2021**).

1.3. Autres effets biologiques

Les flavonoïdes seraient impliqués dans la prévention des cancers, Ajoutés au régime de divers animaux de laboratoire, ils limitent le développement de tumeurs induites expérimentalement par exposition à des agents carcinogènes. Ils sont actifs contre de nombreux cancers (colon, estomac, foie, sein, prostate, poumon, peau, vessie, etc.) à tous les stades de la cancérogenèse (**Petti et Scully, 2009**). Au stade d'initiation, ils agissent comme agents bloquants en empêchant l'activation de procarcinogènes, en piégeant les mutagène électrophiles ou en stimulant la réparation des ADNs mutés. Au stade de promotion et de progression, ils agissent comme agents supprimeurs de tumeurs (**Ho et al., 2007**).

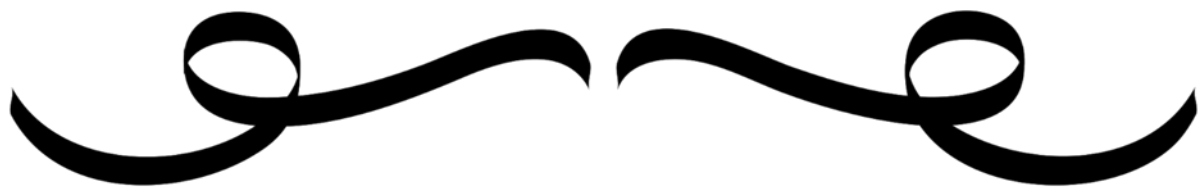
Les mécanismes impliqués peuvent là encore être très variés : prévention du stress oxydant, inhibition du métabolisme de l'acide arachidonique et des réactions inflammatoire associées, inhibition de la protéine kinase C et de la prolifération cellulaire, induction de l'apoptose (**Petti et Scully, 2009**), inhibition de l'angiogenèse. Les preuves de leurs effets chez l'homme restent cependant encore insuffisantes.

Une étude clinique a permis de montrer une activité anticancéreuse de la quercétine, administrée par voie intraveineuse chez des patients atteints du cancer (**Hodgson et al., 2010**). Les flavonoïdes pourraient aussi exercer des effets protecteurs contre les maladies hormonodépendantes telle que l'ostéoporose en modulant la réponse aux œstrogènes endogènes.



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.
- ✓ La partie extraction et dosage des phénols totaux a été réalisé au niveau du laboratoire de recherche des sciences fondamentales à l'université de Laghouat et le laboratoire de biochimie du département d'agronomie de l'université Ammar Telidji Laghouat.
- ✓ L'étude de l'activité antibactérienne a été réalisée au laboratoire vétérinaire régional de Laghouat.

I.2.Schéma de l'étude expérimentale

Les étapes de cette étude expérimentale sont résumées dans le schéma suivant :

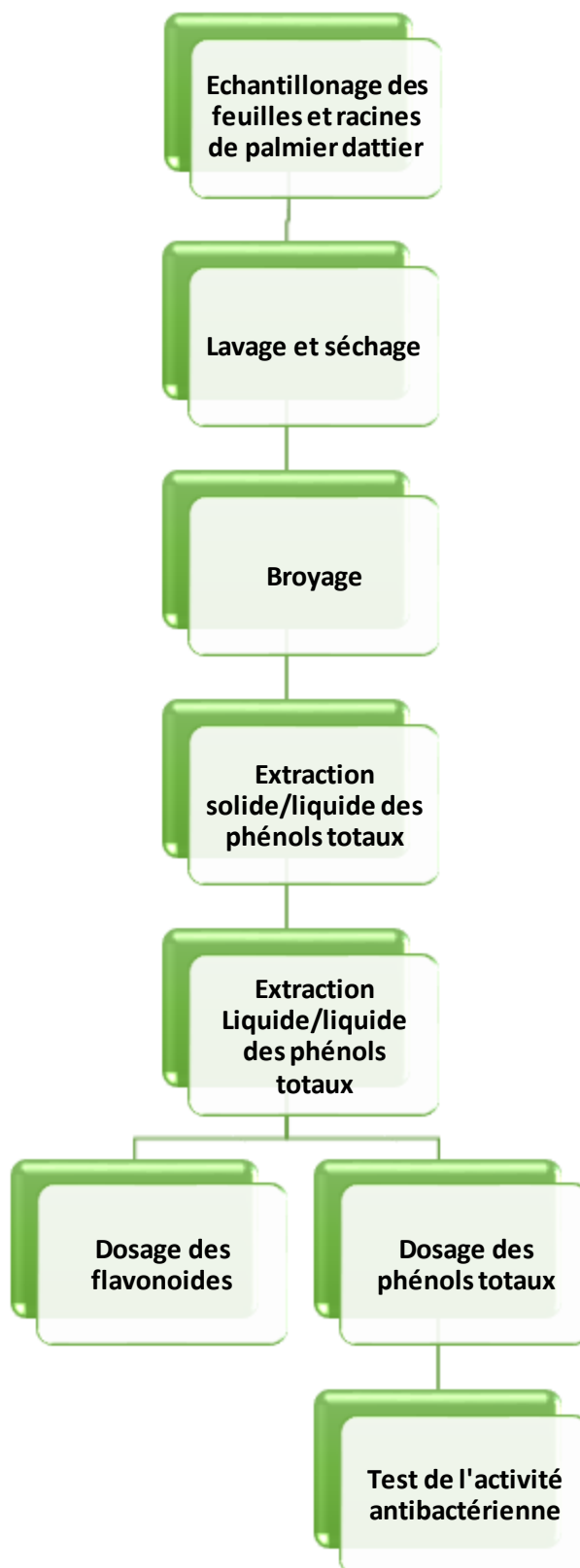
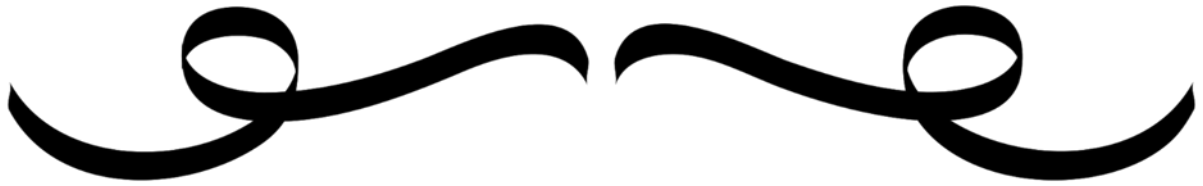


Figure 5. Schéma de l'étude expérimentale.



Matériel et méthodes



1. Méthodes

1.1. Échantillonnage

Les échantillons de notre étude ont été collectés de manière aléatoire de plusieurs exploitations à Laghouat avec l'aide d'un expert. Puis ils ont été mélangés.

1.2. Préparation des échantillons

Avant d'être utilisé dans notre étude, les racines et les feuilles des deux cultivars de palmier dattier ont été soigneusement nettoyé, séché à l'ombre et broyé à l'aide d'un mixeur.

II.1.2.1. Extraction solide/liquide

Nous avons utilisé la méthode d'extraction par décoction. Pour cela, un échantillon pesant 10 g a été combiné avec 100 ml d'une solution éthanol-eau distillée dans un rapport de 80/20 (v/v). L'extraction a été réalisée par reflux en utilisant un montage approprié (Figure 8) pendant une période de 6 heures. Après cette étape, le contenu des ballons a été filtré pour obtenir uniquement la phase aqueuse, tandis que l'éthanol a été récupéré à l'aide d'un évaporateur rotatif (fig. 9).

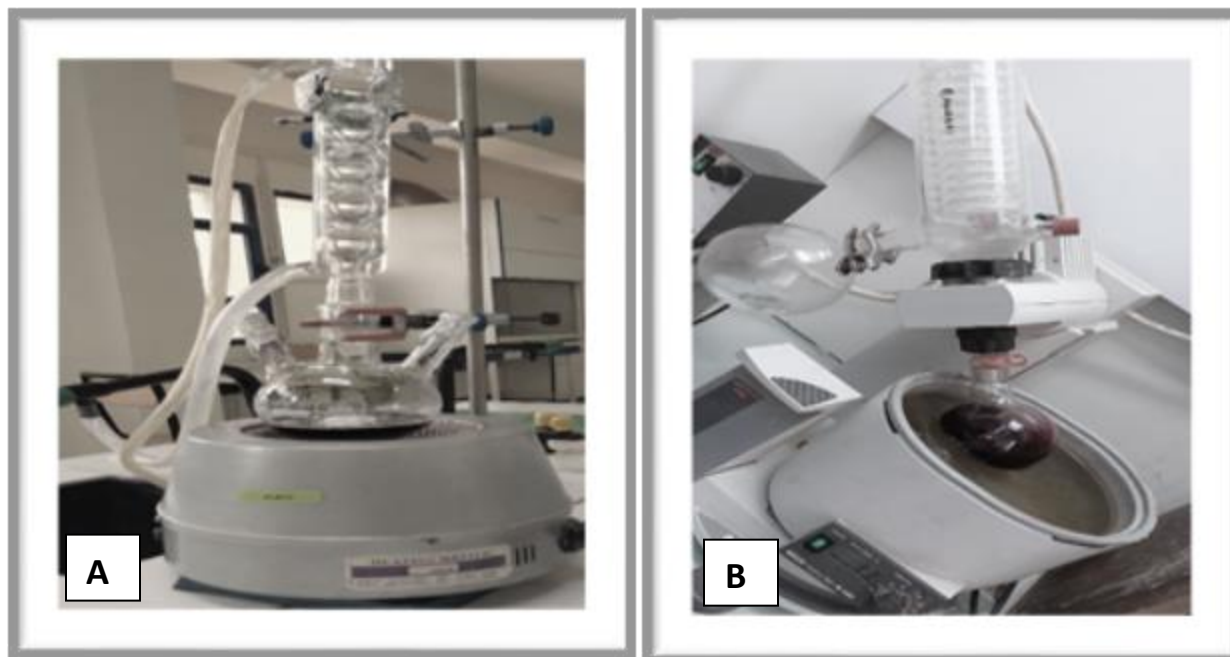


Figure 7. Extraction des échantillons avec le montage à reflux (A) et évaporation de l'échantillon avec l'évaporateur rotatif (B). (Images personnelles)

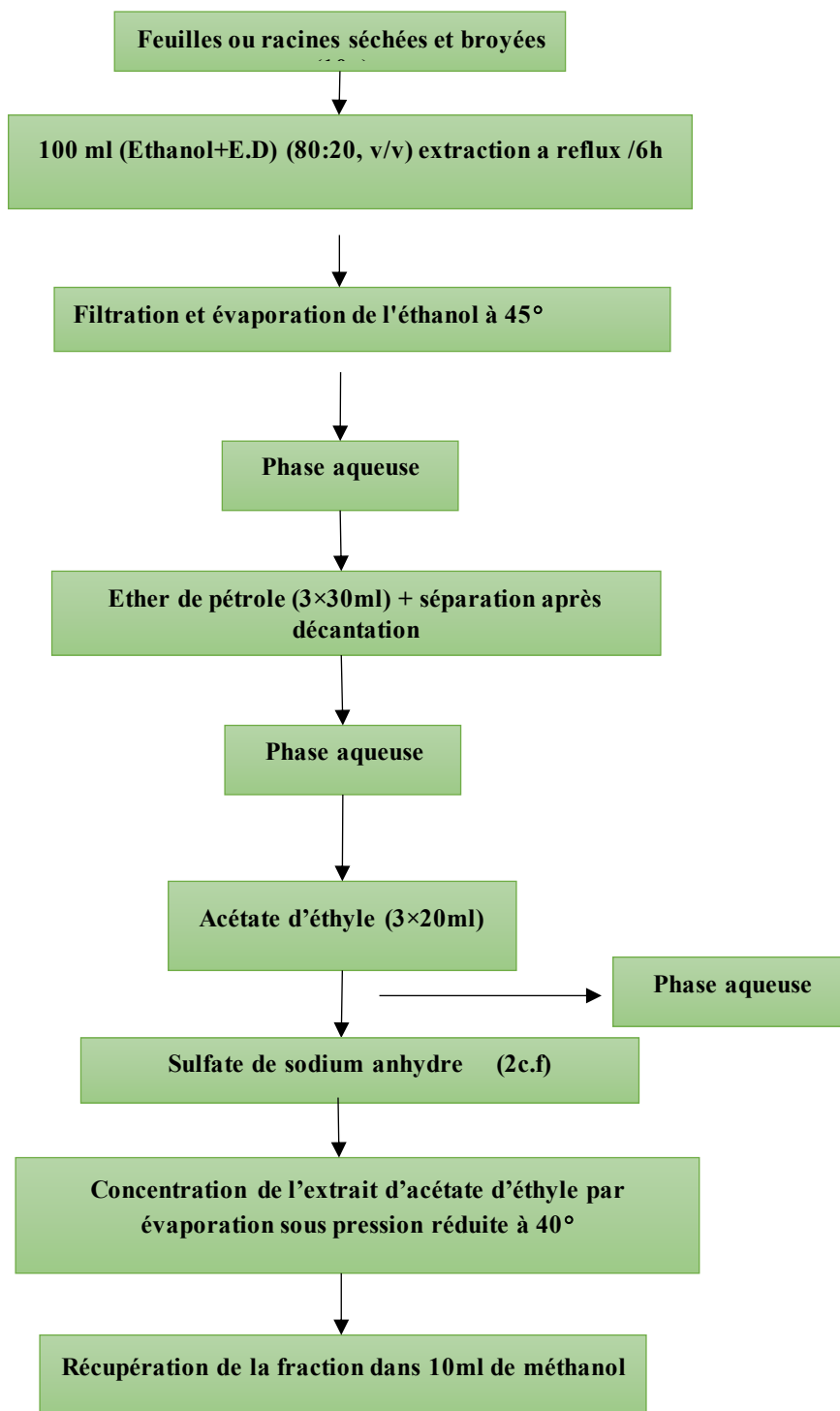


Figure 8. Protocole de préparation des extraits des dattes

II.2.3. Extraction liquide/liquide

Nous avons mis en œuvre une méthode d'extraction liquide-liquide. Tout d'abord, nous avons placé l'échantillon dans une Ampoule à décanter, en prenant soin d'effectuer cette opération sous une hotte. Par la suite, nous avons ajouté 30 ml d'éther de pétrole et procédé à une agitation vigoureuse. Cette étape nous a permis d'obtenir deux phases distinctes, que nous avons soigneusement séparées. Cette procédure d'extraction a été répétée à trois reprises afin d'optimiser le processus.

