

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE MICROBIOLOGIE & BIOCHIMIE

N° :



DOMAINE : SCINCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

FILIERE : SCIENCES BIOLOGIQUES

OPTION : MICROBIOLOGIE APPLIQUEE

**Mémoire présenté pour l'obtention**

**Du diplôme de Master Académique**

**Par : BOUDJOUDI Selma**

**LALOUANI Rokia**

**Intitulé**

**Extraction, caractérisation physico-chimique  
et activité antimicrobienne de l'huile des  
noyaux de dattes *Phoenix dactylifera* L.**

**Soutenu devant le jury composé de :**

Pr. AOUN Omar

Université Mohamed Boudiaf M'sila

Président

Dr. FREIDJA Mohamed Lamine

Université Mohamed Boudiaf M'sila

Rapporteur

Dr. BELBAHI Amine

Université Mohamed Boudiaf M'sila

Examineur

**Année universitaire : 2022 /2023**



## Dédicace

À mes plus grands soutiens et sources d'inspiration, je dédie ce travail avec tout mon amour et ma reconnaissance infinie

À ma mère **Fatiha** qui a toujours été mon port d'attachement, merci pour ton amour, ton dévouement et ton soutien inébranlable. Tu as été la lumière qui a éclairé mon chemin dans les moments sombres

À mon père **Ahmed** qui m'a appris l'importance du travail acharné, de la persévérance et de l'honnêteté, je suis reconnaissante pour tes conseils avisés et ton soutien sans faille. Tu m'as inspiré à viser plus haut et à poursuivre mes rêves. Je suis infiniment reconnaissante pour ton soutien indéfectible, ta confiance en moi

À ma grand sœur **Ahlam** qui n'ont pas cessé de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études

À mes frères **Mohammed, Youcef et Abdelmoumin**

À Ma adorable nièce **Isrra**

À Mes deux grandes familles **Boudjoudi et Hammadi**

Son oublié mon binôme **Rokia**

À tous mes collègues

tous ce qu'il m'aiment

**Selma**





## Dédicace

Je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère

À l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect : mon cher père **IBRAHIM**

À la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse : mon adorable mère **HALIMA**

À mes chères sœur **KHAIRA** et **RADIA** qui n'ont pas cessée de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études que Dieu les protège et leurs offre la chance et le Bonheur

À mes frères **HAMADA, EL HADJE** et sa femme **IKRAME**

À ma grand-mère et toute ma famille que Dieu leurs donne une longue et joyeuse vie

À tous les cousins, les voisins et les amis que j'ai connu jusqu'à maintenant, merci pour leurs amours et leurs encouragements

Sans oublier mon binôme **SELMA** pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce travail.

À mes amis **ZAHRA** et **NESRINE**

**Rokia**



## **Remerciement**

Nous remercions **DIEU** tout puissant, maître des cieux et de la terre, qui nous a donné le courage, la patience et la volonté pour réaliser ce travail.

Tout d'abord nous tenons surtout à adresser nos plus vifs remerciements à nos promoteur **Dr. FREIDJA Mohamed Lamine**, Maître de conférences qui nous a fait l'honneur de réaliser ce travail sous sa direction, pour sa patience, pour sa disponibilité et ses conseils judicieux.

Nous remercions également **Pr. AOUN Omar**, Professeur à la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie à l'université de M'sila d'avoir accepté de présider le jury.

Nous remercions **Dr. BELBAHI Amine**, docteur à la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie à l'université de M'sila d'avoir accepté de faire partie Du jury et d'examiner ce travail.

Nos sincères gratitudees à **Mr. HARRAR Abd EL Nacer** et **Dr. DEHIMI Khadidja** pour leurs conseils et l'intérêt incontestable qu'ils portent à tous les étudiants.

Nos remerciements vont également à tous les membres des laboratoires de microbiologie et biochimie.

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous nos proches et amis, qui nous ont toujours encouragés au cours de la réalisation de ce mémoire.

Nous remercions toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Un grand merci à tous.

## Sommaire

Résumé .....	i
Liste des abréviations.....	ii
Liste des figures .....	iii
Introduction .....	1

### PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

<b>Chapitre I. Généralités sur le palmier dattier et leurs noyaux .....</b>	<b>3</b>
I.1. Généralités .....	3
I.1.1. Répartition géographique de palmier dattier.....	4
I.1.2. Morphologie de palmier dattier .....	4
I.2. Les Dattes.....	5
I.2.1. Définition .....	5
I.2.2. Classification des dattes .....	5
I.2.3. Composition nutritionnelle .....	7
I.2.4. Production des dattes .....	8
I.3. Les noyaux des dattes .....	9
I.3.1. Définition et description .....	9
I.3.2. Composition chimique des noyaux de dattes.....	12
I.3.3. Valorisation et utilisation des noyaux de dattes.....	13
<b>Chapitre II. Huile de noyaux des dattes et leur activités biologiques.....</b>	<b>15</b>
II.1. Généralités sur les huiles végétaux.....	15
II.2. Extraction des huiles végétaux .....	16
II.2.1. Pression à froid .....	16
II.2.2. Extraction par Soxhlet .....	16
II.2.3. Macération .....	16
II.2.4. Extraction par ultrasons .....	17
II.3. Huil des noyaux de dattes .....	17

II.3.1. Caractéristiques organoleptiques de l'huile des noyaux de dattes .....	17
II.3.2. Caractéristiques physiques de HND .....	18
II.3.3. Composition chimique de l'HND .....	19
II.3.4. Utilisations et applications potentielles de HND.....	23
II.4. Activités biologiques de l'huile de noyaux de dattes .....	25
II.4.1. Activité antioxydante.....	25
II.4.2. Activité antibactérienne .....	26
II.4.3. Activité antifongique .....	27
II.4.4. Activité antiviral .....	28

## **PARTIE EXPERIMENTALE**

<b>Chapitre III. Matériels et méthodes .....</b>	<b>29</b>
III.1. Matériels.....	29
III.1.1. Choix des variétés .....	29
III.1.2. Appareils et produits de laboratoire .....	29
III.1.3. Souches microbiennes utilisées.....	29
III.2. Méthodes d'analyses .....	30
III.2.1. Préparation de l'échantillon .....	30
III.2.2. Caractérisation morphologique des noyaux de dattes .....	30
III.2.3. Analyses physico-chimiques de la poudre des noyaux de dattes .....	31
III.2.4. Analyses physico- chimique de l'huile des noyaux de dattes .....	34
III.3. Etude de l'activité antioxydant par le test DPPH.....	36
III.4. Etude de l'activité antimicrobienne.....	38
III.4.1. Activité antibactérienne.....	38
III.4.2. Activité antifongique.....	40
III.5. Analyse statistique.....	40
<b>Chapitre IV. Résultats et discussions .....</b>	<b>41</b>
IV.1. Caractéristiques morphologiques .....	41

IV.1.1. Humidité.....	42
IV.1.2. Teneur en cendre.....	43
IV.1.3 pH.....	44
IV.1.4. Teneur en matière grasse.....	45
IV.2. Analyses physico-chimiques de l'huile des noyaux de dattes .....	46
IV.2.1. Acidité titrable.....	46
IV.2.2. Indice de peroxyde .....	47
IV.3. Activité antioxydant par test DPPH .....	51
IV.4. Activité antimicrobienne.....	53
IV.4.1. Résultats du test préliminaire .....	54
IV.4.2. Sensibilité aux antibiotiques .....	54
IV.4.3. Sensibilité aux extraits .....	55
Discussion générale.....	59
<b>Conclusion et perspectives.....</b>	<b>62</b>
<b>Références bibliographiques</b>	
<b>Annexes</b>	

## ملخص

نواة التمر هي نفايات العديد من صناعات معالجة التمور، يتم التخلص منها أو دمجها جزئيًا في علف الحيوانات. كشفت العديد من الدراسات عن ثرائها بمختلف المواد الكيميائية الحيوية والمعدنية المثيرة للإهتمام. من خلال هذه الدراسة حاولنا من جهة دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمسحوق وزيت نواة التمر من صنف غرس ودقلة نور. من ناحية أخرى تقييم نشاط الزيت كمضاد للأكسدة و مضاد للميكروبات.

يتم الحصول على الزيت المستخرج عن طريق الإستخلاص باستعمال جهاز Soxhlet بمذيب الهكسان لمدة 8 ساعات والتقطير عند درجة حرارة 40 درجة مئوية. كان مردود الإستخلاص  $0,54 \pm 10,02$  % لصنف غرس و  $0,35 \pm 7,01$  % لصنف دقلة نور. قدر محتوى البوليفينول الكلي باستخدام كاشف Folin-Ciocalteu ، حيث وجد  $0,01 \pm 0,99$  و  $0,04 \pm 0,74$  ملغ مكافئ حمض الجاليك / غ مادة جافة في أصناف غرس ودقلة نور على التوالي. تم تقييم النشاط المضاد للأكسدة باستخدام طريقة تقليل الجذور الحرة (2,2-diphényl-1-picrylhydrazine DPPH). كانت قيم التراكيز المثبطة ل 50 (IC<sub>50</sub>) من DPPH والمعبرة عن النشاط المضاد لهذا الأخير  $1,01 \pm 32,05$  مكغ /مل و  $0,12 \pm 26,61$  مكغ /مل بالنسبة للمستخلص من صنف غرس و BHT على التوالي و  $3,08 \pm 61,78$  % بالنسبة للمستخلص، وهو قريب من نشاط الشاهد BHT  $0,17 \pm 73,37$  % عند تركيز 40 مكغ/مل. تم تحديد النشاط المضاد للميكروبات على ثلاث سلالات بكتيرية (جرام + و جرام-) ( و فطر واحد باستخدام طريقة الانتشار القرصي. يتفاعل المستخلص الذي تم اختباره في دراستنا بشكل إيجابي ضد السلالة البكتيرية *E. coli*، مما يؤكد أن زيت نواة التمر من صنف غرس يتمتع بخصائص مضادة للبكتيريا. أظهر النشاط المضاد للفطريات أن زيت نواة التمر لم يكن له أي تأثير ضد *Aspergillus niger*. أظهرت التحاليل الإحصائية باستخدام اختبار ANOVA وجود فروق ذات دلالة إحصائية في محتوى البوليفينول والنشاط المضاد للأكسدة بين المستخلص والمركبات المستخدمة كشاهد (مستخلص نواة التمر، حمض الجاليك و BHT).

**الكلمات المفتاحية :** إستخراج الزيت ؛ نواة التمر؛ تتمين ؛ بوليفينول ؛ نشاط مضاد للأكسدة ؛ نشاط مضاد للجراثيم.

## Abstract

Date seeds are waste from many date processing industries, discarded or partially incorporated into animal feed. Numerous studies have revealed its richness in various interesting biochemical and mineral substances. Through this study, we tried to study the physical and chemical properties of date seed oil and powder of Ghars and Deglet Nour cultivars. On the other hand, evaluation of the activity antimicrobial and antioxidant oil.

The extracted oil is obtained by extraction using a Soxhlet apparatus with a hexane solvent for 8 hours and distillation at a temperature of 40 degrees Celsius. The extraction yield was  $10.02 \pm 0.54$  % for Ghars cultivar and  $7.01 \pm 0.35$  % for Deglet Nour cultivar. The total polyphenol content was estimated using the Folin-Ciocalteu reagent, which found  $0.99 \pm 0,01$  and  $0.74 \pm 0,04$  mg gallic acid equivalent/g dry matter in Ghars and Deglet Nour cultivars, respectively. Antioxidant activity was evaluated using « 2,2 diphenyl-1-picrylhydrazyl DPPH », it ranged between  $61.78 \pm 3.08$  % for the extract and seems to be closed to that control BHT  $73.37 \pm 0.17$  % when used at 40  $\mu\text{g/ml}$ . The 50 percent inhibitory concentration for 50 % ( $\text{IC}_{50}$ ) of DPPH were  $32.05 \pm 1.01$   $\mu\text{g/ml}$  for the extract Ghars cultivar and  $26.61 \pm 0.12$   $\mu\text{g/ml}$  for BHT. Antimicrobial activity was determined on three bacterial strains « Gram+, Gram- » and one fungus using the disc-diffusion method. The extract tested in our study reacted positively against the bacterial strain *E. coli* only, confirming that date seed oil from the Ghars variety has antibacterial properties. The antifungal activity showed that date seed oil had no effect against *Aspergillus Niger*. Statistical analyzes using the ANOVA test showed that there were statistically significant differences in polyphenol content and antioxidant activity between the extract and the standards used (date seed oil, gallic acid and BHT).

**Keywords:** Oil extraction ; Date seeds ; Valorization ; Phenolic content ; Antimicrobial activity ; Antioxidant activity.

## Résumé

Les noyaux de dattes sont les déchets de plusieurs industries de transformation des dattes, ils sont jetés ou partiellement incorporés dans l'alimentation animale. Plusieurs recherches ont révélés leurs richesses en différentes substances biochimiques et minérales intéressantes. A travers cette étude nous avons tenté d'une part d'étudier les caractéristiques physico-chimiques de la poudre et l'huile des noyaux de dattes des variétés Ghars et Deglet Nour. D'autre part, l'évaluation des activités antioxydante et antimicrobienne de l'huile.

L'huile extraite est obtenue par une extraction par soxhlet avec de solvant d'hexane pendant 8h et une distillation à une température de 40°C. Le rendement d'extraction est de  $10,02 \pm 0,54$  % pour la variété Ghars et  $7,01 \pm 0,35$  pour Deglet Nour. La teneur en polyphénols totaux a été déterminée en utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu, elle est de 0,94 et 0,67 mg équivalent d'acide gallique/ g de matière sèche dans la variété Ghars et Deglet Nour, respectivement. L'activité antioxydante a été évaluée en utilisant la méthode de réduction du radical libre « 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl DPPH ». Le pourcentage de piégeage du DPPH et l'IC<sub>50</sub> est de  $61,78 \pm 3,08$  % pour l'extrait de variété Ghars et  $32,05 \pm 1,01$  µg/ml, respectivement, alors que celle du témoin positif BHT est de  $73,37 \pm 0,17$  % et  $26,61 \pm 0,12$  µg/ml. L'activité antimicrobienne a été déterminée sur trois souches bactériennes « Gram+ et Gram- » et un champignon selon la méthode de diffusion de disque. L'extrait testé dans notre étude a réagi positivement contre la souche bactérienne *E. coli* ce qui confirme que l'huile de noyaux de dattes de la variété Ghars sont doués de propriétés antibactériennes. L'activité antifongique sur champignon montré que l'huile de noyaux de dattes n'avait aucune activité vis-à-vis *Aspergillus niger*. L'étude statistique par le test ANOVA nous a permis de constater des différences très hautement significatives pour la teneur en polyphénols et l'activité antioxydante entre l'extrait et le standards utilisé (Extrait des noyaux de dattes, Acide gallique, BHT).

**Mots clés :** Extraction d'huile ; Noyaux de datte ; Valorisation ; Polyphénols ; Activité antimicrobiennes ; Activité antioxydante.

## Liste des abréviations

**AGL** : Acide gras libre

**AGM** : Acides gras monoinsaturés

**AGP** : Acide gras polyinsaturé.

**AGS** : Acides gras saturés

**AJR** : Apports Journaliers Recommandés

**ATB** : Antibiotique

**BHT** : Butylhydroxytoluene

**CG** : Corps Grasse

**DMSO** : Diméthylsulfoxyde

**DO** : Densité optique

**DPPH** : 2,2-Dihényl 1-picrylhydrazyle

**EAG** : Equivalent d'acide gallique

**GN** : Gélose nutritive

**HND** : Huile noyau de datte

**IA** : Indice d'acide

**IC<sub>50</sub>** : Concentration inhibitrice 50 %

**IP** : Indice de peroxyde

**KI** : Iodure de potassium

**LDL** : lipoprotéines de très basse densité (low density lipoproteins)

**MH** : Muller-Hinton

**Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>** : Carbonate de Sodium

**NaOH** : Hydroxyde de Sodium

**ND** : Noyau(x) de datte(s)

**PDA** : Potato Dextrose Agar

**TC %** : Teneur en cendre

## Liste des figures

<b>Figure 1:</b> Localisation des oasis dans le Sahara algérien. ....	4
<b>Figure 2:</b> Présentation schématique d'un palmier dattier. ....	4
<b>Figure 3:</b> Présentation morphologique de la datte. ....	5
<b>Figure 4 :</b> Production de dates en Algeria entre 2010 - 2021. ....	8
<b>Figure 5:</b> Morphologie du noyau de datte ..... 9	9
<b>Figure 6 :</b> Quelques huiles végétaux et leurs sources. ....	15
<b>Figure 7 :</b> Structure chimique de quelques polyphénols de HND. ....	21
<b>Figure 8 :</b> Préparation de la poudre de noyaux de dattes. ....	30
<b>Figure 9 :</b> Echantillon prélevé pour étudier la morphologie ..... 41	41
<b>Figure 10 :</b> Humidité des noyaux de dattes. ....	42
<b>Figure 11 :</b> Teneur en cendre des noyaux de dattes. ....	43
<b>Figure 12 :</b> Cendres des noyaux de dattes ..... 44	44
<b>Figure 13 :</b> Rendement d'huile des noyaux de dattes. ....	45
<b>Figure 14 :</b> Huile des noyaux de dattes ..... 46	46
<b>Figure 15 :</b> Acidité d'huile des variétés utilisées. ....	47
<b>Figure 16 :</b> Indice peroxyde d'huile de variétés utilisées. ....	48
<b>Figure 17 :</b> Changement de couleur de l'extrait aqueux des ND vers le bleu. ....	49
<b>Figure 18 :</b> Courbe d'étalonnage d'acide gallique. ....	49
<b>Figure 19 :</b> Teneurs en polyphénols totaux ..... 50	50
<b>Figure 20 :</b> Variation de l'inhibition du DPPH en fonction de la concentration de BHT. ....	51
<b>Figure 21 :</b> Variation de l'inhibition du DPPH en fonction de la concentration de l'extrait. ....	52
<b>Figure 22 :</b> Activité anti-radicalaire de l'extrait variété Ghars et le BHT. ....	52
<b>Figure 23 :</b> Effet des antibiotiques sur les bactéries étudiées. ....	55
<b>Figure 24 :</b> Résultats de l'activité antimicrobienne de HND variété Ghars. ....	57

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1:</b> La composition chimique du noyau de datte .....	12
<b>Tableau 2:</b> Composition en acides gras de HND .....	19
<b>Tableau 3:</b> Principaux constituants en composé phénolique de HND .....	20
<b>Tableau 4:</b> Principaux constituants des stérols de HND .....	22
<b>Tableau 5:</b> Principaux constituants en tocophérols de HND .....	23
<b>Tableau 6:</b> Caractéristiques morphologiques de 10 échantillons des noyaux de dattes étudiés. .	41
<b>Tableau 7 :</b> Les Résultats des zones d'inhibition des extraits étudiés.....	56

# **INTRODUCTION**

## **Introduction**

Les nombreuses activités biologiques des molécules bioactives issues des végétaux expliquent l'intérêt particulier qu'elles suscitent dans de nombreux domaines qu'ils soient sanitaires, agroalimentaires, cosmétiques ou pharmaceutiques (Oudjedi, 2019).

L'intérêt mondial croissant porté à la préservation de l'environnement des déchets solides induits par les différentes activités et transformations humaines, a suscité l'attention des industriels à trouver les moyens techniques pour valoriser ces déchets (Hazourli, 2007).

Les activités agricoles et agro-industrielles génèrent des quantités importantes de déchets qui constituent une nuisance certaine pour l'environnement et un gaspillage de matière organique utile (Kaidi et Touzi, 2001).

Le potentiel phoenicicol Algérien a marqué un progrès important de palmier dattier, qui atteint 18 millions palmiers couvrant plus de 350 hectares ; plus de 11 millions d'arbres sont productifs avec un tonnage très important d'environ 492 mille tonnes de dattes. Selon ces statistiques de FAO, l'Algérie est le quatrième producteur mondialement (FAO, 2021).

Il contient également de nombreuses variétés de dattes estimées à environ 1000 et ces ressources génétiques sont très mal exploitées à l'exception de Deglet Nour et à degré moindre : Ghars, Degla Baïda et Mech Degla qui présentent une importance économique majeure (Boussena et Khali, 2016).

Les sous-produits du palmier dattier « feuilles, tronc, noyaux, pédicelles » ont diverses utilisations dans les régions sahariennes en particulier les noyaux de dattes qui sont issus de plusieurs procédés de transformation des dattes « dattes dénoyautés, pâte de dattes, sirop de dattes, jus de dattes ». Les unités de conditionnement de dattes, génèrent des quantités importantes de déchets issus des écarts de triage. Les rebuts de dattes représentent une moyenne de 50 % de la production dattier annuellement. Le tonnage annuel de rebuts de dattes est estimé à plus de  $187,5 \times 10^3$  tonnes/an (Chibi et al., 2018).

Les noyaux de dattes sont jetés ou partiellement incorporés dans l'alimentation animale, leur valorisation dans l'alimentation humaine reste très faiblement explorée en dehors de quelques applications traditionnelles (Khali et al., 2015).

Par conséquent, il est important d'encourager la valorisation des noyaux de dattes et de créer des établissements de traitement et de production.

Plusieurs travaux de recherches sont consacrés à la valorisation des noyaux de dattes sous différentes formes telles qu'en médecine traditionnelle, fabrication du charbon actif... etc. Ils ont révélé leur richesse en différentes substances biochimiques et minérales de valeur, fibres diététiques, cendre, protéines, polyphénols et matière grasse... etc (El Nemr et al., 2008).

Au lieu de les négliger, il est temps de reconnaître leur valeur et possible d'exploiter ces noyaux pour créer de nouvelles opportunités économiques, promouvoir la durabilité et développer des produits innovants.

L'objectif de notre travail est l'extraction et la caractérisation physico-chimique des huiles des noyaux des dattes pour explorer les propriétés biologiques de l'huile des noyaux des dattes. Cette étude est présentée en plusieurs chapitres :

- Chapitre 01 : Une partie bibliographique, rappelant le palmier dattier et la caractérisation physico-chimique des noyaux de dattes, leur composition chimique et utilisations.
- Chapitre 02 : Généralités sur les huiles végétales et l'huile des noyaux de dattes et leur intérêt, la caractérisation et l'évaluation de quelques activités biologiques.
- Chapitre 03 : Une étude expérimentale qui porte sur l'extraction, la caractérisation et l'évaluation de l'activité antioxydante et antimicrobienne d'huile des noyaux de dattes de variété Ghars et Deglet Nour.
- Chapitre 04 : Les principaux résultats obtenus avec la discussion et une conclusion générale et des perspectives.

**PARTIE**  
**BIBLIOGRAPHIQUE**

**Chapitre I**

**Généralités sur le palmier  
dattier et leurs noyaux**

## Chapitre I. Généralités sur le palmier dattier et leurs noyaux

### I.1. Généralités

Dans le Sahara, il y a une grande diversité des plantes et d'arbres adaptés au climat désertique pour survivre à ces conditions extrêmes. Parmi ces plantes et la plus connue dans le milieu oasien c'est « le palmier dattier » (Baliga *et al.*, 2011).

Le palmier dattier a été dénommé *Phoenix dactylifera* L. par LINNÉ depuis 1734. Le mot *Phoenix* dérive de « Phoinix » nom de dattier chez les Grecs de l'antiquité qui le considéraient comme l'arbre des phéniciens et *dactylifera* vient du grec « dactylus » signifiant doigt, en raison de la forme du fruit. Comme toutes les espèces du genre *Phoenix*, il existe des arbres mâles appelés communément dokkars ou pollinisateurs et des arbres femelles Nakhla (Al-Alawi, 2017).

C'est une composante essentielle de l'écosystème oasien grâce à sa remarquable adaptation aux conditions climatiques difficiles des régions sahariennes et présahariennes, la haute valeur nutritive de ses fruits, les multiples utilisations de ses produits. Il est une plante d'intérêt écologique, économique et social majeur pour de nombreux pays des zones arides qui comptent parmi les plus pauvres du globe (Aberlenc-bertossi, 2017).

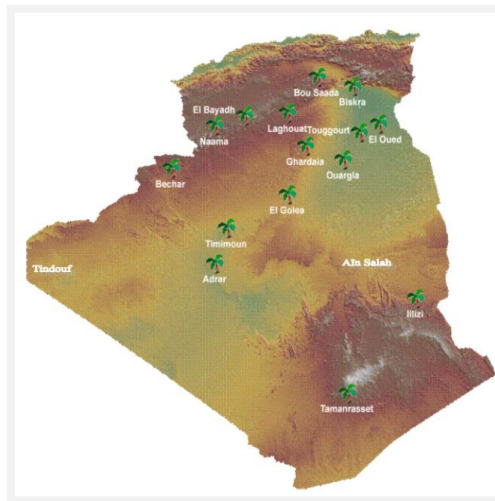
Le palmier dattier commence à produire les fruits à un âge moyen de cinq ans et continue la production avec un taux de 400 - 600 kg/arbre/an pour plus de 60 ans (Ahmed *et al.*, 1997).

Selon (Boulal, 2017) la classification botanique du palmier dattier en Algérie est comme suit :

- Embranchement : *Angiospermes*
- Classe : *Monocotylédones*
- Groupe : *Spadiciflores*.
- Ordre : *Palmales*.
- Famille : *Palmaceae* « *Arecacea* ».
- Sous famille : *Coryfoïdaea*.
- Tribu : *Phoenicées*.
- Genre : *Phoenix*.
- Espèce : *Phoenix dactylifera* L.