Dans la deuxième étape, nous avons introduit 20 ml d'acétate d'éthyle et effectué un mélange approfondi pour assurer une bonne répartition des composants. Par la suite, nous avons procédé à la séparation des deux phases obtenues. Comme précédemment, cette étape a été répétée trois fois pour maximiser l'extraction.

Pour la troisième et dernière étape, nous avons ajouté 2 cuillères à café de sulfate de sodium anhydre afin d'éliminer toute trace d'eau présente dans le mélange. Après avoir filtré le mélange, nous l'avons transféré dans des flacons vides et stériles, en garantissant ainsi la préservation de l'échantillon extrait. Après avoir réalisé l'extraction liquide-liquide, nous avons procédé à la concentration de l'extrait d'acétate d'éthyle par évaporation sous une pression réduite de 40C. Ensuite, nous avons récupéré la fraction obtenue dans 10 ml de méthanol.



Figure 9. Les étapes de l'extraction liquide/liquide. (Images personnelles)

II.2.5. Dosage des phénols totaux

La quantification des phénols totaux sera effectuée selon la méthode adaptée par Singleton et Ross (**Lamaison,1990**). Cette méthode utilise le réactif de Folin-Ciocalteu, qui est un mélange d'acide phosphotungstique ($\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($\text{H}_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}$). Lorsque les phénols sont oxydés, ce réactif est réduit en un mélange d'oxydes bleus (figure17) de tungstène (W_8O_{23}) et de molybdène (Mo_8O_{23}). La couleur bleue formée est proportionnelle à la concentration de phénols totaux présents dans l'échantillon.

Pour réaliser le dosage (avec 3 répétitions), vous devez prendre 100 μl de l'extrait et les mélanger avec 500 μl du réactif Folin-Ciocalteu (10%) et 2 ml de carbonate de sodium Na_2CO_3 (2%) dans un tube à essai. Ces deux composants sont solubles dans l'échantillon. Après agitation, l'échantillon est incubé dans l'obscurité pendant 30 minutes. Ensuite, mesurez l'absorbance à 760 nm en utilisant un blanc de référence (solution contenant seulement le milieu et les réactifs, sans l'extrait).

Afin de construire une courbe d'étalonnage, préparez une série de neuf concentrations d'acide gallique à partir d'une solution mère ayant une concentration de 0,8 g/l. La concentration en phénols totaux dans l'échantillon sera déterminée en se référant à cette courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

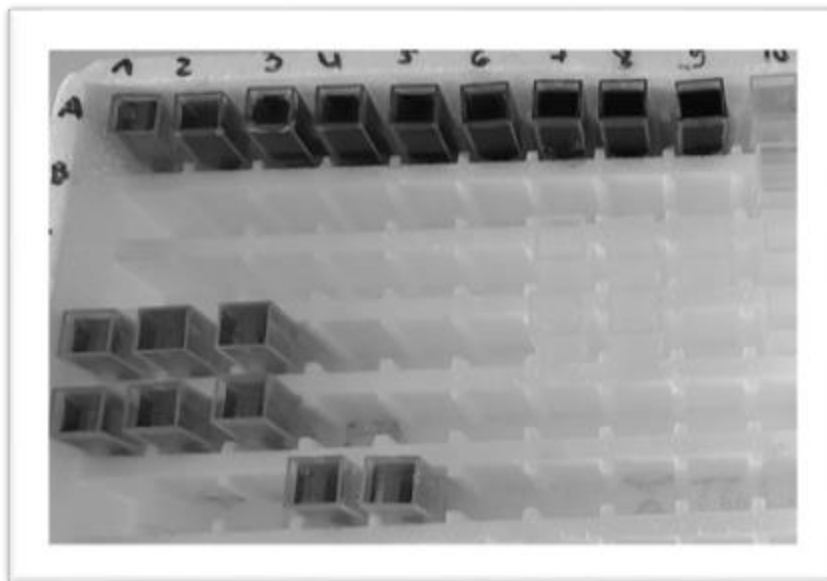


Figure 10. Dosage des phénols totaux. (Images personnelles)

II.2.6 Dosage des flavonoïdes

La méthode utilisée pour estimer les taux de flavonoïdes est basée sur la méthode décrite par **Bahorun (Bahorun,1997)**. Cette méthode repose sur la formation d'un complexe entre le chlorure d'aluminium et les atomes d'oxygène présents sur les carbones 4 et 5 des flavonoïdes, ce qui donne une coloration jaunâtre (figure13) caractéristique.

Pour effectuer le dosage (avec 3 répétitions), vous devez prendre 1 ml de l'extrait et le mélanger avec 1 ml de trichlorure d'aluminium $AlCl_3$ (soluble dans le méthanol) à une concentration de 2% dans un tube à essai. Après agitation, l'échantillon est incubé à l'obscurité pendant 20 minutes, puis l'absorbance est mesurée à 409 nm en utilisant un blanc de référence (méthanol + réactifs, sans l'extrait).

Afin d'élaborer une courbe d'étalonnage, une série de neuf 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 concentration 0,1 g/l. La concentration en flavonoïdes dans l'échantillon sera déterminée en se référant à cette courbe d'étalonnage établie à partir de la quercétine utilisée comme standard.

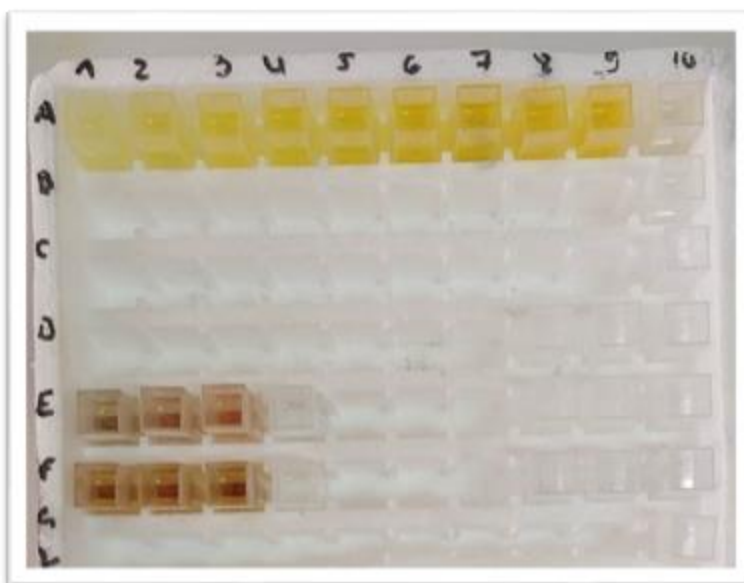


Figure11. Dosage des flavonoïdes. (Images personnelles)

II.2.6. Activité antimicrobienne

L'évaluation de l'activité antibactérienne a été réalisée par la méthode de diffusion en gélose dite méthode de diffusion de disques (**Institut Pasteur d'Algérie, 2008**).

Afin d'obtenir des résultats fiables et reproductibles, des répétitions ont été réalisées pour chaque expérience. Des témoins positifs, consistant en des disques imprégnés d'antibiotiques standards connus pour leur activité antimicrobienne, ont été inclus. Ces témoins ont permis de vérifier la sensibilité des bactéries aux antibiotiques utilisés comme référence. Des témoins négatifs, composés de disques imprégnés des solvants utilisés dans l'étude ont également été inclus.

- **Préparation des milieux de culture (voir annexe 1)**
- **Stérilisation du matériel**

On stérilise à l'autoclave à 121° C pendant 15 minutes : L'eau distillée et les tubes à essai utilisés dans la préparation de la solution bactérienne (coloration de Gram), les tubes à hémolyse pour la préparation des solutions et les embouts à micropipettes. On stérilise au four Paster à 121° C pendant 15 minutes : Les disques en papier buvard (6 mm de diamètres) après enrobage dans du papier aluminium et la pince ainsi que les pipettes Pasteur.

- **Préparation des dilutions des extraits à tester**

Ces extraits ont été dissous dans du dimethyl sulfoxyde (DMSO). Le test a été effectué à différentes concentrations des extraits : 0.5 mg/l, 0.25 mg/l et 0.125 mg/l.

- **Préparation de l'inoculum**

Pour la préparation de l'inoculum les souches utilisées ont été repiquées dans des boîtes de Pétri contenant la gélose Mueller-Hinton et incubées à 37° C pendant 24 heures.

Les colonies bactériennes ont été prélevées à l'aide de pipettes pasteur stériles et déchargées dans des tubes à essai contenant de l'eau physiologique stérile. La turbidité a été ajustée jusqu'à obtention de la valeur 0,5 MFU (McFarland Units) ce qui correspond approximativement à $1,5 \times 10^8$ bacterie/ml.

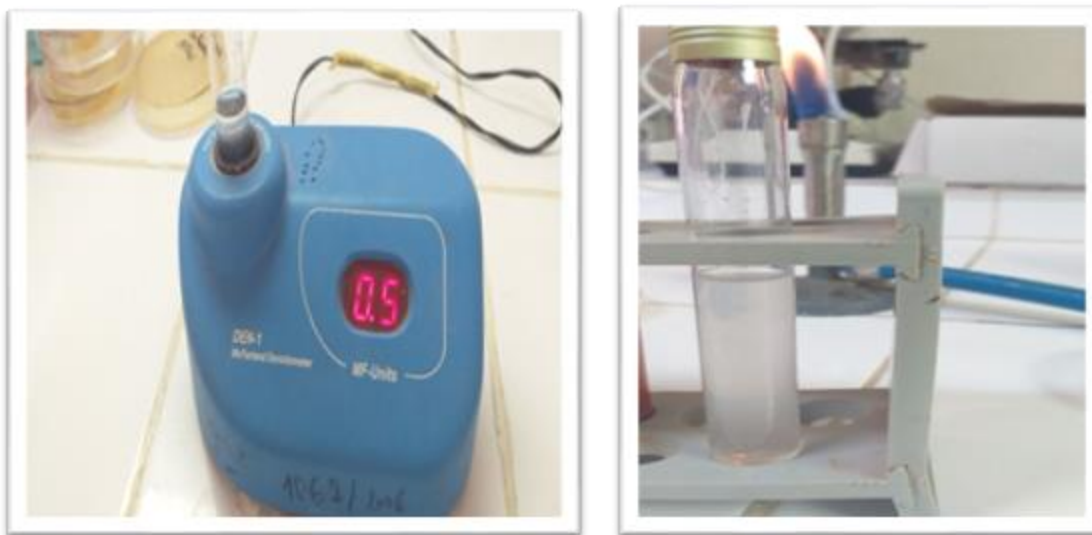


Figure 12. Densitomètre (A) tube contenant l'inoculum à 0,5 MFU (B). (Images personnelles)

○ **Ensemencement et dépôt des disques**

- La gélose nutritive a été coulée dans les boîtes de Pétri et séchée avant l'emploi.
- Un volume de 100 μ l de l'inoculum a été prélevé à chaque fois et déchargé dans les boîtes de Pétri contenant le milieu GN.
- L'inoculum a été étalé sur toute la surface de la gélose de façon homogène (en tournant la boîte de 60° à chaque fois).
- Les disques de papier buvard de 6 mm de diamètre ont été imprégnés de 20 μ l puis séchés et ensuite déposés sur la surface de la gélose inoculée.
- Les boîtes de Pétri ont été incubées à 37°C pendant 24 heures.
- Des tests préliminaires ont été effectués afin de s'assurer que les autres facteurs (DMSO, méthanol) n'interviennent pas dans l'activité antibactérienne. Ils se sont révélés négatifs.

○ **Antibiogramme**

Un antibiogramme avec plusieurs antibiotiques qui sont sous forme de disques prêts à l'emploi a été effectué pour servir de témoin positif afin de permettre la comparaison de nos résultats.

○ **Lecture**

La mesure des zones d'inhibition a été faite à l'aide d'un pied à coulisse. Une substance est considérée active lorsqu'on aperçoit une zone d'inhibition autour du disque d'un diamètre supérieur à 6 mm et à l'intérieur de laquelle aucune croissance bactérienne n'est observée.

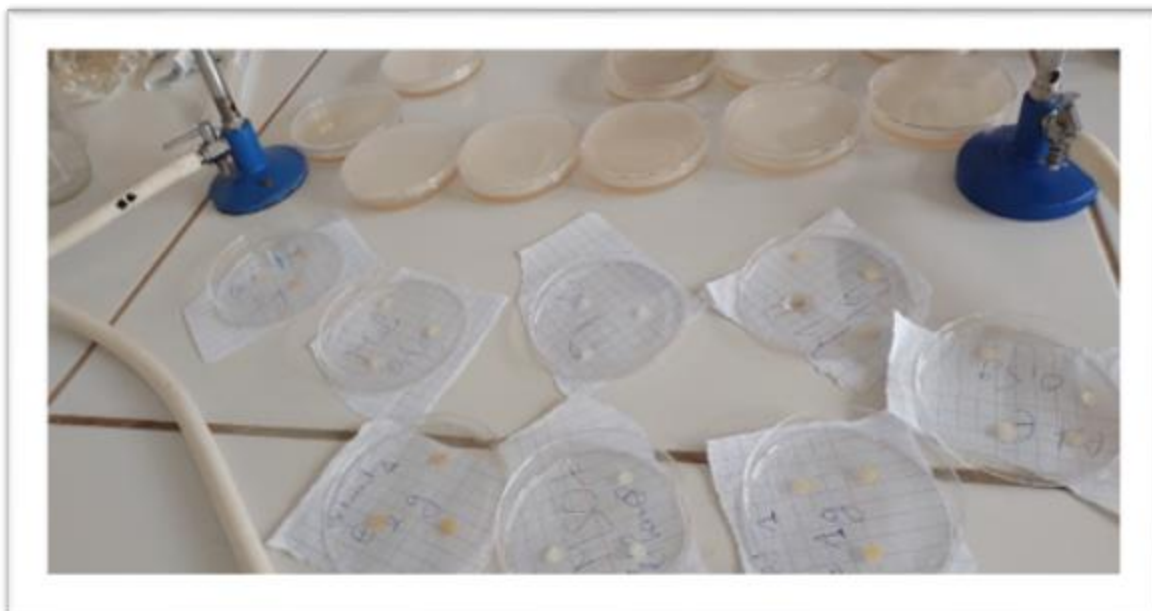


Figure 13. Préparation pour l'étude anti microbienne de datte

II.2.7 Classement des souches testées selon leurs sensibilités aux antibiotiques, antifongiques et aux extraits

La sensibilité des bactéries aux différents extraits est mesurée en fonction des diamètres des zones d'inhibition comme le montre le tableau 9:

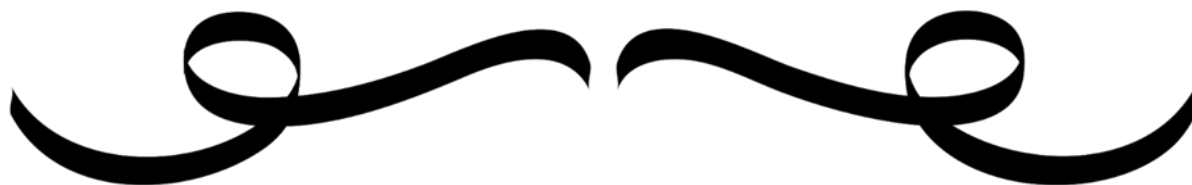
Tableau 9. Classement des souches microbienne selon leur sensibilité

Catégorie	Diamètre de la zone d'inhibition	Symbole
Résistant	$\varnothing < 6 \text{ mm}$	(-)
Intermédiaire	$13 \text{ mm} \geq \varnothing \geq 6$	(±)
Sensible	$\varnothing > 13 \text{ mm}$	(+)

(Bonnet, 2012).

III. Statistiques

Les résultats ont été exprimés en valeurs moyennes $\pm$ erreur standard de la moyenne (SEM). La signification statistique a été déterminée en utilisant un seuil de $p < 0,05$. Les données présentées dans le texte, les tableaux et les figures représentent les valeurs moyennes de trois répétitions indépendantes ($n = 3$). Les corrélations linéaires entre les variables ont été évaluées à l'aide des coefficients de corrélation de Pearson ($p < 0,05$). Des analyses de corrélation ont été effectuées à l'aide des fonctions de corrélation et de régression du programme XLSTAT version 2014.



Partie 3. Résultats et Discussion



I. Taux d'extraction

La figure13 représente la comparaison des rendements d'extraction calculés par rapport à la masse sèche des feuilles et racines des deux cultivars.

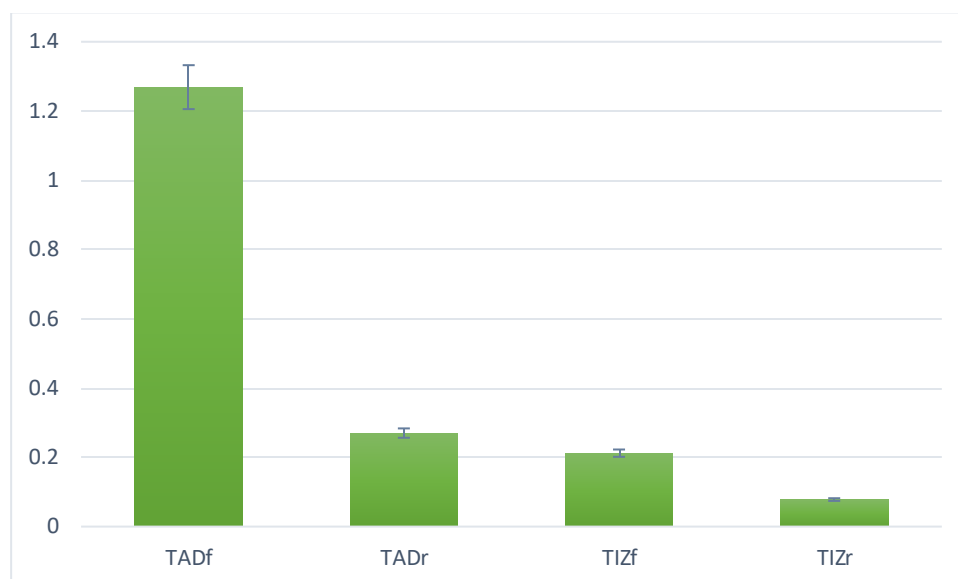


Figure 13. Histogramme représentant les taux d'extractions (%) des 4 extraits de palmier dattier de l'étude. TADf : feuilles du cultivar tadala, TADr : racines du cultivar tadala, TIZf : feuilles du cultivar tizzaouet, TIZr : racines du cultivar tizzaouet.

Le taux de récupération des feuilles de tadala semble être le plus important avec 1,3% de la masse sèche, viennent ensuite dans l'ordre les racines de tadala, les feuilles de tizzaouet et enfin les racines de tizzaouet.

Le taux de récupération de l'extrait dépend de plusieurs facteurs, notamment le processus et les conditions d'extraction, l'espèce et l'origine géographique de la plante, les conditions et la durée de stockage, ainsi que la période de récolte. Ces différents éléments peuvent influencer le rendement global de l'extraction de diverses substances à partir de la plante, y compris l'hibiscus (Haddouchi, 2016).

D'après (Lahmar, 2017), le rendement d'extraction est déterminé par le degré de solubilité des composés dans le solvant utilisé lors du processus d'extraction. Ils ont constaté que l'extraction des composés bioactifs à température ambiante et sous agitation continue permet d'extraire les composés les plus bioactifs tout en prévenant leur dégradation. Cependant, l'utilisation d'une température spécifique peut entraîner l'inactivation des produits chimiques bioactifs, réduisant ainsi le rendement de leur extraction en laboratoire.

Ainsi, les conditions de température et d'agitation lors de l'extraction jouent un rôle important dans le rendement et la préservation des propriétés bioactives des composés extraits.

II. Teneurs en phénols totaux (TPC)

L'estimation de la teneur en composés phénoliques extractibles totaux a été réalisée par la méthode de Folin-Ciocalteu qui donne une coloration bleue, Le réactif Folin-Ciocalteu est utilisé pour obtenir une estimation approximative de la quantité de composés phénoliques présents dans un extrait (**Husseina, 2010**), L'intensité de la couleur bleue est proportionnelle aux taux de phénols totaux présents dans le milieu.

La figure 14 représente une comparaison des teneurs en composés phénoliques des 4 extraits de palmier dattier :

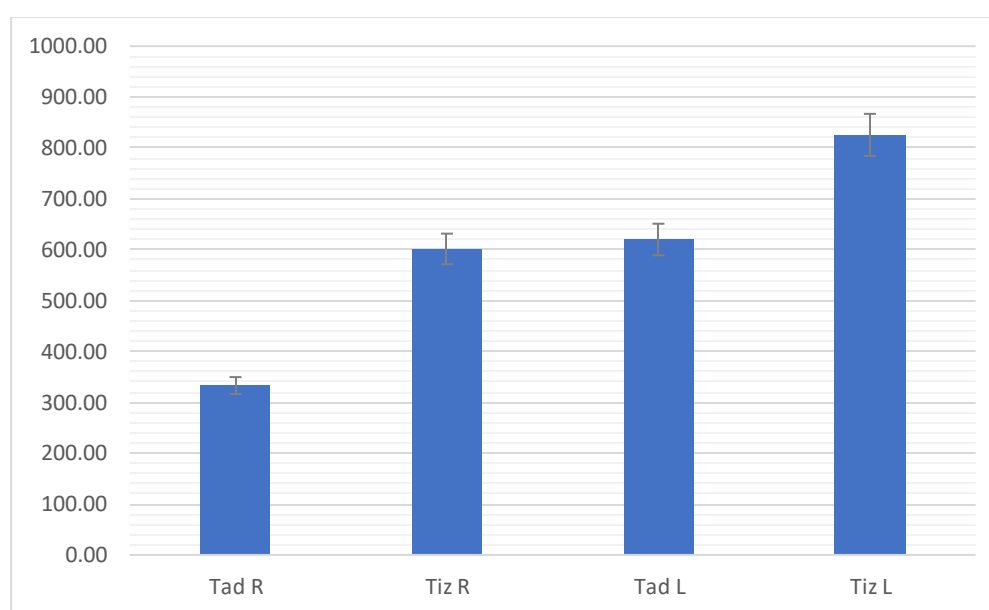


Figure 14. Histogramme représentant la teneur en composés phénoliques (TPC) en mg équivalent acide gallique/100g de matière sèche des 4 extraits de palmier dattier de l'étude. TADf : feuilles du cultivar tadala, TADr : racines du cultivar tadala, TIZf : feuilles du cultivar tizzaouet, TIZr : racines du cultivar tizzaouet.

Les résultats ont montré des taux très importants de TPC dans les feuilles et les racines du palmier dattier avec une prédominance dans les feuilles (Fig. 4).

III. Résultats et discussion

Tableau 10. La teneur en composés phénoliques (TPC) en mg équivalent acide gallique / 100g de matière sèche des 4 extraits de palmier dattier de l'étude.

TPC	
Gallic acid eq. (mg/100 g)	
TAD l	619,99 ± 1
TAD r	332,90 ± 1
TIZ l	825,63 ± 3
TIZ r	600,43 ± 1

Values are presented as mean ± SD (n=3). TADf : feuilles du cultivar tadala,

TADr : racines du cultivar tadala, TIZf : feuilles du cultivar tizzaouet, TIZr : racines du cultivar tizzaouet.

La quantité de TPC diffère considérablement dans les extraits de palmier dattier étudiés et varie de $332,9 \pm 1$ à $825,63 \pm 3$ mg GAE/100 g de poids sec (tableau 10). Parmi les extraits, un TPC extrêmement élevé a été détecté dans les feuilles de TIZ ($825,63$ mg de GAE/100 g de poids sec). Le TPC le plus bas a été détecté dans les racines de TAD ($332,9$ mg GAE/ 100 g de poids sec). L'ordre de TPC dans les extraits DP est : TAD r < TIZ r < TAD l < TIZ l.

Ces résultats de TPC dans les feuilles sont nettement supérieurs à ceux trouvés dans les cultivars algériens Oued-Souf où le maximum était de $215,24$ mg EAG/100 g ps chez le cultivar « Ghars » (Laouini, 2014). Aussi, pour ceux trouvés dans les cultivars de Ghardaia où le maximum était de $24,45$ mg GAE / 100g dw. Dans ce cas, les cultivars les plus riches en TPC étaient Seba'Bedra, Ghar et Takarmoust (Trichine, 2010). Le TPC de l'expérience est également supérieur à celui trouvé dans les feuilles de mal où le maximum était de $233,42 \pm 1,42$ mg GAE/100 g de poids sec (Berramdane et al., 2020).

Pour la comparaison du TPC dans les racines, une étude a été trouvée. Les niveaux de TPC étaient très faibles et ne dépassaient pas $1,5$ mg GAE/100 g de poids sec (Gaseb-Terak, 2010).

III. Résultats et discussion

L'analyse des extraits de feuilles de palmier dattier par HPLC/MS a révélé la présence de plusieurs composés phénoliques dans les feuilles de palmier dattier, notamment l'acide gallique, l'acide protocatéchuique, l'acide caféique, l'acide chlorogénique et l'acide ellagique (**Boualaga et al., 2021**).

Une étude récente publiée en 2021 a examiné la composition en acides phénoliques de différentes parties du palmier dattier, y compris les racines. Les résultats ont montré la présence de plusieurs acides phénoliques dans les racines du palmier dattier, notamment l'acide p-hydroxybenzoïque, l'acide protocatéchuique, l'acide vanillique, l'acide syringique, l'acide férulique et l'acide caféique (**Chemseddine et al., 2021**).

Notant que les résultats de l'expérience sont très élevés même par rapport aux feuilles d'autres cultivars spécialement pour le cultivar TIZ. La différence de TPC peut s'expliquer par la variation des conditions de croissance, la variation génétique ou les méthodes d'extraction.