### I.1.1. Répartition géographique de palmier dattier

D'après (Bougoudoura *et al.*, 2015) le palmier dattier en Algérie est établi en plusieurs oasis réparties sur le Sud du pays où le climat est chaud et sec « zone saharienne ».

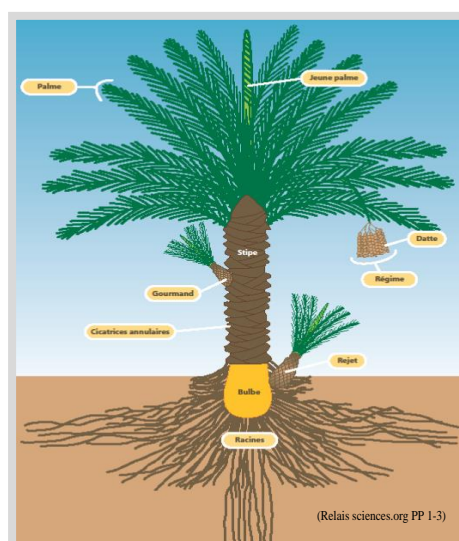


**Figure 1:** Localisation des oasis dans le Sahara algérien (Buelguedj, 2014).

### I.1.2. Morphologie de palmier dattier

C'est une plante monocotylédone diploïde ( $2n = 36$ ) et rarement polyploïde pour certaines variétés, à croissance apicale dominante de 20 à 30 m de haut.

On distingue 3 parties : un système racinaire, un organe végétatif composé du tronc cylindrique « le stipe » et de feuilles ont pennées divisées et longues de 4 à 7 m et un organe reproductif composé d'inflorescences mâles ou femelles, les fleurs femelles aux trois carpelles sont indépendants, dont une seule se développe pour former la datte (Sedra, 2003).



**Figure 2:** Présentation schématique d'un palmier dattier.

## I.2. Les Dattes

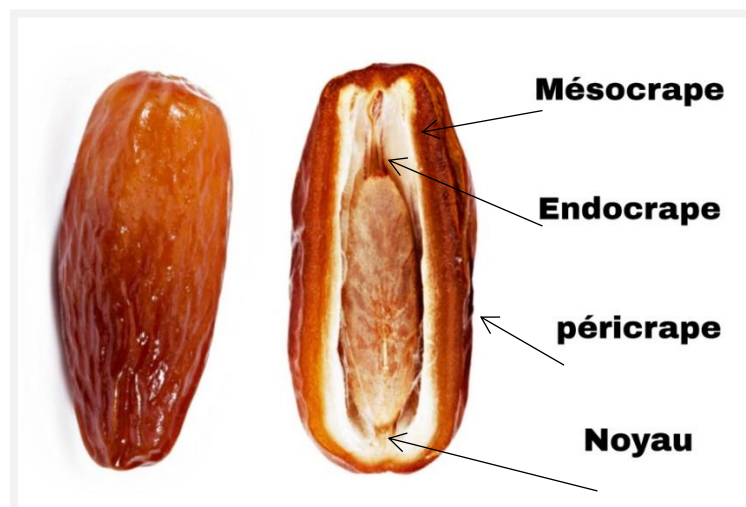
La datte a toujours été, depuis des temps immémoriaux, un élément très important dans l'alimentation, tant pour les humains que pour les animaux, dans toutes les contrées du sud et de l'est de la Méditerranée (Yahiaoui, 2021).

### I.2.1. Définition

La datte, fruit du palmier dattier, est une baie, généralement de forme allongée, ovoïde ou sphérique ou arrondie. Elle est composée de deux parties ; une partie non comestible « noyau » et une partie comestible « pulpe ou chair » composée par :

- L'endocarpe : Une seule graine entourée de parchemin fibreux.
- Le mésocarpe : Charnu, de consistance variable.
- Le péricarpe : La peau de la datte.

Les dimensions de la datte sont très variables, de 2 à 8 cm de longueur et d'un poids de 2 à 8 grammes selon les variétés. Leur couleur va du blanc jaunâtre au noir en passant par les couleurs ambre, rouge, brune plus ou moins foncées (Boualal, 2017).



**Figure 3:** Présentation morphologique de la datte  
« Datte entière à gauche » ; « Coupe longitudinale à droite ».

### I.2.2. Classification des dattes

Dans le monde, il existe plus de 2000 variétés et on a recensé environ un millier de cultivars en Algérie (Abdelkrim *et al.*, 2023).

D'après (Salma, 2022) la consistance de la datte est variable. Selon cette caractéristique, les dattes sont réparties en trois catégories :

**❖ Dattes molles**

À pulpe très aqueuse lorsqu'elles sont fraîches, qui nécessitent un traitement visant la réduction de leur teneur en eau pour une bonne conservation comme la variété « Ghars » Algérie, « Ahmar » Mauritanie, « Kashram et Miskrani » Egypte, Arabie saoudite (Salma, 2022).

**❖ Dattes demi-molles**

Dont la teneur en eau de la chair est moins élevée que celle de la catégorie précédente, et qui restent de consistance molle : « Deglet Nour » Algérie, « Mejhoul » Maroc, « Zahdi, Hdraoui » Irak, « Sekani » Mauritanie (Salma, 2022).

**❖ Dattes sèches**

Dont la pulpe est naturellement sèche comme : « Degla Beïda, Mech Degla » Algérie et Tunisie, « Amesrie » Mauritanie et teneur à la conservation est très appréciable (Salma, 2022).

Il y a plusieurs espèces des dattes pour ce genre ; parmi lesquelles les deux variétés qui nous avons étudiées (Ghars, Deglet Nour).

**➤ Ghars :**

Les dattes de la variété Ghars sont très molles répandues dans les Ziban, Aurès, Oued Souf, Oued Righ, Ouargla, Mzab, Metlili, sont également courantes à El-Menia. La période de maturation de cette variété se situe entre juin et juillet. Les dattes sont consommées crues et peuvent être emballées dans des sacs en toile (Saada, 2012).

Les dattes sont jaunes au stade Khalal, miellées au stade Rutab et brun foncé à maturité. L'épicarpe est vitreux brillant, collé et légèrement plissé, mésocarpe charnu et de consistance molle, texture fibreuse (Laouini, 2014).

**➤ Deglet Nour :**

C'est une variété commerciale par excellence demies molles, elle est considérée comme étant la meilleure variété de datte, du fait de son aspect, de son onctuosité et sa saveur, leur maturité Aout - Septembre au « Mzab, Metlili, El-Méniaa, Tidikelt » et « Tassili » Octobre - Novembre ailleurs (Saada, 2012).

Les dattes Deglet Nour ont une forme fuselée, ovoïde, légèrement aplatie du côté périanthe. Au stade Tmar, la datte devient ombrée, avec un épicarpe lisse et brillant. Le mésocarpe est fin, de texture fibreuse (Senoussi, 2019).

### I.2.3. Composition nutritionnelle

#### ▪ *Teneur en eau*

La teneur en eau des fruits du palmier dattier atteint 85 % au stade kimri et diminue à 13,25% au stade tamer, le moyenne de teneur en eau des variétés populaires de dattes, telle qu'elle ressort de la littérature, est de 17,66 % , ce teneur réduit du fruit de la datte en fait un aliment énergétique de base (Naushad et Lichtfouse, 2019).

#### ▪ *Glucides*

Les glucides totaux moyens des dattes séchées sont de 77,13 - 100 g et 308,52 Kcal d'énergie qui sont calculés à partir des variétés les plus populaires et calculés pour la plupart des dattes comme indiqué précédemment. Les glucides comprennent le glucose, le saccharose, le fructose, le mannose, la cellulose et l'amidon, à l'exception du saccharose, d'autres sucres ont été signalés comme augmentant dans les fruits séchés (Naushad et Lichtfouse, 2019).

#### ▪ *Protéines*

La teneur moyenne en protéines varie de 2,0 % à 6,4 % en fonction du stade de maturation des dattes. La teneur en protéines de différentes variétés de dattes est comparativement élevée en raison de la présence de divers acides aminés (Naushad et Lichtfouse, 2019).

#### ▪ *Vitamines et minéraux*

Les variétés de fruits du palmier dattier constituent l'un de ces aliments diététiques pour prévenir, réguler et traiter les maladies causées par un déséquilibre minéral. Parmi les minéraux présents dans les fruits du palmier dattier figurent le « K, P, Ca, Na, Fe, Mn, Zn, Cu » Elle est riche en vitamines hydrosolubles qui jouent un rôle majeur dans les fonctions vitales du corps humain « la vitamine C protège le foie », l'efficacité des fruits de la datte dans la guérison de l'anémie est possible grâce à l'absorption efficace du fer par « la vitamine C » (Naushad et Lichtfouse, 2019).

#### ▪ *Fibres alimentaires*

Le stade de la datte, largement consommé, du fruit de la datte contient 3 % de fibres alimentaires, ce qui correspond à 32 % de fibres pour une consommation de 100 g, comme le recommande l'AJR de 25 g/jour. Les fibres alimentaires contiennent une petite proportion de polysaccharides solubles et de grandes quantités de polysaccharides insolubles, lignines et de tanins qui sont largement indigestes (Naushad et Lichtfouse, 2019).

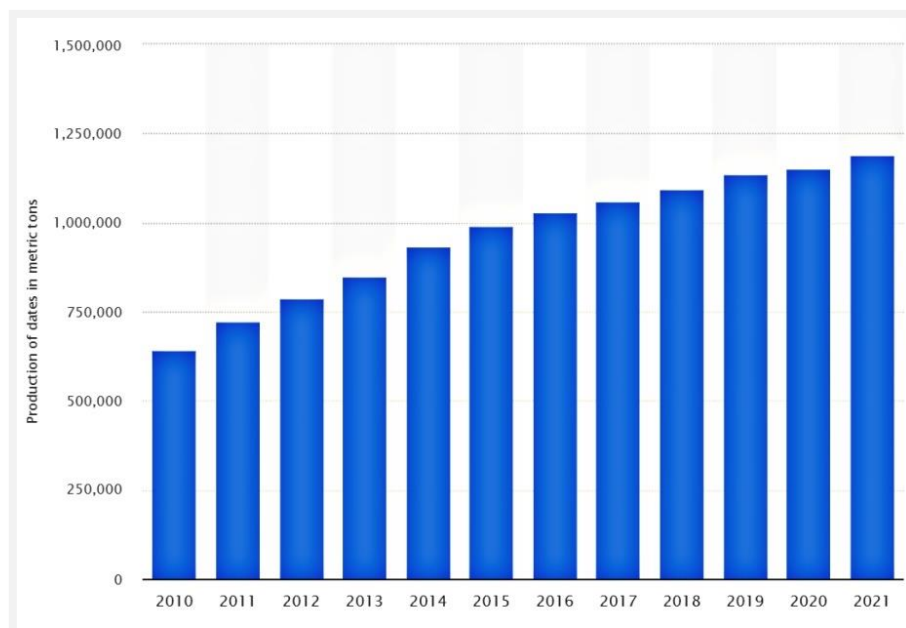
- *Matières grasses*

La teneur en matières grasses des fruits de dattes séchés est très faible et diffère de manière significative entre les cultivars, présente dans deux parties du fruit de la datte, la peau du fruit et les noyaux. Le rôle principal de la graisse dans les fruits de la datte est d'empêcher la fuite des nutriments, la contamination et l'humidité...etc (Naushad et Lichtfouse, 2019).

#### **I.2.4. Production des dattes**

Selon les statistiques de la FAO, en 2021 l'Algérie est placée au 4ème rang mondial pour la production des dattes avec 1.188.803 tonnes, après L'Iran, L'Arabie Saoudite et L'Egypte, pays de moyen orient et l'Afrique du nord.

Le potentiel du palmier dattier en Algérie a marqué un progrès important dans les variétés de palmiers dattiers, qui ont atteint 18 millions de palmiers, couvrant plus de 350.000 ha, où 11 millions d'arbres sont productifs et produisant environ 492.000 tonnes de dattes (FAO, 2021).



**Figure 4** : Production de dates en Algeria entre 2010 - 2021 (Statista, 2023).

Le reste « résidus » des dattes, atteint 250.000 tonnes qui ne sont pas appréciées par la société et commercialisé avec beaucoup de difficulté sur les marchés locaux, 30 % de ces résidus ne sont pas de qualité satisfaisante, la majeure partie de cette production est exportée vers les pays voisins tandis que le reste est consommé localement, soit utilisé pour l'alimentation des animaux (Boulal *et al.*, 2019).