L'extraction des composés phénoliques est une étape cruciale dans les études portant sur ces substances bioactives. Ce processus complexe est influencé par un ensemble de paramètres qui doivent être soigneusement pris en compte. Parmi ces paramètres, la nature chimique des composés phénoliques joue un rôle déterminant. En effet, la diversité des structures chimiques des phénols peut entraîner des différences dans leur solubilité et leur extractibilité, ce qui nécessite l'utilisation de méthodes d'extraction adaptées. Parallèlement, des facteurs tels que la taille des particules d'échantillon et la durée de l'extraction sont également essentiels. Une plus grande surface de contact entre l'échantillon et le solvant favorise l'extraction des composés phénoliques, tandis qu'une durée d'extraction adéquate permet une diffusion optimale de ces substances dans le solvant. De plus, la maturation des fruits est un élément clé à prendre en considération. En effet, la composition et la concentration en composés phénoliques peuvent varier selon le stade de maturité des fruits. Certains composés peuvent s'accumuler davantage à mesure que les fruits mûrissent, tandis que d'autres peuvent diminuer. Ainsi, il est primordial de choisir le stade de maturité approprié pour obtenir des résultats significatifs. En somme, l'extraction des composés phénoliques est un processus multidimensionnel qui nécessite une approche méthodologique rigoureuse pour garantir l'obtention de résultats fiables et représentatifs (**Telli, 2010**).

La solubilité des composés phénoliques dans les plantes est déterminée par leur composition chimique, allant des composés simples aux composés hautement polymérisés

III. Résultats et discussion

tels que les acides, les composés phénoliques, les phénylpropanoïdes, les anthocyanes et les tanins. Ces composés peuvent être présents à des concentrations variables dans les matières végétales. La diversité structurale de ces composés entraîne une large gamme de paramètres physico-chimiques qui influencent l'extraction des polyphénols (**Mahmoudi, 2013**).

Cette disparité de composition peut aussi être attribuée à divers facteurs tels que les conditions de culture, les variations génétiques des plantes, les pratiques agricoles et les méthodes de récolte. Ces résultats soulignent l'importance de prendre en compte l'origine géographique des échantillons lors de l'évaluation de leur potentiel thérapeutique ou de leur utilisation dans des applications cosmétiques, afin de garantir des résultats optimaux en termes de teneur en composés phénoliques et de bénéfices potentiels pour la santé ou pour les différentes industries.

III. Teneurs en flavonoïdes

La quantification de la teneur en flavonoïdes a été effectuée en utilisant la méthode du chlorure d'aluminium, qui produit une coloration jaunâtre. L'intensité de cette coloration est directement proportionnelle aux niveaux de flavonoïdes présents dans l'échantillon. Ainsi, plus la coloration jaune est intense, plus la concentration de flavonoïdes dans le milieu est élevée.

La figure 15 représente une comparaison des teneurs en flavonoïdes des 4 extraits de palmier dattier :

III. Résultats et discussion

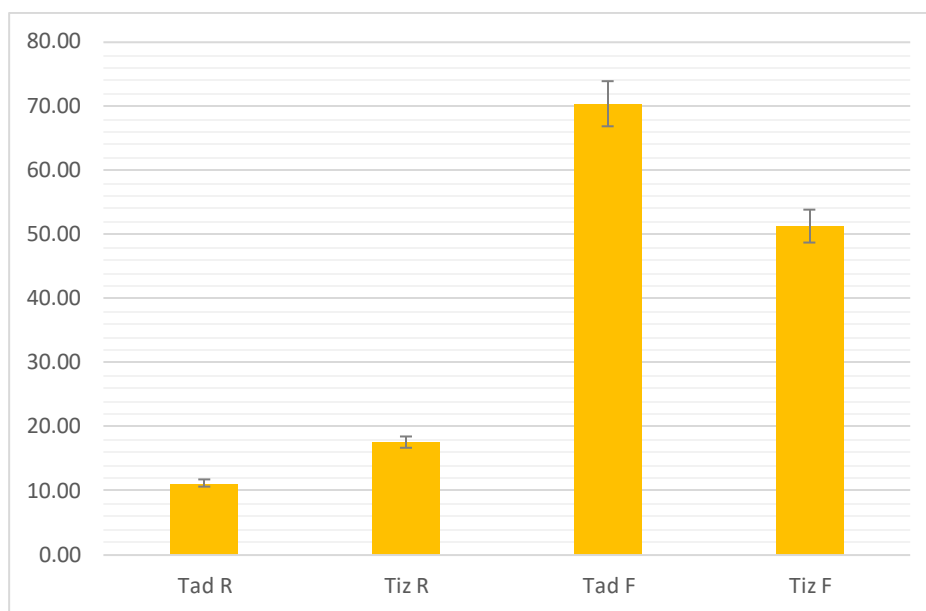


Figure 15. Histogramme représentant la teneur en flavonoïdes (TFC) en mg équivalent Quercétine/100g de matière sèche des 4 extraits de palmier dattier de l'étude. TADf : feuilles du cultivar tadala, TADr : racines du cultivar tadala, TIZf : feuilles du cultivar tizzaouet, TIZr : racines du cultivar tizzaouet.

Les résultats obtenus mettent en évidence une différence significative de teneur en flavonoïdes entre les extraits. L'extrait des feuilles de tadala présente le taux le plus élevé. Le tableau ci-dessous présente en détail les valeurs de concentration des flavonoïdes pour les 4 extraits.

Tableau 11. La teneur en flavonoïdes (TFC) en mg équivalent Quercétine /100g de matière sèche des 4 extraits de palmier dattier de l'étude.

TFC	
	Quercetin eq. (mg/100 g)
TAD l	70,41 ± 0,62
TAD r	11,24 ± 0,62
TIZ l	51,32 ± 0,74
TIZ r	17,62 ± 0,24

Values are presented as mean ± SD (n=3). TADf : feuilles du cultivar tadala, TADr : racines du cultivar tadala, TIZf : feuilles du cultivar tizzaouet, TIZr : racines du cultivar tizzaouet.

Les résultats ont montré des taux très importants de TFC dans les feuilles et les racines du palmier dattier avec une prédominance dans les feuilles (Fig. 15). Des différences significatives de TFC ont été observées parmi les extraits de palmier dattier allant de 11,24 à 70,41 mg (QE) / 100g ps (tableau 1). Les feuilles de TAD avaient le TFC le plus élevé (70,41 mg (GAE) / 100 g de poids sec). L'ordre de TFC dans les extraits DPF est : TAD r < TIZ r < TIZ l < TAD l.

Ces résultats de TFC dans les feuilles sont nettement supérieurs à ceux trouvés dans les cultivars algériens Oued-Souf où le maximum était de 101,09 mg E Ca / 100 g ps chez le cultivar « Ghars » (**Laouini, 2014**). Aussi, pour ceux trouvés dans les cultivars de Ghardaia où le maximum était de 6,86 mg E C / 100 g ps. Dans ce cas, les cultivars les plus riches en TPC étaient Akerboucht et le TFC à Ghar était trop élevé (**Trichine, 2010**). Pour la comparaison du TPC dans les racines, aucune étude n'a été trouvée. La différence de TPC peut s'expliquer par la variation des conditions de croissance, la variation génétique ou les méthodes d'extraction.

Selon les travaux de (**Bourgou, 2016**), la méthode d'extraction des composés phénoliques et flavonoïdes peut avoir un impact sur le rendement et la concentration obtenus. En raison de la complexité de la structure des flavonoïdes, il n'existe pas de méthode d'extraction universelle adaptée à toutes les plantes. Différents solvants organiques tels que le méthanol, l'éthanol et l'acétate d'éthyle ont été utilisés pour extraire les flavonoïdes. Cependant, l'utilisation de ces solvants nécessite souvent des étapes de traitement complexes et des conditions de température élevées (**Liu, 2022**).

Selon (**Liu, 2022**), il a été également mentionné que les conditions de stockage jouent un rôle crucial dans la préservation de la qualité des flavonoïdes. En effet, les flavonoïdes sont des composés instables et sont facilement sujets à des modifications pendant le stockage. Diverses voies de dégradation des flavonoïdes sont affectées par des facteurs tels que l'oxygène, la lumière et la température. Les conditions de stockage, incluant la température, la durée et les techniques utilisées, ont un impact sur la synthèse, la rétention et la décomposition des flavonoïdes. Le taux de dégradation peut varier en fonction de la complexité du traitement appliqué. Ces processus peuvent altérer les structures des flavonoïdes et, par conséquent, leurs activités antioxydantes.

III. Résultats et discussion

Même en l'absence de lumière avec une faible quantité d'oxygène, les flavonoïdes se révèlent être des composés instables. La stabilité des flavonoïdes et leur activité biologique sont fortement influencées par l'exposition à la lumière. La magnitude de la dégradation dépend quant à elle de la structure moléculaire. Les flavonoïdes qui ne possèdent pas de structure alpha-énone sont généralement plus stables, tandis que ceux contenant un groupe hydroxyle en position 3 sont plus susceptibles d'être altérés. Il a été observé que l'activité antioxydante de la rutine et du mesquitol augmente au fur et à mesure que les flavonoïdes se dégradent. Cette observation suggère que les produits de dégradation peuvent présenter une activité antioxydante plus élevée que les composés d'origine (**Chaaban, 2017**).

Cette disparité de composition peut aussi être attribuée à divers facteurs tels que les conditions de culture, les variations génétiques des plantes, les pratiques agricoles et les méthodes de récolte. Ces résultats soulignent l'importance de prendre en compte l'origine géographique des échantillons lors de l'évaluation de leur potentiel thérapeutique ou de leur utilisation dans des applications cosmétiques, afin de garantir des résultats optimaux en termes de teneur en flavonoïdes potentiels.

IV. Activité antibactérienne

Nous avons réalisé une étude visant à évaluer l'effet antibactérien de divers extraits de dattes. Pour ce faire, nous avons utilisé la méthode de diffusion en milieu gélosé appelée encore méthode des disques pour tester la sensibilité des bactéries. Les diamètres des zones d'inhibition ont ensuite été mesurés.

Cette méthode est la plus utilisée dans les laboratoires de diagnostic en Algérie (**Benchiha, 2016**). C'est la méthode internationale officielle utilisée dans de nombreux laboratoires de microbiologie clinique pour les tests de routine de sensibilité aux antimicrobiens. De nos jours, de nombreuses normes acceptées et approuvées sont publiées par le Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) pour les tests de bactéries et de levures (**Belaroui et al., 2016**).

Dans le but de réduire les erreurs expérimentales et d'obtenir des résultats plus précis, nous avons effectué deux fois le test de sensibilité pour chaque souche aux différents extraits de palmier dattier. Les témoins négatifs n'ont présenté aucune zone d'inhibition.

Le tableau 14 ci-dessous présente les valeurs en millimètres des zones d'inhibitions observées après 24 heures une température de 37°C.

Partie 2.

III. Résultats et discussion

Tableau 12. Diamètres moyens des zones d'inhibition en mm

		Extrait 1	Extrait 2	Extrait 3	Extrait 4
		TADf	TADr	TIZf	TIZr
<i>E. coli</i> Gram (-)	0,125 g/l	-	-	-	-
	0,25 g/l	-	-	-	-
	0,5 g/l	-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
<i>S. aureus</i> Gram (+)	0,125 g/l	-	-	-	-
	0,25 g/l	-	-	-	-
	0,5 g/l	-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-

- Résultat négatif + résultat positive

Les extraits de feuilles et de racines de palmier dattier n'ont montré aucune activité antibactérienne contre les bactéries testées. Voici quelques facteurs possibles qui ont pu affecter leur efficacité :

Concentration insuffisante : Les composés phénoliques doivent être présents dans des concentrations adéquates pour exercer une activité antibactérienne.

Composition des extraits : Différentes plantes contiennent une variété de composés phénoliques avec des structures chimiques différentes. Il est possible que les extraits ne contiennent pas les composés phénoliques spécifiques ou en quantités suffisantes pour présenter une activité antibactérienne.

Résistance bactérienne : Les bactéries peuvent développer des mécanismes de résistance aux composés phénoliques ou à d'autres agents antibactériens. Il est possible que les souches bactériennes nous avons tester soient résistantes aux composés phénoliques présents dans nos extraits.

III. Résultats et discussion

Interactions avec d'autres composés : Les composés phénoliques peuvent interagir avec d'autres composés présents dans les extraits, ce qui peut affecter leur activité antibactérienne. Des interactions complexes peuvent se produire, réduisant ainsi l'efficacité des composés phénoliques.

Un résultat négatif apporte beaucoup d'informations pertinentes. D'après les résultats de l'étude on peut déduire ce qui suit :

Il n'existe aucune corrélation entre les pouvoirs antioxydants de nos extraits et leurs pouvoirs antibactériens. Il est évident que les composés phénoliques ne sont pas tous dotés d'un pouvoir antimicrobien. Une petite différence dans la stéréochimie d'une molécule peut être la cause d'un effet biologique négatif ou positif (**Grotewold, 2006**).

Le mécanisme d'action des composés phénoliques sur ces agents pathogènes n'est pas bien connu, les études exploitées par **Domineco (Domineco et al., 2005)** ont mené à conclure que l'effet antimicrobien des composés phénoliques est dû partiellement à une perturbation des fractions lipidiques de la membrane plasmique des microorganismes, qui en résulte une altération de la perméabilité de la membrane et la perte (fuite) de ses organites intracellulaires, en plus des caractéristiques physicochimiques de ces composés (la solubilité dans l'eau et la lipophilie) peuvent influencer cet effet antibactérien.

Des auteurs ont avancé que l'activité antibactérienne des composés phénoliques est due probablement à leur habilité à se combiner aux protéines solubles extracellulaire et ainsi aux parois cellulaires bactériennes (**Tsuchiya et al., 1996**).

Selon Scalbert (**Scalbert, 1991**), la défense microbienne vis-à-vis de la toxicité des tanins s'explique par : La sécrétion par les microorganismes de polymères ayant une grande affinité pour les tanins avec lesquels ils se combinent spécifiquement ; les tanins deviennent alors incapables de se lier aux enzymes microbiennes ne pouvant pas ainsi inhiber la croissance de ces micro-organismes. La résistance de quelques enzymes à l'effet des tanins et c'est l'exemple de tannases et certaines invertases et alpha amylases dont l'activité n'est pas altérée en présence de fortes concentrations de tanins.

Les figures 16,17 et représentent les résultats du test de sensibilités des bactéries aux différents extraits de palmier dattier. Les photographies ont été capturées après 24 heures une température de 37°C.

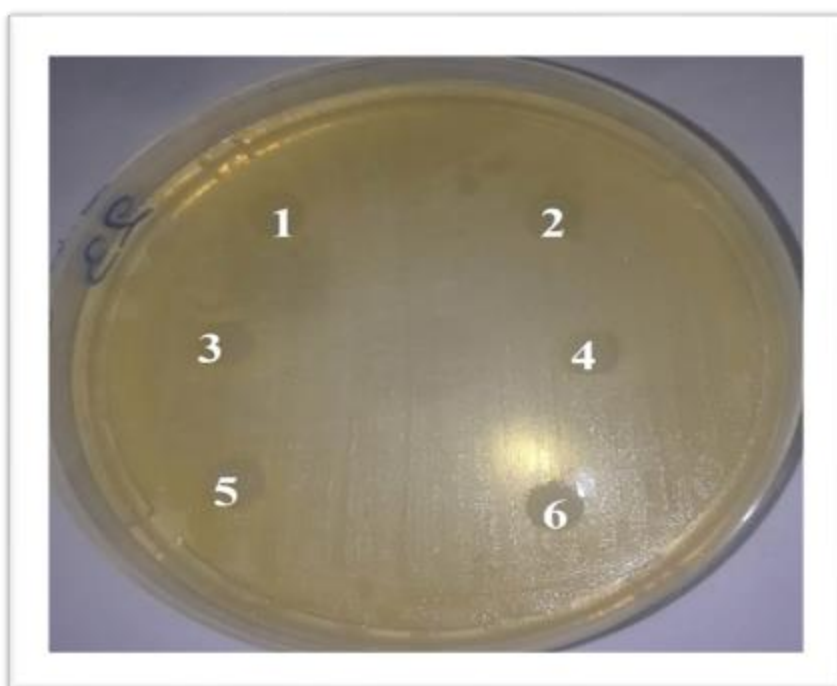


Figure 16. L'activité antibactérienne des extraits à 0,5 mg/ml sur la bactérie *Staphylococcus aureus* (répétition 1). 1 : représente feuilles du cultivar tadala, 2 : représente racines du cultivar tadala, 3 : feuilles du cultivar tizzaouet, 4 : racines du cultivar tizzaouet. Les deux disques des témoins négatifs (5. DMSO), (6. DMSO + méthanol).

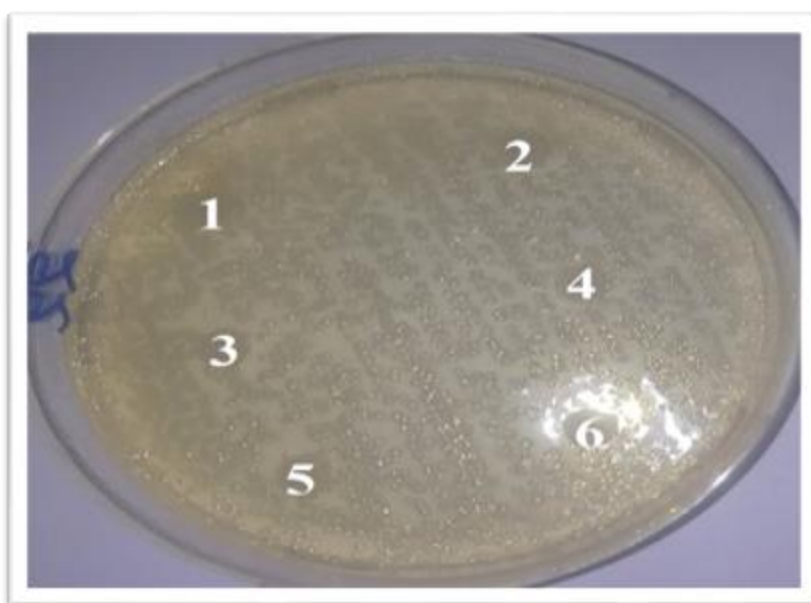


Figure 17. L'activité antibactérienne des extraits à 0,5 mg/ml sur la bactérie *Escherichia coli* (répétition 1). 1 : représente feuilles du cultivar tadala, 2 : représente racines du cultivar tadala, 3 : feuilles du cultivar tizzaouet, 4 : racines du cultivar tizzaouet. Les deux disques des témoins négatifs (5. DMSO), (6. DMSO + méthanol).

III. Résultats et discussion

Il est important de réaliser des études approfondies pour déterminer les raisons spécifiques pour lesquelles les extraits de composés phénoliques ne présentent pas d'activité antibactérienne. Cela peut nécessiter une évaluation approfondie de la composition chimique des extraits, des concentrations utilisées, des méthodes d'extraction et des souches bactériennes testées.

Le tableau 13 qui représente les résultats de l'antibiogramme des deux bactéries avec les antibiotiques les plus susceptibles d'être efficaces. La classification a été faite en suivant les recommandations de 2019 du SMF (comité de l'antibiogramme de la société française de microbiologie) de EUCAST (European committee on antimicrobial susceptibility testing) (EUCAST, 2019).

Tableau 13. Résultats de l'antibiogramme.

Les bactéries	Les anti biotiques	Diamètre (mm)	La charge en µg/ml	Catégorie
<i>S. aureus</i> ATCC® 25923™	Chloramphéicol	15	30	Résistant
	Gentamicin	13	10	Intermédiaire
	Ampicilline	0	10	Résistante
	Cefoxitin	0	30	Résistante
	Spiramycin	25	100	Sensible
<i>E. coli</i> ATCC® 25922™	Chloramphénicol	30	30	Sensible
	Pénicilline	0	1	Résistante
	Ampicilline	26	10	Sensible
	Gentamicine	27	10	Sensible
	Nalidixic	21	10	Sensible

En analysant le tableau 14 qui représente les résultats de l'antibiogramme, nous avons observé que les différences entre les zones d'inhibition des antibiotiques et les diamètres des zones de nos extraits étaient relativement faibles. Parmi les antibiotiques testés, la plus grande zone d'inhibition était de 30 mm, tant pour *Escherichia coli* (*E. coli* avec le chloramphénicol) et de 15 mm, tant pour le *S. aureus* (le chloramphénicol).

Partie 2.

III. Résultats et discussion

Le plus petit diamètre de zone d'inhibition était de 13 mm, observé chez *S. aureus* avec Gentamicin, tandis que chez *E. coli*, le plus petit diamètre était de 21mm avec la nalidixic acid. Nous avons également remarqué que *S. aureus* était résistant à deux antibiotiques, l'ampicilline et la céfoxitine. De même, *E. coli* s'est révélée résistante à la pénicilline.

Les figures 18,19 et représentent les résultats de l'antibiogramme des bactéries les différents antibiotiques. Les photographies ont été capturées après 24 heures une température de 37°C.

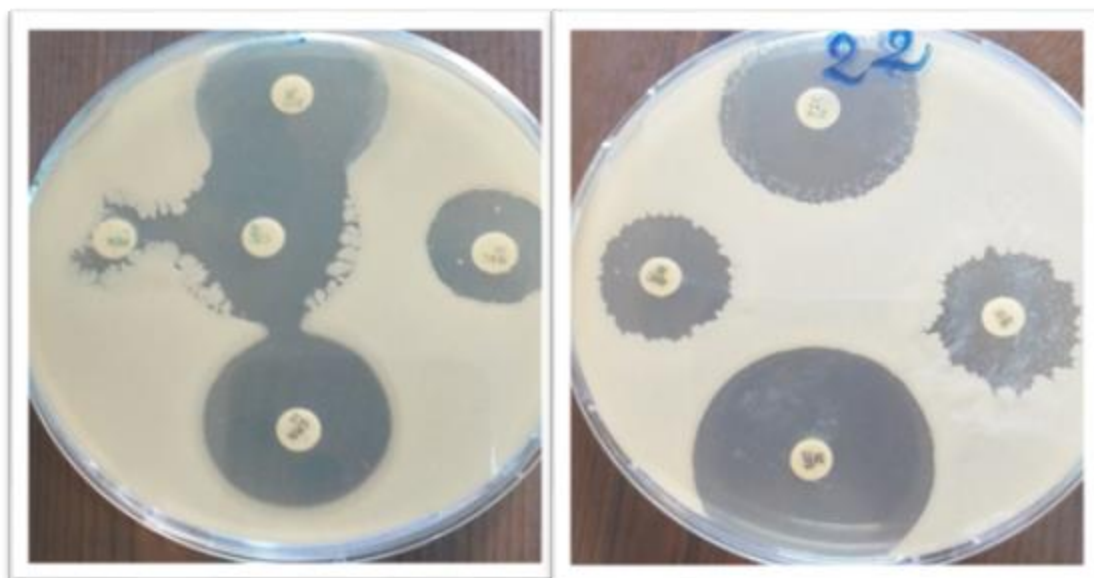


Figure 18. Photos des résultats des antibiogrammes de la bactérie *E-coli*.

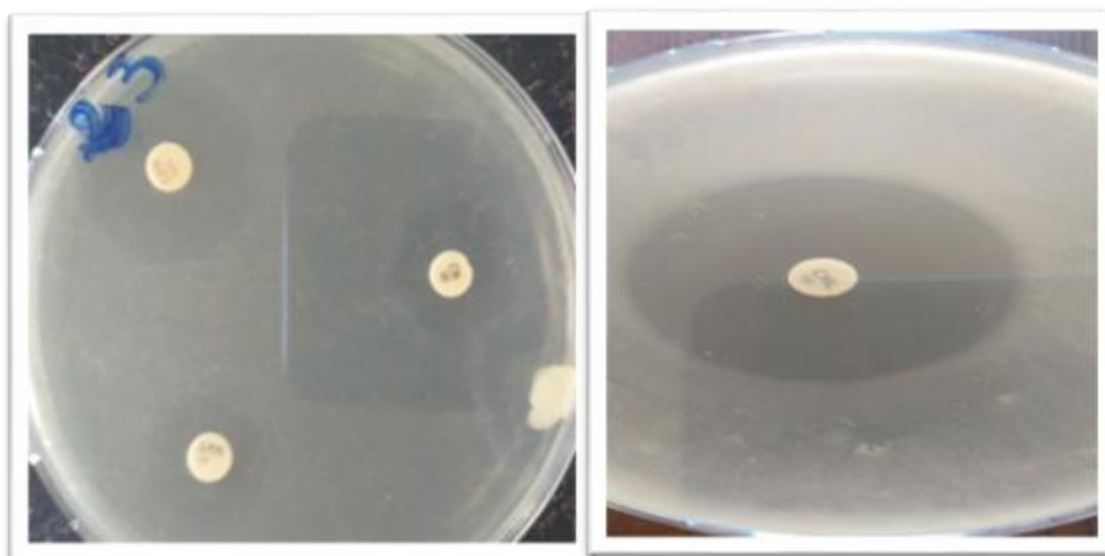


Figure 19. Photos des résultats des antibiogrammes de la bactérie *S. aureus*

V. Analyse globale des résultats

Le tableau ci-dessous rassemble les résultats obtenus dans notre étude :

Tableau 14. Représentation globale des résultats de l'étude

	Masse totale (g)	Masse de la fraction extraite (g)	TPC Gallic acid eq. (mg/10 g)	TFC Quercetin eq. (mg/10 g)	Activité antibactérienne
TAD f	10	1,269	61,999	7,041	-
TAD r	10	0,27	33,290	1,124	-
TIZ f	10	0,212	82,563	5,132	-
TIZ r	10	0,078	60,043	1,762	-

- : inactif

Selon le tableau 14, nous constatons que les composés phénoliques ne représentent qu'une infime fraction de la masse totale de palmier dattier car ils sont issus du métabolisme secondaire de la plante comme indiqué dans la partie bibliographique et sont actifs à de faibles concentrations (**cf. chapitre 2**).

D'ailleurs nos extraits de palmier dattier semblent avoir des taux de TPC plus élevé par rapport au chou (*Brassica oleracea*) et à la betterave (*Beta vulgaris*) (**Abdel-Chaafi, 2019**). Si on les compare à d'autres études on peut également constater qu'ils ont des niveaux de TPC plus élevé par rapport à quatre autres fleurs comestibles : les œillets (*Dianthus caryophyllus*), les tournesols (*Helianthus annuus*) et les violettes pourpres et roses (*Saintpaulia ionantha*) (**Rezend, 2019**) ; dix plantes traditionnelles des îles Andaman et Nicobar (**Singh, 2011**) ; et dix espèces de plantes comestibles communes trouvées dans la région méditerranéenne (**Rbabah, 2011**).

D'après le tableau, nous constatons aussi que les composés phénoliques ne représentent qu'une petite partie de la fraction totale d'extraite et qu'il n'existe pas de corrélation entre le taux d'extraction le taux de phénols totaux.