### I.3. Les noyaux des dattes

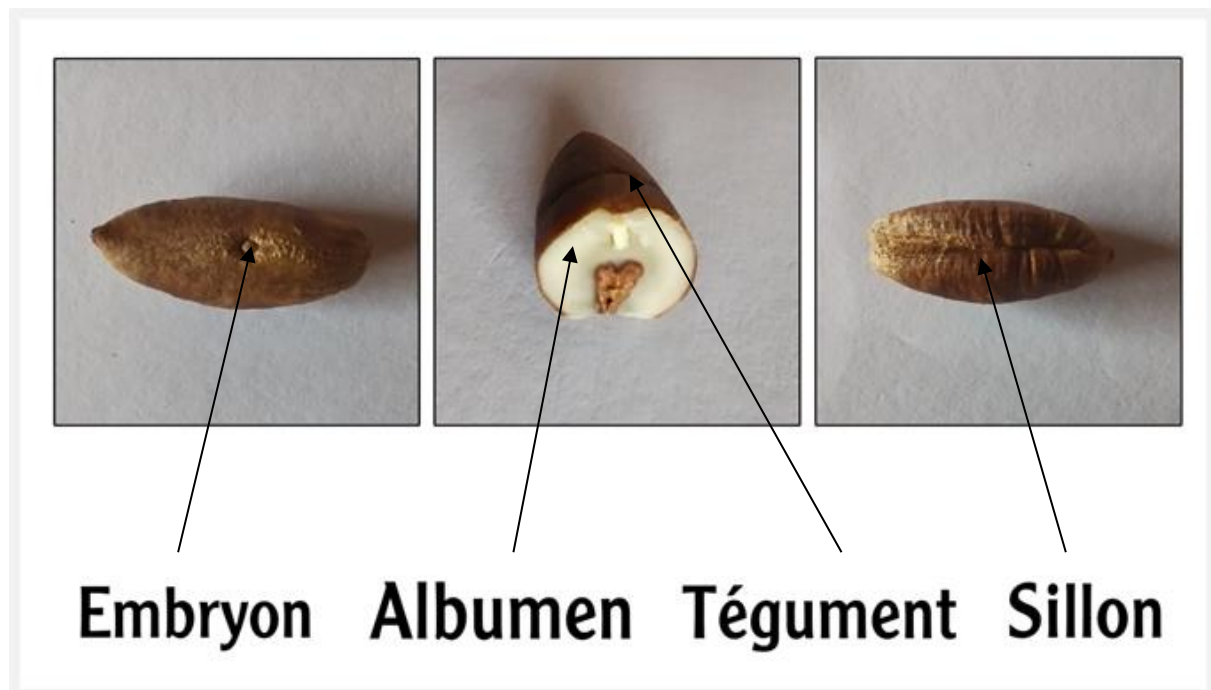
Les noyaux de palmier dattier sont des déchets de beaucoup d'industries de sa transformation, ils sont dans la plupart des pays producteurs de dattes jetés ou partiellement incorporés dans l'alimentation animale (Vandepopuliere *et al.*, 1995).

Leur valorisation dans l'alimentation humaine reste très faiblement explorée en dehors de quelques applications traditionnelles (Khali *et al.*, 2015).

#### I.3.1. Définition et description

Le noyau « graine » de datte est un corps solide qui occupe le creux de la datte ou une partie de celle-ci. Il est allongé et de taille variable, pèse environ un gramme en moyenne et représente 7 à 30 % du poids d'un palmier dattier (Khali *et al.*, 2015).

Il est composé d'un album en blanc dur et corné avec un sillon ventral et un petit embryon « coté dorsale », protégé par une enveloppe cellulosique, sa couleur peut aller du beige clair à marron foncé selon les variétés (Dammak *et al.*, 2007), ces caractéristiques morphologiques sont déterminés dans la figure 7.



**Figure 5:** Morphologie du noyau de datte variété « Deglet Nour ».

### I.3.2. Composition chimique des noyaux de dattes

**Tableau 1:** La composition chimique du noyau de datte selon différents auteurs et différentes variétés est rassemblée dans le tableau suivant:

Références	Variété	Humidité %	Cendres %	Matière grasse %	Fibres %	Sucres %	Protéine %	Minéraux (mg/g)
Amir Azodi <i>et al.</i> , 2014	Kabkab	10,5	1,35	12,59	-	-	5,56	-
Gourchala <i>et al.</i> , 2022	Ghars	18	1	-	-	53,97	1,40	K0,75 ; Na0,01 ; Ca0,08
Khali <i>et al.</i> , 2015	D Nour	8,08	1,08	9,81	-	6,02	8,59	-
Anwar <i>et al.</i> , 2023	-	5,15	2,12	7,83	10,24	-	-	-
Metoui <i>et al.</i> , 2019	Rochdi	22,16	1,35	6,7	74,71	3,41	6,13	Na0,17 ; P:1,24 ; K:3
AL-Farsi <i>et al.</i> , 2007	Um-sellah	4,40	1,16	5,90	8,15	-	5,40	-
Devshony <i>et al.</i> , 1992	Medjoul	4,22	1,67	7,98	16,40	-	5,81	-
Benmeziane, 2019	Khlas	18,73	1,31	4,5	4,40	42,25	2,90	Ca:0,01 ; Mg:0,006 ; Na:0,03 ; K:0,43
Basuny <i>et Al-Marzuq</i> , 2011	-	3,66	0,98	9,76	19,99	-	6,37	Na:0,16 ; Ca:0,189 ; K:2,48 ; Mg:0,81
Hamada <i>et al.</i> , 2002	Fard	10,3	1,4	9,9	6,75	-	4,6	-

### **I.3.3. Valorisation et utilisation des noyaux de dattes**

Les sous-produits du palmier dattier « tronc, feuilles, pédoncules » sont exploités dans l'habitat saharien, notamment les noyaux de dattes à grande échelle (Chibi *et al.*, 2018).

De nombreux travaux de recherche ont été consacrés à la valorisation des noyaux de dattes sous forme d'aliments du bétail, de charbon actif, d'acide acétique, de crème cosmétique à base de noyaux de dattes.

D'autres travaux s'intéressent aux métabolites primaires des noyaux de dattes, tels que les graisses, les protéines, les acides aminés...

#### **I.3.3.1. Production du charbon actif**

Pour les résidus ligno-cellulosiques « noyaux de dattes, d'olives et de pêches, les coques d'amandes, etc... », les fabricants ont trouvé des applications dans la production de charbons actifs. Ces charbons sont ensuite utilisés dans les filières de traitements des eaux, la purification des produits et l'adsorption des gaz...etc. Les noyaux de dattes ont été utilisées comme précurseurs pour transformer les matériaux locaux en charbon actif (Ziati *et al.*, 2013).

#### **I.3.3.2. Fabrication du café décaféiné**

Une fonction supplémentaire consiste à torréfier les noyaux de dattes et la fabrication d'une boisson sans caféine qui peut remplacer le café lorsque la caféine est un problème mais qu'un arôme de café est souhaité. Cette boisson est utilisée depuis longtemps dans le monde arabe et obtenue en torréfiant et en broyant les graines de dattes de la même manière que les grains de café. Un produit commercial « poudre de noyaux de dattes - substitut de café » a également été introduit récemment sur le marché. Il est disponible en deux versions : nature et mélangé à du café (Al-Khalili *et al.*, 2022).

#### **I.3.3.3. Incorporation dans la farine de blé tendre**

L'essai de valorisation des noyaux de dattes a été réalisée en les incorporant à la farine commerciale de blé tendre, quatre cultivars de noyaux des dattes algériennes « Deglet Nour, Degla Baida, Ghars et Hamraya » sont séchées et broyées avec un mélange très fin et ajoutées de la farine de blé aux taux de respectivement de 5 %, 10 %, 15 % et 20 %. La poudre de noyaux de dattes sans gluten également suscité l'intérêt de l'industrie alimentaire.

Par conséquent, ces sous-produits peuvent être une source peu coûteuse de fibres et de sucres fermentes cibles (Khali *et al.*, 2015).

#### **I.3.3.4. Aliments pour animaux**

Les noyaux de dattes sont principalement utilisés comme aliments pour animaux et volailles ou comme composés agricoles conventionnels (Al-Khalili *et al.*, 2022).

Pour l'augmentation de taux de croissance chez les animaux, la poudre du noyau de datte est ajoutée à l'alimentation de bétail, elle a une action qui contribue à une augmentation des œstrogènes et / ou testostérones dans le plasma (Jassim *et al.*, 2010).

#### **I.3.3.5. Formulation cosmétique**

Une utilisation non thérapeutique de l'extrait de noyaux de dattes est possible sous forme d'un produit cosmétique pour le traitement des manifestations du vieillissement cutané, pour réduire les rides ou pour lisser la peau (Jauve, 2006).

Autre étude *in vivo* démontre que noyaux de dattes à un effet antirides significatif et présente, les résultats de la réplique au silicium ont montré que l'application topique des noyaux de dattes réduisait la surface totale des rides de 27,6 % donc un intérêt pour les produits de soins de la peau anti-âge. (Bauza, 2002).

#### **I.3.3.6. Autres utilisations**

Le noyau est un sous-produit intéressant de dattes. En effet, il est possible de fabriquer de ces derniers de l'acide citrique et des protéines à l'aide des microorganismes tel que *Candida lipolytica*, *Aspergillus oryzae* (Jassim *et al.*, 2010).

Par ailleurs, les extraits aqueux des noyaux de dattes ont l'aptitude de reconstituer les fonctions normales des foies. Ils les protègent également contre l'hépatotoxicité induite par le tetrachloride de carbone (Al-Qarawi *et al.*, 2005).

## **Chapitre II**

# **Huile de noyaux des dattes et leurs activités biologiques**

## Chapitre II. Huile de noyaux des dattes et leur activités biologiques

### II.1. Généralités sur les huiles végétaux

Les huiles végétaux sont naturellement présentes dans un large éventail de plantes, chaque plante fournit une huile distincte. Cependant, seules quelques-unes de ces plantes sont exploitées pour leur importance économique (Naushad et Lichtfouse, 2019).

La principale source d'huiles végétales est tout corps gras extrait d'une plante dont les graines oléagineuses « Soja, Argan, Arachide, Tournesol, Colza...etc » ou fruits oléagineux « Noix de coco, Olive, Avocat » (Keibeck, 2013).

Ces huiles végétales jouent un rôle majeur dans l'alimentation humaine, elles constituent une source d'énergie élevée et contiennent à 97 % de triglycérides, dont les acides oléique, linoléique et linolénique sont des acides gras spécifiques, tandis qu'une petite quantité d'acides gras saturés « AGS » contenant de l'acide palmitique, l'acide stéarique et l'acide béhénique se trouvent également sur le glycérol. En outre, d'abondantes compositions mineures incluant les tocophérols, les stérols végétaux, les phospholipides, composés phénoliques et autres sont présentes dans l'huile végétale. Les compositions mineures varient apparemment d'une huile végétale à l'autre en fonction cultivar, de la zone de production, de la méthode de traitement...etc (Cong *et al.*, 2020).



**Figure 6** : Quelques huiles végétaux et leurs sources (Passeport santé nutrition, 2021).

## **II.2. Extraction des huiles végétaux**

Tous procédés d'extractions sont basés sur la différence de solubilité des substances d'un mélange dans le solvant mélangent à extraire peut être solide ou liquide et le solvant liquide ou fluide supercritique (Parmentier, 2004).

### **II.2.1. Pression à froid**

Les huiles pressées à froid sont exemptes de toute trace de solvant d'extraction, la température pendant cette extraction n'atteint pas un niveau élevé  $> 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , qui pourrait nuire aux ingrédients et entraîner une perte de nutriments par oxydation ou induire la formation de toxines dangereuses dans l'huile.

De nombreuses normes exigent que les huiles ne doivent être obtenues que par des procédés mécaniques, tels que l'expulsion, le pressage ou sans application de chaleur (Lutterodt *et al.*, 2010).

### **II.2.2. Extraction par Soxhlet**

L'extraction Soxhlet est un cycle répété d'extraction par solvant. En général, dans le domaine de la phytochimie, le matériel végétal séché à l'air comme « les graines » sont réduit en poudre fine, placé dans une cartouche poreuse puis placé dans l'extracteur.

Le solvant contenu dans le ballon est porté à ébullition, ce qui le transfère dans la partie supérieure. Il est condensé par un réfrigérant situé au sommet de l'installation et s'accumule autour et à l'intérieur de la cartouche.

Lorsque le solvant atteint le niveau supérieur du siphon, le mélange est renvoyé dans le ballon par différence de pression, où il est à nouveau évaporé. Plusieurs cycles d'extraction sont ainsi effectués. Par rapport aux autres techniques, si l'extraction au Soxhlet donne le meilleur rendement d'extraction (Naushad et Lichtfouse, 2019).

Certaines normes ont fixé la durée de l'opération à 8 h (ISO 659–1988).

### **II.2.3. Macération**

Cette technique consiste à imbiber le matériel végétal de solvant dans un flacon bouché puis agiter continuellement le mélange et laisser le reposer à température ambiante pendant plusieurs heures ou jours jusqu'à ce que les composés phytochimiques appropriés soient extraits (Handa *et al.*, 2008).

Le mélange obtenu est clarifié par filtration ou décantation après avoir reposé. Le type de solvant utilisé détermine la nature des composés extraits du matériel végétale (Arya *et al.*, 2012).

#### **II.2.4. Extraction par ultrasons**

La différence entre le son et l'ultrason est la fréquence de l'onde. Ces ondes mécaniques capables de se déplacer dans un milieu élastique à une fréquence comprise entre 20 et 100 kHz utilisées pour l'extraction de molécules végétaux (Naushad et Lichtfouse, 2019).

Lorsque des ultrasons de basse fréquence se trouvent dans un liquide, ils nomment le phénomène de cavitation qui est responsable des dommages cellulaires, des microbulles transitoires implosent violemment après avoir atteint une taille critique. Les bulles conduisent ainsi à la destruction des parois cellulaires. Cette technique innovante d'extraction des huiles a été appliquée sur les noyaux des dattes. En outre, l'extraction des huiles de noyaux de dattes par ultrasons était meilleure en termes de temps d'extraction « 30 min contre 8 h » par rapport à la procédure de Soxhlet et de rendement d'extraction par rapport à la macération « environ 6 % contre 4 % » (Ben Youssef, 2017).

### **II.3. Huil des noyaux de dattes**

#### **II.3.1. Caractéristiques organoleptiques de l'huile des noyaux de dattes**

##### **Viscosité**

Peu d'études ont été consacrées aux propriétés rhéologiques de l'huile de noyau de datte. Besbes *et al.*, (2004a) ont évalué la viscosité de deux huiles de noyaux de datte, Deglet Nour et Allig, respectivement : 20 - 40 mPa.s (pascal-seconde).

Selon (Oomah *et al.*, 2000) ont montré que la viscosité de l'huile de framboise est semblable à celles de l'huile des noyaux de dattes.

Autre étude de (Fadhil *et al.*, 2017) montrent que la viscosité d'huile des noyaux de dattes est  $27.82 \pm 0.58$  % à 40 °C.

En fait, la viscosité est directement liée à la présence des acides gras à courtes chaînes (Geller et Goodrum, 2000).

##### **▪ Couleur et odeur**

La couleur des huiles a été estimée visuellement. Généralement, la couleur d'une huile végétale provient de l'existence de pigments colorants tels que le  $\beta$ -carotène, la chlorophylle et les tocophérols (Teh et Birch, 2013).

Une teneur élevée en chlorophylle peut indiquer que les conditions de pressage ne sont pas appropriées et donne à l'huile une couleur verte ou brune désagréable (Naushad et Lichtfouse, 2019).

En effet, il est possible d'estimer la quantité de chlorophylle et de caroténoïdes dans un échantillon d'huile par spectrophotométrie en mesurant l'intensité de la couleur de l'huile et en suivant la procédure citée par (Isabel *et al.*, 1991).

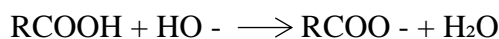
De plus (Barreveld, 1993) montre que l'huile extraite des noyaux de dattes est de couleur jaunâtre verte pâle avec une odeur agréable.

### II.3.2. Caractéristiques physiques de HND

#### Indice d'acide

L'indice d'acide témoigne de la « fraîcheur » d'une huile et correspond à la masse nécessaire d'hydroxyde de potassium (en milligramme) à ajouter, pour un gramme d'huile, afin de neutraliser tous les acides gras libres dans la prise d'essai. L'indice d'acide est déterminé par un dosage acide/base en retour (Zovi, 2009).

Le corps gras réagit avec un excès connu de potasse alcoolique selon la réaction suivant :



#### Indice d'iode

L'indice d'iode est la constante plus utile, exprimant le degré d'insaturation d'un corps gras celle qui est en proportion majoritaire donne les caractéristiques siccatives à l'huile. Ainsi, on classe les huiles en trois catégories : siccatives, semi-siccatives ou non siccatives (Zovi, 2009).

En classant les huiles comme suit :

- Plus de 150 g/100g : huiles siccatives.
- De 110 à 150 g/100g : huiles semi- siccatives.
- De 0 à 110 g/100g : huiles non siccatives.

#### Indice de peroxyde

L'indice de peroxyde est une grandeur qui détermine d'une manière très grossière le degré d'oxydation d'une matière grasse. Cette grandeur exprime la quantité d'oxygène actif en millimoles ou en milliéquivalents par Kg de corps gras.

L'oxygène actif est l'oxygène existant sous forme de peroxyde, d'hydroperoxyde ou d'époxyde dans une matière grasse. La détermination de l'indice de peroxyde repose sur le dosage de l'iode libéré au cours de la réaction d'oxydation de l'iodure de potassium par les hydroperoxydes et les époxydes (Jahouach, 2009).

### II.3.3. Composition chimique de l'HND

#### II.3.3.1. Acides gras

Les acides gras les plus importants déterminés dans l'huile de noyaux de dattes comprenaient les acides oléique (C<sub>18</sub>: 1), linoléique (C<sub>18</sub>: 2), palmitique (C<sub>16</sub>: 0), myristique (C<sub>14</sub>:0) et laurique (C<sub>12</sub>: 0) qui représentent au total près de 90 - 95 % du total des acides gras.

Cependant, la plupart des profils d'acides gras décrits dans l'huile de noyaux de dattes peuvent varier considérablement d'une variété à l'autre diffère significativement entre les différentes variétés et en fonction des conditions climatiques et de croissance (Amani *et al.*, 2013).

**Tableau 2:** Composition en acides gras de HND (Besbes *et al.*, 2004c)

Acide gras	Pourcentage (%)
Caprique C <sub>10</sub>	0,68 - 0,44
Caprique <sub>10</sub>	0,68 - 0,44
Laurique C <sub>12</sub>	24,34 - 22,56
Myristique C <sub>14</sub>	11,17 - 10,33
Myristoléique C <sub>14</sub>	0,33
Palmitique C <sub>16</sub>	8,47 - 8,30
Palmitoléique C <sub>16</sub>	0,18 - 0,12
Stéarique C <sub>18</sub>	2,57 - 2,65
Oléique C <sub>18</sub>	39,17 - 42,13
Linoléique C <sub>18</sub>	11,99 - 11,66
Linoléinique C <sub>18</sub>	1,39 - 1,01
AGS	47,23 - 44,29
AGM	39,34 - 42,58
AGP	13,39 - 12,67

**AGS** : acides gras saturés ; **AGM** : acides gras monoinsaturés ; **AGP** : acide gras polyinsaturé.

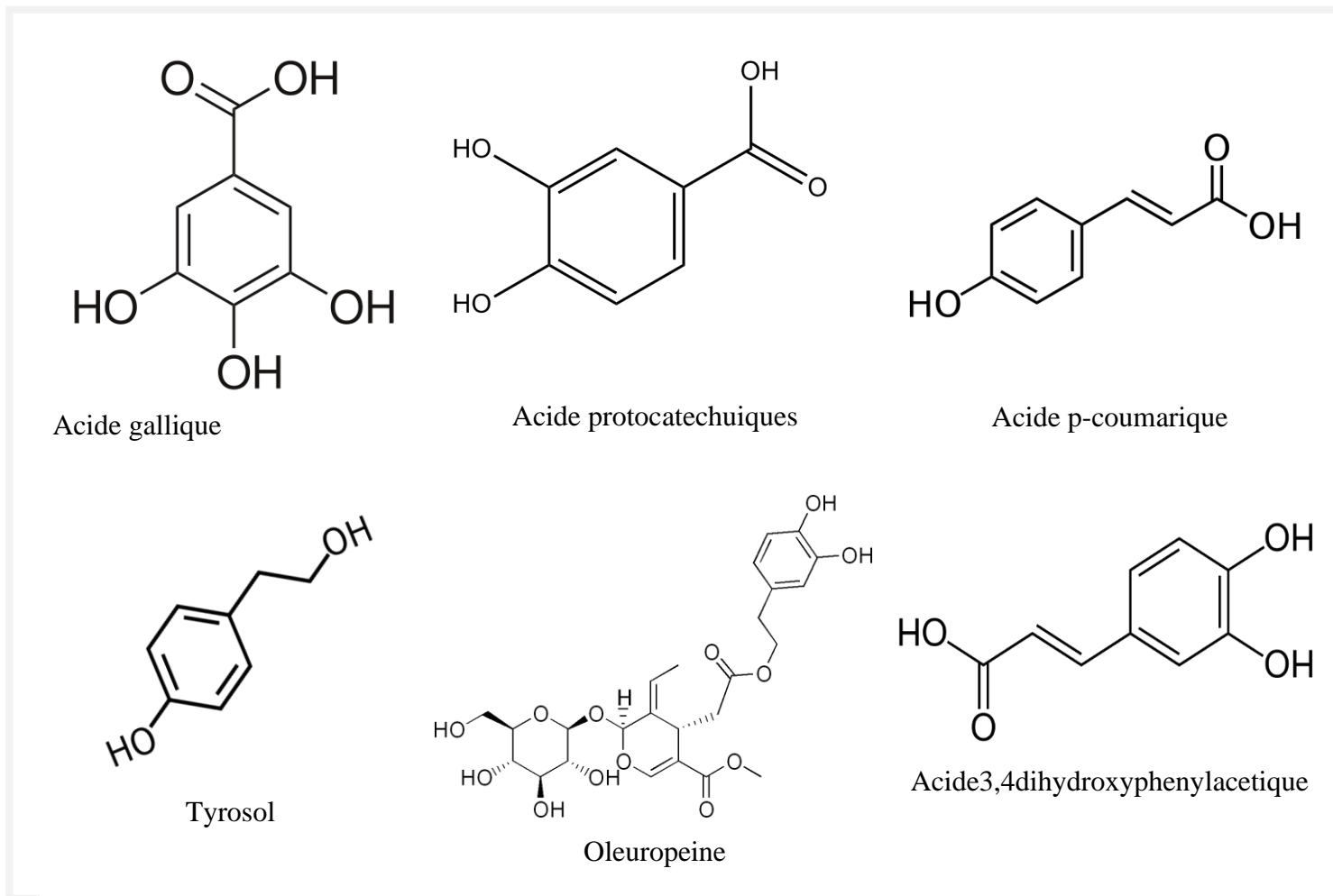
### II.3.3.2. Polyphénols

La qualité et la durée de conservation des graisses et des produits gras sont directement liées à leur stabilisation optimale par un antioxydant approprié. Les composés phénoliques font partie des matières insaponifiables, également connues sous le nom de « constituants mineurs » des huiles. Ces composés sont déterminants pour certaines caractéristiques des huiles telles que la saveur, la durée de conservation et la résistance à l'oxydation (Besbes *et al.*, 2004b).

Diverses études ont rapporté que par rapport à diverses autres huiles comestibles « huile d'olive », l'huile de noyaux de dattes est considérée comme une riche source de contenus phénoliques (21-62 mg d'acide gallique), lorsqu'elle est extraite avec de nombreux solvants « acétone-eau, éthanol-eau, méthanol-eau ». Parmi plusieurs variétés de dattes, les noyaux de dattes iraniennes ont comparativement la plus grande activité antioxydante et de piégeage des radicaux qui pourrait être utilisée à diverses fins pharmaceutiques et commerciales (Suresh *et al.*, 2013).

**Tableau 3:** Principaux constituants en composé phénolique de HND (Besbes *et al.*, 2004b).

Polyphénols	Composition (%)
Non identifié	55,66 - 63,4
Hydroxytyrosol	6,94 - 10,22
Acide gallique	2,48 - 4,11
Acide protocatechiques	4,26 - 9,62
Acide 3,4-dihydroxyphénylacétique	1,56
Tyrosol	4,50 - 8,10
Acide caféique	1,30 - 4,95
Acide p-coumarique	0,22 - 0,26
Oleuropeine	0,11 - 0,18



**Figure 7** : Structure chimique de quelques polyphénols de HND.

### II.3.3.3. Stérols

La fraction la plus étudiée des insaponifiables est celle des stérols, qui est fréquemment analysée pour traquer les fraudes commerciales. Cette fraction a été considérée comme la principale fraction insaponifiable dans de nombreuses huiles (Nehdi *et al.*, 2010).

La teneur moyenne en stérols des huiles de noyaux de dattes était plus élevée que celle de l'huile d'olive extra vierge, avec une valeur médiane de ~ 1500 mg/k. (Besbes *et al.*, 2004b).