III. Résultats et discussion

Cela suggère que les solvants utilisés sont suffisamment sélectifs pour attirer spécifiquement les composés phénoliques, mais qu'une purification supplémentaire serait recommandée pour éviter les interférences lors de la lecture au spectrophotomètre et obtenir de meilleurs résultats. Elles soulignent également que l'utilisation d'un seul étalon, comme l'acide gallique, peut présenter des limites, et qu'il serait judicieux de confirmer les résultats par une analyse HPLC afin de compléter l'étude.

D'après (Fukushima, 2009), La méthode HPLC est un moyen précis de quantifier la quantité de chaque molécule de polyphénol, offrant ainsi une mesure précise. Cependant, étant donné la dispersion importante des molécules de polyphénols, il est impossible de mesurer toutes les molécules en utilisant seulement quelques échantillons standard, ce qui peut parfois entraîner une surestimation de l'hypothèse.

En revanche, la méthode de dosage colorimétrique de la teneur en polyphénols, comme la méthode de Folin-Ciocalteu, est simple à réaliser et permet d'estimer les teneurs globales en polyphénols, qui regroupent une variété de molécules. Cependant, il convient de noter que la méthode de Folin-Ciocalteu peut avoir des difficultés à éliminer les substances parasites telles que les sucres réducteurs et la vitamine C.

Selon les données présentées dans le tableau 16 et représentées dans les figures 20,21,22 et 23, le pourcentage de flavonoïdes par rapport aux composés phénoliques est très faible.

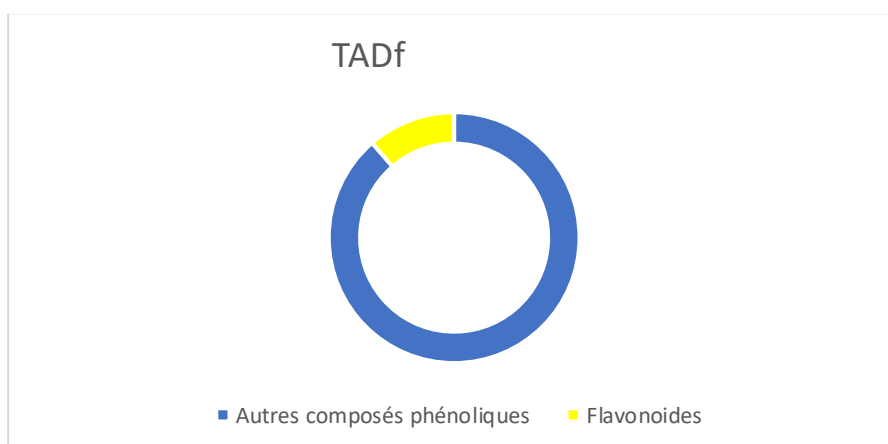


Figure 20. Graphique représentant les flavonoïdes par rapport aux composés phénoliques des feuilles de tadala.

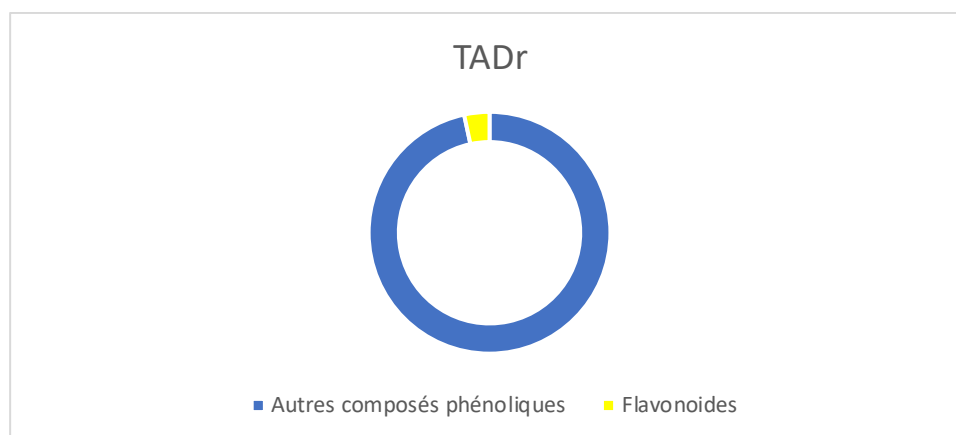


Figure 21. Graphique représentant les flavonoïdes par rapport aux composés phénoliques des racines de tadala.

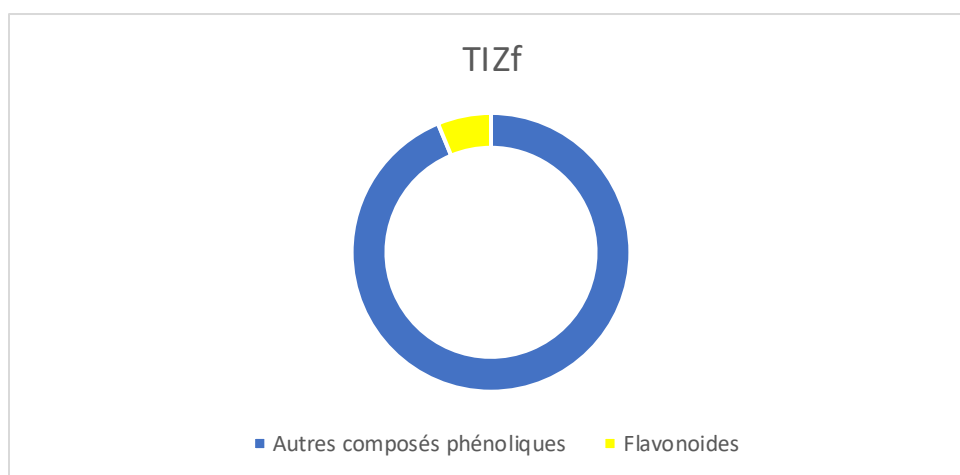


Figure 22. Graphique représentant les flavonoïdes par rapport aux composés phénoliques des feuilles de tizzaouet.

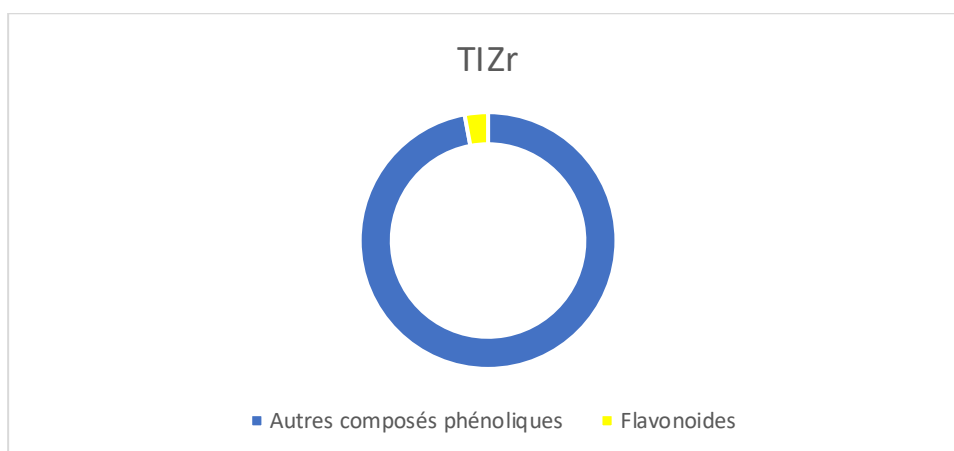
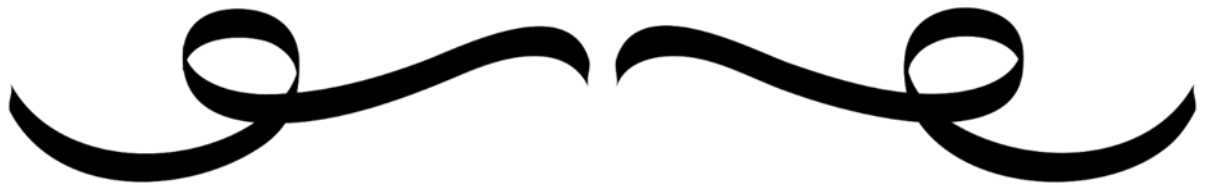


Figure 23. Graphique représentant les flavonoïdes par rapport aux composés phénoliques des racines de tizzaouet

Nous remarquons une corrélation positive de l'ordre de 63% entre le taux de phénols totaux et le taux de flavonoïdes trouvés dans notre étude. Le même résultat a été trouvé dans les études menés par **(Chemseddine et al., 2021)**.

L'absence d'activité antibactérienne chez les extraits peut être attribué à leur pauvreté en composés bioactifs. En effet ils se sont révélé être remarquablement riches en composés phénoliques et mais non en flavonoïdes, qui sont connus pour leurs propriétés antimicrobiennes. Ces composés peuvent jouer un rôle clé dans l'activité inhibitrice contre les bactéries.

Les flavonoïdes sont des substances antimicrobiennes efficaces contre un large éventail de micro-organismes, dont ils sont capables à se complexer avec des protéines extracellulaires et des protéines solubles et complexer avec les parois cellulaires bactériennes **(Al-Hashimi, 2012)**.



Conclusion



Cette étude avait pour objectif la caractérisation, l'évaluation et la valorisation du contenu bioactif des feuilles et racines du palmier dattier *Phoenix dactylifera* L. Elle a permis de mettre en évidence une variabilité intéressante entre les deux cultivars endémiques de la région de Laghouat : Tadala et Tizzaouet. Des différences significatives ont été notées pour la grande majorité de paramètres de l'étude :

- ☞ Tous les extraits de cette plante possèdent des taux de phénols totaux relativement très élevés avec une prédominance des extraits issues des feuilles.
- ☞ Le cultivar Tizzaouet a révélé des teneurs en composés phénoliques plus élevé que le cultivar Tadala que ce soit pour feuilles ou pour les racines.
- ☞ Les teneurs en flavonoïdes pour les deux cultivars étaient et relativement faibles par rapport à l'ensemble des phénols totaux et cela dans tous les extraits.
- ☞ Les disparités des résultats peuvent être attribuée au choix de la méthode, à des variations génétiques ou à des facteurs environnementaux.
- ☞ Les bactéries testées Gram - : *Escherichia coli* ATCC 25922 et une Gram + : *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ont montré une résistance pour les 4 extraits et pour quelques antibiotiques. Cela peut être du aux faibles niveaux de flavonoïdes.

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

Par conséquent la marginalisation n'a pas raison d'être étant donné que ces cultivars appartiennent à notre patrimoine phoénicole dont on doit protéger et élargir la diversité génétique. En perspective l'utilisation de l'HPLC (chromatographie en phase liquide à haute performance) pour l'identification précises des composés phénoliques idéale pour compléter notre étude.

Les références bibliographiques:

A

- **Alawar, A. M. Hamed, K. Al-Kaabi.** (2009). Characterization of treated date palm tree fiber as composite reinforcement. *Compos Part B*; 40, 601–606.
- **Al-Hooti, S. N., Sidhu, J.S., Al-Saqer, J. M, et Al-Othman, A.** (2002). Chemical composition and quality of date syrup as affected by pectinase/cellulase enzyme treatment. *Food Chemistry* . Pp 79, 215–220.
- **Almi, k.** (2018). développement et caractérisation de matériaux à base du bois de palmier dattier adaptés aux applications de développement durable en algérie, université mohamed khider biskra.
- **Amrani, O.** (2021). étude floristique et nutritive, spatiotemporelles, des principales plantes vivaces des parcours steppiques naturels et aménagés, de la région de Laghouat, université kasdi merbah-ouargla.

B

- **Bahorun T.,** (1997). « Substances naturelles actives: la flore mauricienne, une source d’approvisionnement potentielle », *Food Agric, Res.* N° special: 83-95.
- **Barreveld, WH.** (1993). Date palm products. *FAO Agricultural Services Bulletin* No. 101
Brand-williams W, Cuvelier ME, Berset C (1995) Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT* 28:25–30.
- **Ben khelifa, A. Nouacer, A.** (2017). Evaluation de la qualité énergétique d’un biocombustible solide. Cas de la biomasse phoenicicole, Université de Ghardaïa.
- **Belahbib, M. El Atla, F.** (2005). Etude de l’impact de certaines contraintes physiques et chimiques du sol sur la morphologie et la composition chimique des racines du palmier et la composition chimique des racines du palmier "dattier"Déglet- dattier"Déglet-Nour, Université Kasdi Merbah-Ouargla.

- **Besbes S., Blecker C., Deroanne C., Drira N. E., Attia H.** (2004). Date seeds : chemical composition and characteristic profiles of the lipid fraction. Food Chemistry 84 : 577-584.
 - **Besbes S., Blecker C., Deroanne C., Drira N. E., Attia H.** (2004). Date seeds : chemical composition and characteristic profiles of the lipid fraction. Food Chemistry 84 : 577-584.
 - **Besbes S., Abbes F., Kchaou W., Blecker C., Ongena M., Lognay G., Attia H.** (2013). Effect of processing conditions on phenolic compounds & antioxidant properties of date syrup". Industrial crop & product.44, 634-642.
- Berset C et Bondini L.** (2000). Roles des polyphénols en alimentation et santé humaine. Compte rendu de la journée ACIA de 14 décembre 1991 IAA (12), pp 20-24.
- **Bouguedoura Nadia, Malika Bennaceur , Souad Babahani , and Salah Eddine Benziouche.** (2015). Date Palm Status and Perspective in Algeria.Chapter 4.
 - **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.