Les phytostérols se situent également entre 0,50 % et 0,90 % pour les variétés Allig et Deglet Nour respectivement. Les phytostérols des huiles de noyaux de dattes ainsi que les fibres alimentaires des noyaux de dattes ont la capacité de réduire de manière significative les niveaux de cholestérol total et LDL chez les individus hyperlipidémiques en empêchant l'absorption intestinale du cholestérol. Malgré cela, les stérols de l'huile des noyaux de dattes peuvent être très

bénéfiques en tant qu'agents thérapeutiques pour le traitement de l'hypercholestérolémie (Nigam et Singh, 2011).

**Tableau 4:** Principaux constituants des stérols de HND (Besbes *et al.*, 2004b).

Stérols	Composition (%)
Cholestérol	0,58 - 0,96
Campestérol	9,10 - 10,19
Stigmastérol	2,29 - 2,42
$\beta$ -Sitostérol	78,66 - 83,31
$\Delta$ 5-avenastérol	0,45 - 4,50
$\Delta$ 5,2,4-Stigmastadiénol	0,23 - 0,41
Total insaponifiables	7.76 - 8.92

### II.3.3.1. Tocophérols et tocotriénols

Dans de nombreuses études sur les huiles végétaux, les tocophérols et les tocotriénols sont largement étudiés. Leurs propriétés antioxydants les rendent aussi actifs que « Vitamine E » et donc très importants pour la santé humaine. En outre, leur potentiel antioxydant contribue considérablement à la conservation de l'huile contre l'oxydation par l'air et la détérioration par la lumière du soleil, et améliore sa durée de conservation (Nehdi *et al.*, 2018).

Dans une étude récente, six variétés de palmiers dattiers ont été examinés quant à leur teneur en tocophérols et tocotriénols. Ils ont trouvé quatre tocophérols «  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\delta$ -tocophérol » et trois tocotriénols «  $\alpha$ -,  $\gamma$ -,  $\delta$ -tocotriénol » qui ensemble existent dans une moyenne de 70,75 mg/g d'huile des six variétés étudiées. Cette valeur est supérieure à celles trouvées pour les huiles d'olive et d'arachide ne donnant respectivement que 23,39 et 66,73 mg/g d'huile (Nehdi *et al.*, 2018).

De plus (Habib *et al.*, 2014), le moyenne de teneur en tocophérols est de 1,01 - 1,86 mg/100 g «  $\alpha$ -tocophérol 52,54 % ;  $\alpha$ -tocopheryl acétate 27,68 % ;  $\gamma$ -tocophérol 19,76 % ».

**Tableau 5:** Principaux constituants en tocophérols de HND (Besbes *et al.*, 2004b).

Tocophérols	Composition (%)
$\alpha$ - tocophérol	24,97 - 38,85
$\gamma$ - tocophérol	3,76 - 5,40
$\sigma$ - tocophérol	1,22 - 2,40
Total pics non identifiés	53,35 - 70,05

### II.3.4. Utilisations et applications potentielles de HND

L'huile de noyaux de dattes est utilisée dans divers domaines grâce à leurs propriétés intéressantes. On peut citer :

#### II.3.4.1. Utilisations culinaires

L'huile des noyaux de dattes présente une composition chimique et des caractéristiques physicochimiques intéressantes pour son utilisation en tant qu'huile comestible. Elle est riche en acide oléique, ce qui lui confère une importance nutritionnelle. Sa teneur d'acides gras saturés et la présence de nombreux autres antioxydants « composés phénoliques, tocols, caroténoïdes » lui confèrent une grande stabilité face au rancissement oxydatif et aux traitements thermiques (Nehdi *et al.*, 2010).

Selon (Nehdi *et al.*, 2018) l'huile de noyau de datte peut être utilisée comme huile de cuisson, de friture ou d'assaisonnement, aussi comme alternative à l'oléine de palme.

Sa teneur en caroténoïdes est adéquate pour la production de margarine, car ils donnent une couleur jaunâtre naturelle au beurre sans ajout de colorants synthétiques (Nehdi *et al.*, 2010).

De plus (Basuny et Marzooq, 2011) ont montré que l'huile de noyaux des dattes a été utilisé dans la préparation d'une mayonnaise et comparé ce produit à une mayonnaise commerciale obtenue à partir d'huile de maïs. Les résultats ont montré que mayonnaise contenant de l'huile de noyau de datte était supérieure en termes de caractéristiques sensorielles.

#### II.3.4.2. Utilisations cosmétiques et pharmaceutiques

L'huile de noyau de datte peut protéger la peau contre les rayons UV-A et UV-B qui sont responsables des dommages cellulaires (Besbes *et al.*, 2004c) et des dommages causés par le stress oxydatif causé par le peroxyde d'hydrogène.

En outre, l'huile des noyaux de dattes peut réparer la peau humaine grâce à son activité antioxydante. Ces spécificités la rendent appropriée pour les produits cosmétiques (Golshan *et al.*, 2017).

En effet, (Lecheb et Benamara, 2015) ont formulé une crème cosmétique contenant de l'huile de noyaux des dattes et un extrait aqueux de noyaux. La crème optimisée avait une capacité d'étalement, une viscosité et un comportement rhéologique similaires à d'autres crèmes commerciales, avec l'avantage de remplacer les composants synthétiques par des composants naturels.

Ces bio-crèmes pourraient être très bien acceptées par les consommateurs, qui sont de plus en plus préoccupés par l'utilisation de produits chimiques dans les cosmétiques (Golshan *et al.*, 2017).

La teneur en acides stéarique, palmitique et oléique de cette huile la rend appropriée pour la formulation de préparations pharmaceutiques anti-inflammatoires, non pas en tant qu'ingrédients actifs, mais en tant que coadjuvants, car ils améliorent l'absorption percutanée des médicaments anti-inflammatoires non stéroïdiens (Larrucea *et al.*, 2001).

Dans autre étude (Golshan *et al.*, 2017) ont testé les effets de l'huile des noyaux de dattes sur la mobilité et la viabilité des spermatozoïdes humains après des dommages oxydatifs in vitro induits par H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Ils ont constaté que l'huile de noyaux de dattes avait un effet protecteur sur les deux paramètres des spermatozoïdes, en particulier après 24 h d'incubation.

#### **II.3.4.3. Utilisations dans les processus industriels**

Une étude a été menée sur la possibilité d'utiliser l'huile des noyaux de dattes dans la production de savon. Selon les résultats, l'ajout de 30 % ou plus d'huile des noyaux de dattes a conduit à une augmentation de l'efficacité de la mousse du savon. Tous les échantillons de savon étaient conformes au contrôle en ce qui concerne leur effet sur la peau humaine (Golshan Tafti, 2017).

(Farooq *et al.*, 2018) ont conclu que cette huile est également adéquate pour la production de biodiesel en raison de sa faible teneur en acides gras libres.

## II.4. Activités biologiques de l'huile de noyaux de dattes

### II.4.1. Activité antioxydante

Parmi les différents travaux qui ont été effectués pour évaluer les effets d'huile de noyaux de dattes, leur activité antioxydante.

Les antioxydants sont des molécules capables d'interagir sans danger avec les radicaux libres et de mettre fin à la réaction en chaîne avant que les molécules vitales ne soient endommagées, chaque molécule antioxydante ne peut réagir qu'avec un seul radical libre. Ces molécules considérées comme étant à l'origine des propriétés bénéfiques des aliments d'origine végétale (Pelli et Lyly, 2003)

En effet, la recherche des dernières années sur les antioxydants naturels a démontré que les principales sources d'antioxydants comme les sous-produits du palmier dattier « *Phoenix dactylifera* L. » pourraient participer activement à prévenir certaines maladies cardiovasculaires et neurodégénératives et plusieurs types de cancers.

Selon (Besbes *et al.*, 2004b), l'huile des noyaux de dattes contient divers agents antioxydants tels que la vitamine E, les caroténoïdes, les composés phénoliques « l'hydroxytyrosol et l'oleuropéside », les stérols et les tocophérols. Ces composés contribuent à l'activité antioxydante de l'huile de noyaux de dattes, offrant ainsi des bénéfices pour la santé.

En outre, la teneur totale en composés phénoliques de l'huile de noyaux de palmier dattier était fortement corrélée aux propriétés antioxydantes, par exemple, l'huile de noyaux de Degla Baida était caractérisée par des teneurs élevées en composés phénoliques et en composés de triacylglycérol, et par la capacité antioxydante la plus élevée. Ces résultats expliquent que le potentiel de l'huile des noyaux de dattes en tant qu'aliment alternatif et ressource naturelle pour plusieurs composés importants. (Harkat *et al.*, 2022).

D'autre part, la transformation des produits végétaux a toujours eu pour objectif de prolonger la durée de consommation de ces aliments au-delà de sa saison et de profiter ainsi toute l'année de ses qualités nutritionnelles. Ce qui fait l'objet de l'étude de valorisation des sous-produits du palmier dattier tels que les noyaux de dattes (Chaira *et al.*, 2009).

De plus (Thouri *et al.*, 2017) les noyaux de dattes, qui sont des déchets, pourraient servir de matrice biologique et de source de composés antioxydants naturels. Cela représente un défi pour la santé des pays pauvres.

Boussena et Khali (2016) ont réalisé une étude sur la composition chimique de l'huile des noyaux de dattes. Leurs résultats ont montré que cette huile possède un effet antioxydant, ce qui suggère son potentiel d'utilisation dans des applications alimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques. Par conséquent, il est intéressant d'envisager son utilisation dans ces domaines.

Les polyphénols peuvent être modifiés par la conjugaison avec un ou plusieurs résidus glycosylés ou par la liaison avec d'autres composés chimiques tels que des amines ou des lipides. Cette structure modifiée leur confère des propriétés biologiques et antioxydantes importantes (Blokhina *et al.*, 2003).

#### **II.4.2. Activité antibactérienne**

La thérapeutique des infections bactériennes consiste en l'utilisation de médicaments, tels que les antibiotiques. La prescription à grande échelle et parfois inappropriée de ces agents a conduit à la sélection de souches multirésistantes, orientant ainsi la recherche sur l'importance de découvrir de nouvelles voies qui constituent une source d'inspiration de nouveaux médicaments à base des plantes, sous forme de métabolites secondaires dont les composés phénoliques (Rahmouni, 2019).

Un microbe ou micro-organisme est un organisme vivant autonome, généralement unicellulaire, invisible à l'œil nu. Les protozoaires, les champignons microscopiques, les bactéries et les virus sont des microbes (Prigent-Combaret *et al.*, 1999).

Les antibiotiques sont toutes substance d'origine naturelle produite par un microorganisme habituellement une bactérie ou une moisissure capable d'inhiber la croissance ou de détruire d'autres microorganismes pathogènes. Depuis de nombreuses molécules antibiotiques sont synthétisées ou modifiées en laboratoire quelle qu'en soit l'origine deux caractéristiques importantes sont nécessaires pour qu'une substance soit qualifiée d'antibiotique : être efficace à faible dose et avoir une toxicité spécifiquement dirigée envers un groupe de microorganismes, donc être non toxique pour les cellules de l'hôte (Chevalier, 2012).

Dans une étude menée par (Celik *et al.*, 2014), l'activité antimicrobienne des extraits des noyaux de dattes a été évaluée sur onze microorganismes. Les résultats ont montré que les extraits présentaient un large spectre antimicrobien inhibant la croissance des microorganismes testés. L'activité antimicrobienne était mesurée en observant le diamètre des zones d'inhibition. Il a été constaté que les extraits de noyaux de dattes avaient un effet antimicrobien légèrement plus fort contre les bactéries Gram positif que contre les bactéries Gram négatif à une concentration de 10

mg/ml. Donc l'extrait de noyaux de dattes peut être utilisé comme agent antimicrobien potentiel, offrant une alternative naturelle pour lutter contre les infections bactériennes.

Selon (Hussain *et al.*, 2019) les variétés de date émiratie différente « Ajwa, Khalas, Khodri » se sont révélées puissantes contre les pathogènes bactériens et montrées des propriétés nutritionnelles, sanitaires et phytochimiques différentes peuvent être utilisées dans la vie quotidienne comme source naturelle de nutriments et à des fins thérapeutiques.

La conclusion de l'étude de (Ouahioune, 2020) justifient que les recherches futures sur l'application de l'extrait de noyaux de dattes en tant que bio-préservateur dans les systèmes alimentaires afin d'améliorer leur sécurité et leur durée de conservation en contrôlant les bactéries toxigènes et les bactéries d'altérations.

### **II.4.3. Activité antifongique**

Plusieurs chercheurs ont démontré que les noyaux des dattes possèdent un potentiel antiviral, antibactérien et antifongique.

Les extraits bioactifs obtenus à partir de pollen et noyau de palmier dattier peuvent constituer une source d'aliments sains pour les animaux et l'alimentation humaine, ainsi qu'un agent alternatif permettant de réduire le coût de la désinfection et de la transformation des aliments liés aux contaminations fongiques (Bentrad, 2017).

En étudiant l'activité antifongique de l'extrait aqueux des noyaux de dattes avec l'amphotéricine B « médicament antifongique », on a découvert que l'index thérapeutique de l'amphotéricine B augmentait de manière significative lorsqu'elle était utilisée avec l'extrait. En outre, la cytotoxicité « des globules rouges » induite par l'amphotéricine B a également été évitée par l'extrait aqueux des noyaux de dattes (Belmir *et al.*, 2016).

Les composés naturels tels que les acides phénoliques, les flavonoïdes, les tanins, les alcaloïdes et les stéroïdes présents dans l'extrait de plante sont principalement responsables de l'activité antifongique (Dayan *et al.*, 2009), l'efficacité de l'extrait végétale dépend de la nature des solvants organiques.

Un champignon *Candida albicans* était le plus résistant parmi tous les extraits des noyaux de dattes. Donc il a été démontré que ces extraits n'ont pas d'effets antifongiques en raison des concentrations très faibles et efficaces des extraits. Les extraits de noyaux de dattes sont un sujet approprié pour des recherches antimicrobiennes plus approfondies (Shakiba *et al.*, 2011).

#### **II.4.4. Activité antiviral**

Les noyaux de dattes agissent comme des agents antiviraux contre divers virus humains pathogènes, peuvent être utiles dans le traitement et la prévention de nombreux types d'infections virales (Al Farsi, 2007).

Dans une étude dont l'objectif principal était d'évaluer l'efficacité antivirale d'un extrait d'acétone des noyaux de dattes « *Phoenix dactylifera L.* » contre le phage *Pseudomonas* ATCC 14209-B1, connu pour sa relative résistance à la désinfection (Jassim *et al.*, 2010), ont trouvé que l'extrait de 100 mg/ml de l'extrait de noyaux de dattes inhibe fortement l'ineffectivité de *pseudomonas* phage ATCC 14209-B1 à *Pseudomonas aeruginosa*. L'inhibition de l'ineffectivité des phages peut être attribuée aux composants bioactifs thermolabiles de l'extrait de noyaux de dattes qui s'attachent à la surface des phages ou la modifient. Les composants bioactifs, à savoir les protéines et certains composés polyphénoliques dérivés tels que les polysaccharides, les lignanes et les bioflavonoïdes, sont présents en quantités raisonnables dans l'extrait de noyaux de dattes, qui agiraient principalement en se liant à l'enveloppe protéique et en empêchant ainsi l'absorption du virus.

**PARTIE**  
**EXPREMONTALE**

**Chapitre III**  
**Matériels et méthodes**

## Chapitre III. Matériels et méthodes

Ce travail est subdivisé principalement en deux étapes sont :

- ❖ La première étape concerne la caractérisation physico-chimique des noyaux de dattes ainsi que de leur poudre et de son extrait.
- ❖ La deuxième étape concerne l'évaluation des activités antioxydante et antimicrobienne des extraits obtenus, s'effectuée au laboratoire de Microbiologie de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie l'université Mohamed Boudiaf-Msila.

### III.1. Matériels

#### III.1.1. Choix des variétés

Les noyaux étudiés proviennent des trois variétés de dattes « **Ghars** et **Deglet Nour** » collectées de palmier dattier « *Phoenix dactylifera* L. » Récupérés du marché local de Sidi Aissa wilaya de M'sila récoltés en Février 2023.

Le choix de ces variétés se justifié par :

- Leur abondance relative sur le territoire national.
- Leur qualité gustative et nutritionnelle (source d'énergie).
- Leur disponibilité et faible valeur marchande.

#### III.1.2. Appareils et produits de laboratoire

**Produits** : Hexane - Méthanol - Ethanol - Eau distillée - Alcool - Phénolphtaléine -Acide acétique - Acide gallique - antibiotique - Folin Ciocaltau - KI - Amidon - Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> - Chloroforme - NaOH - DMSO - DPPH - BHT.

**Appareillages** : Soxhlet - Rotavapeur - Four à moufle - Dessiccateur- Spectrophotomètre **Optika B-350** - pH mètre **WTW Séries** - Agitateur magnétique **RCT basic** - Vortex **TOPMIX FB 15024**. - Balance de précision **KERN /ALJ 220 – 4NM** - Etuve **Memmert**.

#### III.1.3. Souches microbiennes utilisées

Les souches bactériennes utilisées sont des souches de référence de l'American type culture collection ATCC (Bactéries à Gram- : *Escherichia coli* ATCC 25922 ; *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 et Bactérie à Gram+ : *Staphylococcus aureus* ATCC 25923) obtenues du laboratoire de microbiologie d'université Mohamed Boudiaf-Msila et conservées à 4°C dans des tubes à essais contenant l'eau physiologie.

Un champignon d'*Aspergillus niger* AB573988.1 obtenue du même laboratoire.

## III.2. Méthodes d'analyses

### III.2.1. Préparation de l'échantillon

Les dattes sont soigneusement sélectionnées et triées pour éliminer les fruits secs ou endommagés. Ensuite, les noyaux sont séparés de la pulpe à la main. Les noyaux sont lavés avec de l'eau chaude, puis de l'eau distillée pour éliminer les traces de pulpe et les impuretés qui pourraient y adhérer. Après le lavage, les noyaux sont séchés dans une étuve à une température de  $103^{\circ}\text{C} \pm 2$  pendant 24 heures afin de faciliter le broyage. Une fois secs, les noyaux sont broyés en une poudre fine à l'aide d'un broyeur mécanique et d'un mixeur électrique. La poudre obtenue est ensuite stockée dans des pots hermétiques en plastique et conservée à température ambiante.



**Figure 8** : Préparation de la poudre de noyaux de dattes.

### III.2.2. Caractérisation morphologique des noyaux de dattes

Réalisé sur 10 noyaux prélevés au hasard sur lesquels on a déterminé :

- ❖ Les dimensions des noyaux « longueur et largeur », à l'aide d'un pied à coulisse avec une précision de  $\pm 0,1$  cm.
- ❖ Les poids des noyaux, à l'aide d'une balance analytique de précision de  $\pm 0,001$  g.
- ❖ Observation visuelle de la couleur, la forme, texture.

### III.2.3. Analyses physico-chimiques de la poudre des noyaux de dattes

#### III.2.3.1. Détermination de l'humidité

##### ❖ Principe

La teneur en eau est déterminée sur une partie aliquote d'échantillon broyé étalé dans une capsule en porcelaine puis séché dans une étuve réglée à une température de  $103 \pm 2$  °C, jusqu'à obtention d'un poids constant (NF V 03-903).

##### ❖ Mode opératoire

- Peser une capsule en porcelaine vide puis noter sa masse.
- Peser 3g d'échantillon préalablement broyé et les placer dans l'étuve à  $103 \pm 2$ °C pendant 3 heures.
- Retirer la capsule de l'étuve ; le placer dans le dessiccateur et après refroidissement le peser à nouveau.

L'opération est répétée jusqu'à l'obtention d'un poids constant (en réduisant la durée de séchage à 30 mn).

##### ❖ Expression des résultats

La teneur en eau est déterminée selon la formule suivante :

$$\mathbf{H (\%)} = \frac{\mathbf{M1 - M2}}{\mathbf{P}} \times \mathbf{1000}$$

**H %** : Humidité.

**M1** : Masse de la capsule + poudre avant séchage (g).

**M2** : Masse de la capsule + poudre après séchage (g).

**P** : Masse de la prise d'essai (g).

#### III.2.3.2. Détermination de la teneur en cendre

##### ❖ Principe

La teneur en cendre consiste en la destruction de la matière organique par la technique de minéralisation par voie sèche ou calcination qui consiste à brûler l'échantillon dans un four à moufle et recueillir le résidu minéral gris blanchâtre et pesés les (AOAC, 2005).

##### ❖ Mode opératoire

- Peser un creuset en porcelaine vide puis noter sa masse.
- Peser 3g de la poudre.

- Placer le creuset dans un four à moufle réglé à 550 °C pendant 5h jusqu'à l'obtention d'un résidu gris blanchâtre « la matière minérale ».
- Retirer le creuset du four à l'aide de pince à creuset et laisser refroidir à température ambiante dans le dessiccateur, puis le peser.

❖ *Expression des résultats*

La teneur en cendre exprimé en pourcentage est calculée après la détermination de la teneur en matière organique selon la formule suivante :

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

Soit :

**MO %** : Matière organique

**M1** : Masse du creuset + prise d'essai (g)

**M2** : Masse du creuset + cendres (g).

**P** : Masse de la prise d'essai (g)

$$\text{TC \%} = 100 - \text{MO \%}$$

**TC** : Teneur en cendres

### III.2.3.3. Détermination du potentiel hydrogène (pH)

❖ *Principe*

Basé sur la détermination en unité de pH de la différence de potentiel existant entre deux électrodes en verre plongées dans une solution aqueuse (NF V 05-108, 1970).

❖ *Mode opératoire*

- Peser 5g de noyaux de dattes broyée.
- Placer l'échantillon dans un bécher sous agitation avec 50ml d'eau distillée chaude récemment bouillie et refroidie et laisser reposer pendant 30mn.
- Dans une fiole ; filtrer la solution à l'aide d'un papier filtre.
- Mesurer le pH de la prise d'essai par une lecture directe à l'aide d'un pH-mètre préalablement étalonné en prenant soin que l'électrode soit complètement immergée dans la solution.
- Rincer l'électrode par l'eau distillée entre chaque mesure.

### III.2.3.4. Méthode d'extraction d'huile par Soxhlet

Pour passer aux analyses d'huile de noyaux de dattes, nous avons utilisé la méthode d'extraction « Soxhlet » (Harkat, 2022).

#### ❖ *Principe*

Les corps gras sont les substances organiques qui peuvent être extraites à partir des fruits et végétaux par des solvants organiques apolaires au moyen de l'appareil Soxhlet.

#### ❖ *Mode opératoire*

Pour préparer l'huile à partir de 35 g de noyaux de dattes broyés, les étapes suivantes doivent être suivies. Tout d'abord, le broyat est introduit dans une cartouche de papier filtre, qui est ensuite placée à l'intérieur de l'appareil Soxhlet. Dans un ballon de 1000 ml, 400 ml d'hexane sont versés, ainsi que 90 ml dans l'extracteur. Le ballon est chauffé pendant 6 à 8 heures, avec environ 6 cycles par heure, jusqu'à ce que la quantité de solvant soit épuisée. Ensuite, la séparation de l'huile et du solvant est réalisée par distillation à l'aide d'un rotavapeur, à une température de 40°C. L'huile extraite est ensuite placée dans une étuve maintenue à 45°C pour éliminer les dernières traces de solvant. Enfin, l'huile obtenue est récupérée et conservée de manière appropriée au réfrigérateur à une température de 4°C, en attendant l'analyse ultérieure.

#### ❖ *Expression des résultats*

Le rendement d'extraction correspondant au taux de matière grasse obtenue est calculé selon la formule suivante :

$$\text{MG \%} = \frac{P2 - P1}{P3} \times 100$$

**MG** : Matière grasse

**P1** : Poids du ballon vide (g).

**P2** : Poids du ballon avec l'huile extraite (g).

**P3** : Poids de la prise d'essai (g).

### III.2.4. Analyses physico- chimique de l'huile des noyaux de dattes

#### III.2.4.1. Détermination l'acidité titrable

##### ❖ Principe

Le principe est basé sur le titrage de l'acidité des acides gras libres par une solution d'hydroxyde de sodium NaOH 0,1 N (Annexe 2) en présence de phénophtaléine (Annexe3) comme indicateur (NE 1.2 – 43, 1985).

##### ❖ Mode opératoire

- Introduire 5g d'huile dans une fiole conique et ajouter 50 ml d'alcool préalablement neutralisé par une solution de soude 0,1N et 2-3 gouttes de phénophtaléine.
- Titrer avec agitation la solution de NaOH à 0.1N jusqu'à l'apparition d'une couleur rose persistante quelques secondes.
- A la fin en prend le volume exact de NaOH consommé pour le calcul de l'indice d'acide.

##### ❖ Expression des résultats

L'acidité titrable est donnée par la relation suivante :

$$\text{IA \%} = \frac{M \times N \times V}{m} \times 10$$

**Soit :**

**M :** Masse molaire de l'acide adapté pour l'expression.

(M = 282g/mol pour l'acide oléique et M=254 g/mol pour l'acide palmitique).

**N :** Normalité de NaOH (0,1N).

**V :** Volume de la chute du Burette NaOH (ml).

**M :** Masse de la prise d'essai (g).

#### III.2.4.2. Détermination de l'indice de peroxyde

##### ❖ Principe

La méthode est basée sur le traitement d'une prise d'essai en solution dans l'acide acétique et le chloroforme par une solution d'iodure de potassium KI, l'iode libéré a été titré à l'aide d'une solution de thiosulfate de sodium à 0,1N en présence d'empois d'amidon comme indicateur colorée (NE 1.2 – 50, 1985).