C

- **Cavallo J-D, Mérens A.,** (2008). Spectre d'activité antibactérien d'un antibiotique et catégorisation Clinique Antibacterial spectrum of an antibiotic and clinical categorization, Pathologie Biologie 56 (2008) 300–304.
- **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.
- **Chang CC, Yang MH, Wen HM, Chern JC.,** (2002) Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. J Food Drug Anal 10:178–182.

D

- **Dasgupta N, De B.,** (2007) Antioxidant activity of some leafy vegetables of India: a comparative study. Food Chem 101:471–474.
- **Domenico T., Francesco C., Maria G.S., Vincenza V., Mariateresa C.D., Antonella S., Gabriela M., Et Giuseppe B.** (2005). Mechanisms of Antibacterial Action of Three Monoterpenes. Antimicrobial Agents and Chemotherapy, 49, 2474-2478.

E

- **Elleuch M, Besbes S, Roiseux O, Blecker C, Deroanne C, Drira NE, Attia H** (2008) Date flesh: chemical composition and characteristics of the dietary fibre. Food Chem 111:676– 682.

F

- **FAO.,** (2019) « Norme pour les dattes », codex alimentarius, CXS 143-1985.
- **Friedman, M.** (2016). Overview of antibacterial, antitoxin, antiviral, and antifungal activities of tea flavonoids and teas. In Tea in Health and Disease Prevention (pp. 455-464). Academic Press.
- **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.

G

- **Ghiaba Z., Boukouada M., Djeridane A., Saidi M., Yousfi M.,** (2012). « Screening of antioxidant activity and phenolic compounds of various date palm (*Phoenix dactylifera*) fruits from Algeria », *Mediterr J Nutr Metab* (2012) 5:119–126.
- **Grotewold E.,** (2006). « The Science of Flavonoids ». Ed. Springer. Ohio.USA, 274p.
- **Gruz J, Ayaz FA, Torun H, Strnad M.,** (2011) Phenolic acid content and radical scavenging activity of extracts from medlar (*Mespilus germanica* L.) fruit at different stages of ripening. *Food Chem* 124:271–277.

H

- **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.
- **Hahkonen MP, Hopia AI, Vuorela HJ, Rauha JP, Pihlaja K, Kujala TS, Heinonen M.,** (1999) Antioxidant activity of plants extracts containing phenolic compounds. *J Agric Food Chem* 47:3954–3962.
- **Hamini Faiza,** (2015), “Morphological and biochemical characterization of some cultivars from the Laghouat region”, thesis of magister, University of Laghouat, Algeria.
- **Hannachi S, Khitri D, Benkhalifa A, Brac de la Perriere RA** (1998) Inventory variety of palm Algeria. ANEP, Algeria, p 12.
- **Harborne B.** (1989) *Methods in plant biochemistry, I: plant phenolics.* Academic Press, London, UK.
- **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).
- **Harborne, J. B.** (1964). *Biochemistry of phenolic compounds.* London: Academic Press. Record Number: 19661105288.
- **Hodgson J, Croft K.D.** (2010). Tea flavonoids and cardiovascular health. *Molecular.*

I

- **ICRA** (International Center for Development Oriented Research in Agriculture), (2003), « Rapport sur la phoeniculture oasis de Dégache ».
- **Iqbal S, Bhanger MI, Anwar F** (2007) Antioxidant properties and components of bran extracts from selected wheat varieties commercially available in Pakistan. LWT 40:361–367.

K

- **Kumaran A, Joel Karunakaran R.,** (2007) In vitro antioxidant activities of methanol extracts of five *Phyllanthus* species from India. LWT 40:344–352.

L

- **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.
- **Lamaison, J.L.C. and Carnet, A.** (1990) Teneurs en Principaux Flavonoides des fleurs de *Crataegus Monogyna* Jacq et de *Crataegus Laevigata* (Poiret D. C) en Fonction de la Vegetation. Pharmaceutica Acta Helvetia, 65, 315-320.
- **Laouini, Salah Eddine.,** (2014). Etude phytochimique et activité biologique d'extrait de des feuilles de *Phoenix dactylifera* L dans la région du Sud d'Algérie (la région d'Oued Souf), Université Mohamed Khider Biskra.
- **Laounici Salah Eddine,** (2014), Phytochemical study and biological activity of extract of leaves of *Phoenix dactylifera* L in the region of southern Algeria (the region of Oued Souf). Thesis of doctorate. Mohamed Khider Biskra University, Algeria.

- **Lima, M. D. F., & Maia, J. G. S.** (2021). Phenolic compounds and their antibacterial activity. In *Natural Bioactive Compounds* (pp. 279-305). Elsevier.
- **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>.
- **Livingston S, Al Mufargi K, Al Suhkeli M** (2002) Chemical control of leaf spot of date palm (*Phoenix dactylifera*) in sultanate of Oman. *Plant Pathol J* 18:165–167.

M

- **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.
- **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.
- **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.

P

- **Petti S, Scully C.,** (2009). Polyphenols, oral health and disease: A review. Journal of phenolic compounds. Molecular Aspects of Medicine, 31 : 446–467.

R

- **Ramdani Bichira and Adaika Meriem,** (2015), Optimization of the conditions for extracting phenolic compounds ultrasonically from the leaves Phoenix dactylifera L. Thesis of master. University of Hamma Lakhdar El Oued, Algeria.

S

- **Scalbert, A.,** (1991). « Antimicrobial properties of tannins ». Phytochemistry. 30(12): 3875–3883.
- **Singleton VL, Rossi JA.,** (1965) Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. Am J Enol Vitic 16:144–158.

T

- **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.
- **Tsuchiya H., Sato M., Miyazaki T., Fujiwara S., Tanigaki S., Ohyama M., Tanaka T. et Iinuma M.**, (1996) . « Comparative study on the antibacterial activity of phytochemical flavanones against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *J. Ethnopharmacol.* », 50: 27–34.

W

- **Wada L, Ou B.**, (2002) Antioxidant activity and phenolic content of Oregon cranberries. *J Agric Food Chem* 50:3495–3500.
- **Wang H, Cao G, Prior RL** (1996) Total antioxidant capacity of fruits. *J Agric Food Chem* 44:701–705.

y

- **Yahiaoui, N.**, (2012). Etude de l’adsorption des composés phenoliques des margines d’olive sur carbonate de calcium, hydroxyapatite et charbon actif, s.l.: memoire de magister universite mouloud mammeri tizi ouzou.

Z

- **Zielinski H, Kozłowska H.**, (2000) Antioxidant activity and total phenolics in selected cereal grains and their different morphological fractions. *J Agric Food Chem* 48:2008–2016.

Annexe 1. Composition des milieux de culture

Gelose Muller-Hinton	
Flacon 180 ml	
Pour 1 litre de milieu :	
• Extrait de viande.....	1,0g
• Extrait de levure.....	2,0g
• Peptone.....	5,0g
• Chlorure de sodium.....	5,0g
• Agar.....	12,0g
pH = 7,0	



Milieu Préparé

Liquéfier l'agar (Ex : bain marie), laisser refroidir à 45-50 °C et verser dans des boîtes de Petri.
Laisser solidifier pendant au moins 30 minutes.

ANNEXE 2. Fiche D'identification Du Cultivar Taddala

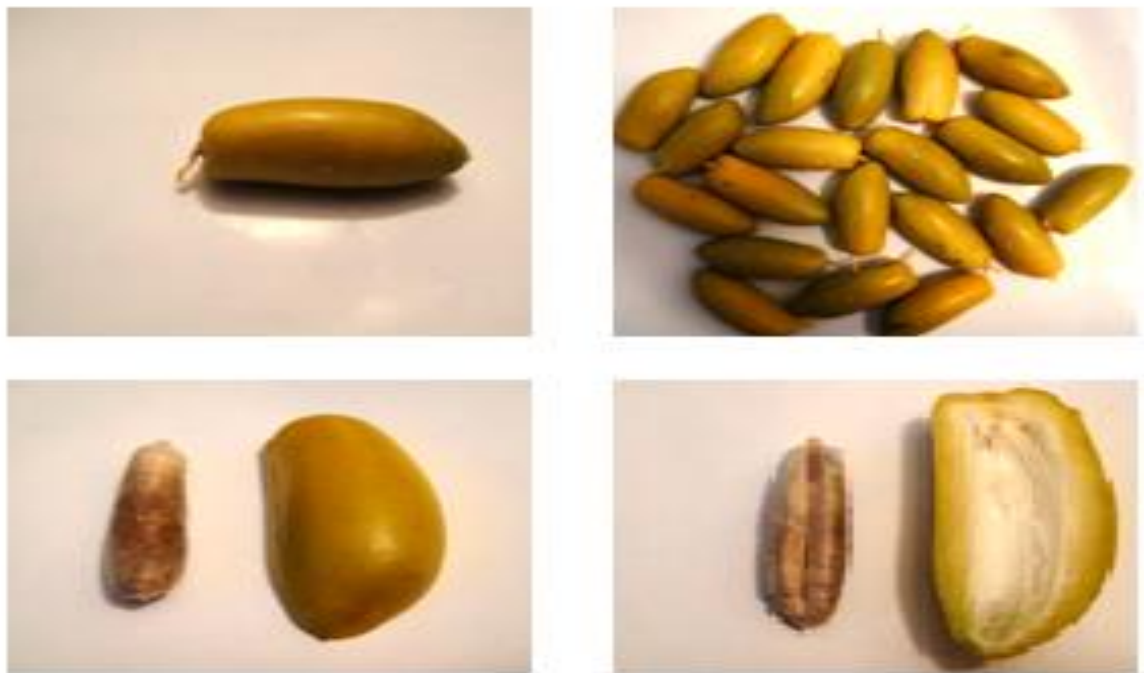


Photo des dattes du cultivar Taddala au stade « Bser »



Photo des dattes du cultivar Taddala au stade « Tmar »

Tableau . Données générales relatives au cultivar Taddala

<i>Non vernaculaire</i>	<i>Taddala</i>
Synonymes locaux	/
Sens du nom	/
Origine présumée	Laghouat/Ghardaia
Données généalogiques (♂x♀)	Inconnues
Origine génétique	Rejet
Localisation du site	Commune de Laghouat
Importance dans la localité	Abondant
Vitesse de croissance	Moyenne
Nombre moyen de spathes	10
Date d'émission de la première spathe (sur 50% des individus)	Début mars
Date d'ouverture de la première spathe (sur 50% des individus)	Mi mars
Date d'ouverture de la dernière spathe	Fin avril
Nombre de jours de réceptivité de la fleur femelle	15
Capacité à rejeter	Moyenne
Nombre de rejets sevrables	8
Sensibilité a la fusariose	Inconnu
Sensibilité aux agressions biotiques et abiotiques	Sensible aux nematodes, Coleopteres et khmej
Nombre de cycle de floraison / an	1
Tendance a l'alternance de la production	Non
Date de maturité	Octobre
Date de récolte	Fin octobre
Stade de récolte	Tmar
Type de récolte	Total
Production moyenne (kg/arbre/an)	Plus de 100 kg
Utilisation de la date	Fraîche et Conservé
Mode de conservation	Pilée –btana-cagette et congélation
Appréciation	Bonne
Digestibilité	Froide (barda)
Transformations connus	Pâte
Commercialisation	Faible
Toute information supplémentaire sur le cultivar : /	

Tableau. Données sur la caractérisation morphologique de la datte du cultivar Taddala

<i>Nom vernaculaire</i>	<i>Taddala</i>
Stade 'Bser'	
Forme du fruit au stade 'Bser'	Sub-cylindrique ou courbée
Couleur du fruit au stade 'Bser'	Jaune
Forme du fruit à la base	Plat
Forme du fruit au sommet	Pointu
Longueur du fruit au stade 'Bser'	Long
Largeur maximale du fruit au stade 'Bser'	Moyen
Stade de récolte	
Poids moyen du fruit (g)	10,36
Couleur du fruit au stade 'Tmar'	Ambrée
Aspect de l'épicarpe du fruit	Plissée
Altération de la couleur de l'épicarpe	Aucune
Epaisseur de la chaire (mm)	3
Texture de la chaire	Mielleuse
Gout et saveur de la datte	Insipide
Arome de la datte	Parfumée
Longueur de la cavité de la datte (mm)	38
Largeur de la cavité de la datte (mm)	10
Calice/Périanthe	
Forme du calice	Aplatit
Couleur du calice	Orange
Diamètre du calice (mm)	9
Adhérence du fruit au calice	Non
Graine	
Forme de la graine	Sub-cylindrique
Longueur de la graine	29
Largeur de la graine (mm)	10
Epaisseur de la graine	8
Rapport de longueur de la graine/fruit	0,66
Poids moyen des graines (g)	1,67
Rapport poids de la graine/fruit	0,16
Couleur de la graine	Beige
Aspect de la surface de la graine	Ridée
Forme du sillon de la graine	En forme de v
Situation du pore germinatif/micropyle	Centrale
Type de protubérances	Aucune
Fréquence de protubérances en crêtes ou ailettes	Jamais
Présence de mucron	Absent
Longueur du hile	Moyen
Adhérence du tégument séminal	Oui
Nte : Datte demi-molle	

ANNEXE 3. Fiche D'identification Du Cultivar Tizzaouet



Photo des dattes du cultivar Tizzaouet au stade Bser



Photo des dattes du cultivar Tizzaouet au stade Tmar

Tableau. Données générales relatives au cultivar Tizzaouet

Non vernaculaire	Tizzaouet
Synonymes locaux	/
Sens du nom	/
Origine présumée	Laghouat
Données généalogiques (♂x♀)	Inconnue
Origine génétique	Rejet
Localisation du site	Algérie, Commune de Laghouat
Importance dans la localité	Fréquent
Vitesse de croissance	Lente
Nombre moyen de spathes	15
Date d'émission de la première spathe (sur 50% des individus)	Début février
Date d'ouverture de la première spathe (sur 50% des individus)	Février
Date d'ouverture de la dernière spathe	Avril
Nombre de jours de réceptivité de la fleur femelle	4 jours
Capacité à rejeter	Moyenne
Nombre de rejets sevrables	6
Sensibilité a la fusariose	Inconnu
Sensibilité aux agressions biotiques et abiotiques	Sensible aux nematodes, Coleopteres, Papillons et khmej
Nombre de cycle de floraison / an	1
Tendance a l'alternance de la production	Non
Date de maturité	Octobre
Date de récolte	Octobre
Stade de récolte	Rtab/Tmar
Type de récolte	Grappillage et Totale
Production moyenne (kg/arbre/an)	50 kg
Utilisation de la date	Fraîche et Conservé
Mode de conservation	Cagette, Pilée
Appréciation	Bonne
Digestibilité	Froide (barda)
Transformations connus	Pâte
Commercialisation	Faible
Toute information supplémentaire sur le cultivar : Sensible à la pluie	

Tableau. Données sur la caractérisation morphologique de la datte du cultivar Tizzaouet

<i>Nom vernaculaire</i>	<i>Tizzaouet</i>
Stade 'Bser'	
Forme du fruit au stade 'Bser'	Sub-cylindrique
Couleur du fruit au stade 'Bser'	Jaune
Forme du fruit à la base	Plat
Forme du fruit au sommet	Rond large
Longueur du fruit au stade 'Bser'	Moyen
Largeur maximale du fruit au stade 'Bser'	Moyen
Stade de récolte	
Poids moyen du fruit (g)	12,66
Couleur du fruit au stade 'Tmar'	Marron clair
Aspect de l'épicarpe du fruit	Plissé
Altération de la couleur de l'épicarpe	Aucune
Epaisseur de la chaire (mm)	5
Texture de la chaire	Mielleuse
Gout et saveur de la datte	Insipide
Arome de la datte	Parfumé
Longueur de la cavité de la datte (mm)	34
Largeur de la cavité de la datte (mm)	9
Calice/Périanthe	
Forme du calice	Proéminent
Couleur du calice	Orange
Diamètre du calice (mm)	12
Adhérence du fruit au calice	Non
Graine	
Forme de la graine	Sub-cylindrique
Longueur de la graine	27
Largeur de la graine (mm)	8
Epaisseur de la graine	7
Rapport de longueur de la graine/fruit	½ à 2/3
Poids moyen des graines	1,14
Rapport poids de la graine/fruit	0,09
Couleur de la graine	Grise
Aspect de la surface de la graine	Lisse
Forme du sillon de la graine	En forme de v
Situation du pore germinatif/micropyle	Centrale
Type de protubérances	En ailettes
Fréquence de protubérances en crêtes ou ailettes	Souvent
Présence de mucron	Absent
Longueur du hile	Court
Adhérence du tégument séminal	Oui
Note : Datte demi-molle et Une sorte de sirop transparent qui s'écoule à l'intérieur de la cavité	

1. Matériel

1.1. Matériel biologique

Nous avons choisi de faire notre étude sur deux cultivars rares en Algérie et endémiques de la région de Laghouat : Taddala et Tizzaouet (cf. fiches d'identification annexe 2 et 3).

Tableau . Matériel végétal de l'étude (Images personnelles)

Cultivar	Fréquence locale	Photographie
Taddala	Abondant	
Tizzaouet	Fréquent	



Figure . Photographies du matériel végétal de l'étude. A : Racines. B : Feuille.
(Images personnelles)

Pour le test de sensibilité, nous avons utilisé deux bactéries pathogènes pour l'homme. Le tableau ci-dessous renseigne sur leurs provenances. Nous avons fait le choix de tester nos extraits sur 2 souches bactériennes (gram + et gram -).

Tableau . Description du matériel bactériologique de l'étude

	<i>Staphylococcus aureus</i> Gram +	<i>Escherichia coli</i> Gram -
Numéro de référence	ATCC® 25923™	ATCC® 25922™
Provenance	Laboratoire vétérinaire	Laboratoire vétérinaire

1.2. Liste des produits utilisés

- Ethanol
- Méthanol
- Réactif de Folin-Ciocalteu
- Carbonate de sodium
- Acide gallique
- Éther de pétrole
- Acétate d'éthyle
- Sulfate de sodium anhydre
- Eau distillée
- Eau physiologie
- Milieu muller-Hinton
- Nutrient BROTh
- Diméthylsulfoxyde DMSO
- Antibiotiques (chloramphénicol, pénicilline, colistine etc)

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
- Boîtes pétries
- Résistance + agitateur
- Autoclave
- Bec-benzène
- La hotte
- Papier buvard

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

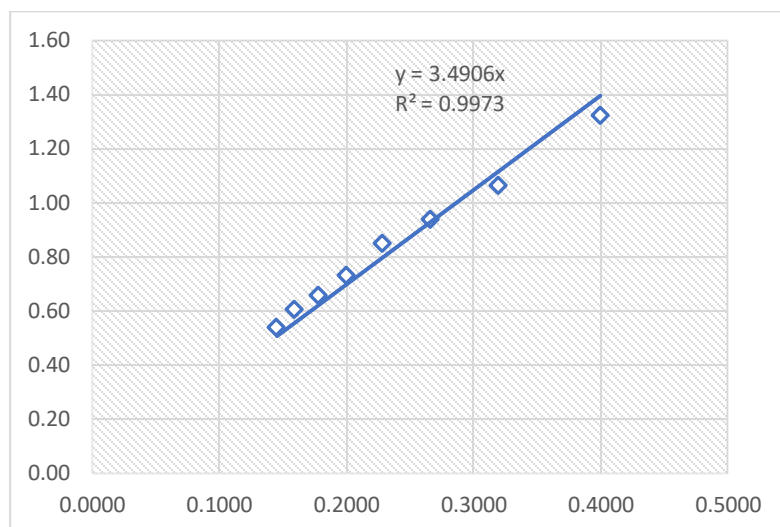


Figure . Courbe d'étalonnage de l'acide gallique

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

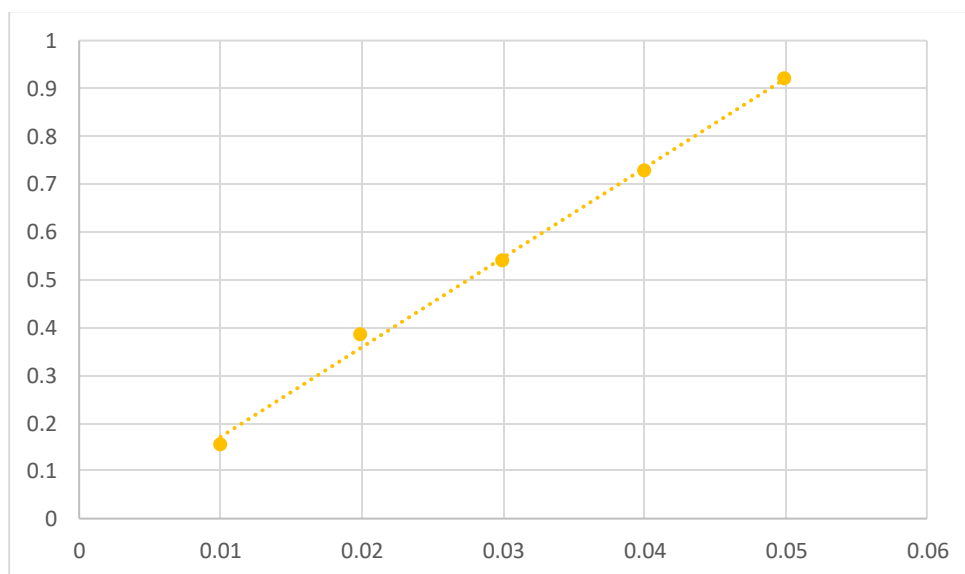


Figure . Courbe d'étalonnage de la Quercétine

Abstract

The date palm is the main phylogenetic resource of the Algerian Sahara. Considered as a tree of providence, its various parts have been used for centuries for various purposes, including traditional medicine. While the fruits have been the subject of many studies, the leaves and roots remain unexploited. In this study, we performed a biochemical characterization of the leaves (l) and roots (r) of two endemic cultivars from the Laghouat region: Taddala (TAD) and Tizzaouet (TIZ). A reflux apparatus performed the extraction of the total phenolic content. We used the colorimetric method of Folin-Ciocalteu for the determination of the total phenol content (TPC) and aluminum trichloride for the determination of the total flavonoid content (TFC). In addition, we tested the antibacterial activity of the extracts against two bacterial strains one Gram - : *Escherichia coli* ATCC 25922 and one Gram + : *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. The results showed very high levels of TPC in date palm leaves and roots with a predominance in leaves. It reached up to 825,63 mg (GAE)/100 g dry weight in TAD leaves. TFC were also quite high, ranging from 11.24 to 70.41 mg (EQ) / 100 g dry weight and were significantly correlated with TPC. The extracts showed no significant antibacterial activity against the two bacterial strains compared to classic antibiotics. The results suggest that all parts of this plant are a good source of natural antioxidants and can be used as functional food ingredients.

Keywords: *Phoenix dactylifera*; date palm leaves and roots; total phenolic content; total flavonoid content; antibacterial activity.

Résumé

Le palmier dattier est la principale ressource phytogénétique du Sahara algérien. Considéré comme un arbre de la providence, ses différentes parties sont utilisées depuis des siècles à diverses fins, dont la médecine traditionnelle. Si les fruits ont fait l'objet de nombreuses études, les feuilles et les racines restent inexploitées. Dans cette étude, nous avons effectué une caractérisation biochimique des feuilles (f) et des racines (r) de deux cultivars endémiques de la région de Laghouat : Taddala (TAD) et Tizzaouet (TIZ). Un appareil à reflux a été employé pour l'extraction du contenu phénolique total. Nous avons utilisé la méthode colorimétrique de Folin-Ciocalteu pour la détermination de la teneur totale en phénols (TPC) et le trichlorure d'aluminium pour la détermination de la teneur totale en flavonoïdes (TFC). De plus, nous avons testé l'activité antibactérienne des extraits contre deux souches bactériennes une Gram - : *Escherichia coli* ATCC 25922 et une Gram + : *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. Les résultats ont montré des taux très élevés de TPC dans les feuilles et racines de palmier dattier avec une prédominance en feuilles. Elle atteint jusqu'à 825,63 mg (GAE)/100 g de poids sec dans les feuilles de TAD. Les TFC étaient également assez élevés, allant de 11,24 à 70,41 mg (EQ) / 100 g de poids sec et étaient significativement corrélés avec les TPC. Les extraits n'ont montré aucune activité antibactérienne significative contre les deux souches bactériennes par rapport aux antibiotiques classiques. Les résultats suggèrent que toutes les parties de cette plante sont une bonne source d'antioxydants naturels et peuvent être utilisées comme ingrédients alimentaires fonctionnels. **Mots clés :** *Phoenix dactylifera* ; feuilles et racines de palmier dattier ; contenu phénolique total; teneur totale en flavonoïdes ; activité antibactérienne.

الملخص

نخيل التمر هو المورد الوراثي النباتي الرئيسي للصحراء الجزائرية. تعتبر شجرة العناية الإلهية، وقد تم استخدام أجزائها المختلفة لعدة قرون لأغراض مختلفة، بما في ذلك الطب التقليدي. بينما تمت دراسة الفاكهة على نطاق واسع، تظل الأوراق والجذور غير مستغلة. في هذه الدراسة، أجرينا توصيفاً كيميائياً حيويًا للأوراق (f) والجذور (r) لاثنتين من الأصناف المستوطنة في منطقة الأغواط : تدالة (TAD) وتيزوات (TIZ). تم استخدام جهاز الانصهار لاستخراج المحتوى الفينولي الكلي. تم استخدام طريقة فولين-سيوكالتو لقياس الألوني لتحديد إجمالي محتوى الفينول (TPC) وكلوريد الألومنيوم الثالثي. لتقدير محتوى الفلافونويد الكلي (TFC). بالإضافة إلى ذلك، قمنا باختبار النشاط المضاد للبكتيريا للمستخلصات ضد سلالتين البكتيريا إشريشيا كوالي (سلبية لصبغة غرام) والعنقوديات الذهبية (موجبة لصبغة غرام). أظهرت النتائج مستويات عالية جداً من TPC في الأوراق وجذور النخيل مع غلبة الأوراق. يصل إلى 825.63 مجم / 100 (GAE) جم وزن جاف في أوراق TAD. كانت TFC أيضاً عالية جداً، تتراوح من 11.24 إلى 70.41 مجم / 100 (EQ) جم بالوزن الجاف وكانت مرتبطة بشكل كبير مع الإنعاش القلبي الرئوي. أظهرت المستخلصات عدم وجود نشاط مضاد للجراثيم معنوي ضد السلالتين البكتيريتين مقارنة بالمضادات الحيوية التقليدية. تشير النتائج إلى أن جميع أجزاء هذا النبات هي مصدر جيد لمضادات الأكسدة الطبيعية ويمكن أن تكون كذلك تستخدم كمكونات غذائية وظيفية.

الكلمات المفتاحية: فينيكس داكليفيرا ؛ أوراق النخيل والجذور. إجمالي محتوى الفينول. إجمالي محتوى الفلافونويد. نشاط مضاد للجراثيم.