❖ *Mode opératoire*

- Peser 2 g d'huile dans un Erlenmeyer.
- Ajouter 10 ml de chloroforme, 15 ml d'acide acétique ainsi que 1ml de solution de KI.
- Boucher aussitôt la fiole et agiter pendant 1min et laisser reposer à l'abri de la lumière pendant 5min.
- Ensuite ; ajouter 75 ml d'eau distillée et quelques gouttes d'empois d'amidons (1%).
- Titrer l'iode libéré avec une solution de thiosulfate de sodium à 0.1N jusqu'à disparition de la couleur bleu foncé.
- En parallèle, effectuer un essai à blanc simultanément dans les mêmes conditions mais sans le corps gras.

❖ *Expression des résultats*

L'indice de peroxyde est donné par la relation suivante :

$$\text{IP (méq / kg de CG)} = \frac{(V_1 - V_0) \times N}{P} \times 1000$$

**Soit :**

**IP :** Indice de peroxyde exprimé en milliéquivalent d'oxygène actif par kilogramme corps gras.

**N :** Normalité de la solution de thiosulfate de sodium 0,1N.

**V<sub>1</sub> :** Volume de thiosulfate de sodium utilisé pour la solution testée (ml).

**V<sub>0</sub> :** Volume de thiosulfate de sodium utilisé pour le blanc (ml).

**P :** Prise d'essai (g).

### III.2.4.3. Détermination de la teneur en polyphénols

❖ *Principe*

Le dosage des polyphénols totaux dans les différents extraits est réalisé par la méthode de Folin-Ciocalteu (Singleton *et al.*, 1999).

Le réactif de Folin-Ciocalteu est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique et phosphomolibdique, il est réduit par les phénols en un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène, Cette coloration bleue dont l'intensité est proportionnelle aux taux de composés

phénoliques présents dans le milieu donne un maximum d'absorption à 760 nm (Ribéreau-Gayon *et al.*, 1972).

❖ *Mode opératoire*

- Prélever 0,2 ml de l'extrait (0,2 mg/ml) dans des tubes à essais.
- Ajouter 1 ml solution de réactif Folin-Ciocalteu's dilué 10 fois dans l'eau distillée.
- Agiter vigoureusement puis laisser agir 5 min avant d'ajouter 0,8 ml de solution carbonate de sodium Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (Annexe 2).
- Après 2 heures d'incubation à température ambiante et à l'abri de la lumière, lire les absorbances à partir du spectrophotomètre à 760 nm.
- Effectuer la même opération pour le blanc est représenté par l'éthanol additionné du Folin-Ciocalteu, de l'eau distillée et de carbonate de sodium.
- Préparation de la gamme d'étalonnage de l'acide gallique à différentes concentrations par introduisant 0,2ml de ces dernières dans une série de tubes et ajoute des autres réactifs pour la réalisation de la courbe standard des polyphénols totaux.

Toutes les mesures sont réalisées en triplicata.

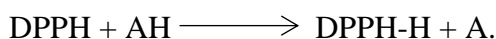
Les concentrations des polyphénols totaux contenus dans les extraits de noyaux de dattes sont calculées en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant l'acide gallique comme standard.

Les résultats sont exprimés en mg équivalent en acide gallique/ g de matière sèche.

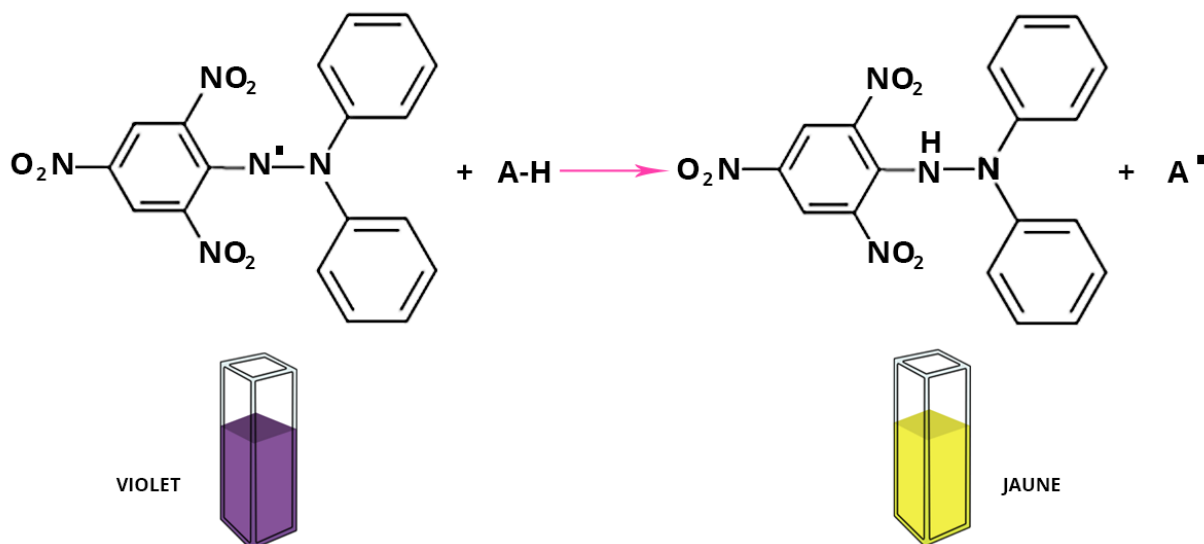
### III.3. Etude de l'activité antioxydant par le test DPPH

❖ *Principe*

Le test au 2,2-diphényl-2-picryl-hydrazyle (DPPH.) est réalisé par la méthode décrite par (Ammar *et al.*, 2009) qui permet de mesurer le pouvoir réducteur par le calcul de la IC<sub>50</sub> des substances antioxydantes contenues dans un extrait. Le DPPH est un radical libre de couleur violette qui devient jaune quand il est réduit par un donneur de proton H<sup>+</sup>.



Où AH est un composé capable de céder un H<sup>+</sup> au radical DPPH.



#### ❖ Mode opératoire

Préparer une gamme de dilution à partir de la solution mère : 2 ; 5 ; 10 ; 20 ; 40 µg/ml.

Mettre 0,05 ml de chaque dilution dans un tube à essai puis ajouter 1ml de solution méthanolique de DPPH (Annexe 2). La solution de DPPH concentré est diluée dans le méthanol jusqu'à l'obtention d'une densité optique proche de 1 à 515 nm.

Mélanger la solution résultante et laisser incuber 1h à l'abri de la lumière et à température ambiante et lire l'absorbance à 515 nm contre un blanc qui contient de DMSO pur.

Pour le contrôle positif et le Blanc, mener les mêmes opérations en remplaçant l'extrait de noyaux de dattes par solution méthanolique de BHT et de DMSO.

Toutes les opérations sont réalisées en triplicata.

#### ❖ Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en pourcentage d'inhibition :

$$I\% = \frac{(\text{Abs C} - \text{Abs E})}{\text{Abs C}} \times 100$$

Soit :

**I%** : Inhibition

**Abs C** : Absorbance de contrôle négative.

**Abs E** : Absorbance de l'extrait.

La concentration en extrait brut permettant d'inhiber 50 % du DPPH (IC<sub>50</sub>) est déterminée par une série de dilutions de l'extrait soumises aux mêmes réactions que l'extrait.

### **III.4. Etude de l'activité antimicrobienne**

#### **III.4.1. Activité antibactérienne**

L'évaluation de l'activité antibactérienne a été réalisée par l'antibiogramme soit la méthode de diffusion de disque ou les disques sont imbibés de 10 µl de chaque extrait (Rahal *et al.*, 2011).

##### **III.4.1.1. Préparation des milieux de culture**

Les milieux de culture utilisés sont Gélose nutritive GN et Muller Hinton MH (Annexe 3).

##### **III.4.1.2. Stérilisation du matériels**

Autoclavage les milieux de cultures, l'eau physiologie, Les embouts, les disques en papier Wattman, les tubes à essai « utilisés dans la préparation des solutions bactériennes ainsi que dans la préparation des dilutions de nos échantillons » à 121° C pendant 15 min.

##### **III.4.1.3. Repiquage**

Les souches bactériennes sont ensemencées dans la gélose nutritive et incubées à 37°C pendant 24 h pour optimiser leur croissance et obtenir des jeunes souches.

##### **III.4.1.4. Préparation des concentrations d'extrait utilisée**

L'extrait de variété Ghars a été dissous dans le diméthyle sulfoxyde « DMSO » pour préparer des différentes concentrations : 10 ; 50 ; 150 ; 300 µg /ml sachant que la concentration de la solution mère de chaque extrait est de 200 mg/ml.

Chaque fois, on mélange 1ml de DMSO avec la concentration déterminée d'extrait.

##### **III.4.1.5. Préparation de l'inoculum**

Dans la zone septique du bec Bunsen ; racler à l'aide d'une anse de platine quelques colonies bien isolées et identiques de chacune des souches bactériennes à tester et décharger l'anse dans 10 ml d'eau physiologie stérile (Annexe 3) puis homogénéiser bien la suspension bactérienne,

sa capacité doit être équivalente à 0.5 Mc Farland ou standardisée à l'aide d'un spectrophotomètre à une DO de 0,08 à 0,10 à une longueur d'onde de 625 nm.

L'inoculum peut être ajusté en ajoutant, soit de la culture s'il est faible ou l'eau physiologie s'il est trop fort.

L'ensemencement doit se faire dans les 15 min qui suivent la préparation de l'inoculum.

#### **III.4.1.6. Ensemencement et dépôt des disques**

Dans la zone septique du bec bunsen couler dans des boîtes de Pétri un milieu de MH et laisser solidifier. Tremper un écouvillon dans l'inoculum puis pressez-le en appuyant fermement sur la paroi interne du tube et frotter tout la surface de gélosée avec l'écouvillon, de haut en bas en stries serrés.

Répéter l'opération deux fois en tournant la boîte de 60°C à chaque fois. Finir l'ensemencement en passant l'écouvillon sur la périphérie de la gélose. Recharger l'écouvillon à chaque fois qu'on ensemence plusieurs boîtes de Pétri avec la même souche.

Déposer dans chaque boîte des disques imprégnés d'extrait délicatement sur la surface de gélose inoculée à l'aide d'une pince stérile.

De même les antibiogrammes réalisés avec des disques d'antibiotiques « témoin positif » actif sur nos souches ont été utilisés pour comparer les résultats d'extrait testé et des disques Wattman imprégnés de DMSO « témoin négatif ».

Finalement, les boîtes de Pétri sont conservées à 4°C pendant 2 h pour permettre une pré-diffusion des substances bioactives puis incubées pendant 18 à 24 heures à 37°C.

Chaque test réalisé en triple exemplaire.

#### **III.4.1.7. Lecture des antibiogrammes**

À l'aide d'une règle mesure avec précision les diamètres des zones d'inhibition en millimètre, elle est réalisée au verso des boîtes de Pétri.

L'extrait n'est considéré actif que si le diamètre d'inhibition autour du disque est supérieur à 6 mm et à l'intérieur de laquelle aucune croissance bactérienne n'est observée.

### III.4.2. Activité antifongique

Les mêmes opérations sont effectuées avec la souche de champignon *Aspergillus niger* AB573988.1, mais dans ce cas le milieu de culture utilisé est le milieu PDA (Annexe 3). Les spores de champignons sont activés pendant 7 jours dans une boîte de Pétrie à une température de 28°C avant le test, après incubation l'inoculum de champignon est préparé et l'ensemencement est réalisé par écouvillonnage sur boîtes Pétri coulés qui contiennent du PDA.

La lecture des antibiogrammes est faite après 72 heures d'incubation à 28°C.

### III.5. Analyse statistique

Toute l'analyse statistique a été réalisée en utilisant le logiciel GraphPad Prism 8.

Les résultats ont été exprimés par la moyenne  $\pm$  l'écart type ( $n = 03$  pour toutes les expériences). Les comparaisons bilatérales statistiques sont faites au moyen du « t tests » et la valeur  $p < 0,05$  a été considérée comme significative. Les comparaisons multiples ont été exécutées en utilisant l'analyse de la variance à sens unique « Anova one way », suivi du test de Tukey.

Les différences sont considérées comme statistiquement significatives au seuil de 0,05.

Toutes les mesures sont répétées trois fois.

# **Chapitre IV**

## **Résultats et discussions**

## Chapitre IV. Résultats et discussions

### IV.1. Caractéristiques morphologiques

Les résultats concernant les caractéristiques morphologiques des noyaux de dattes de variétés Ghars et Deglet Nour sont donnés dans le tableau suivant et les résultats détaillés (Annexe1).

**Tableau 6:** Caractéristiques morphologiques de 10 échantillons des noyaux de dattes étudiés.

Caractères Variétés	Poids (g)	Longueur (cm)	Largeur (cm)
<b>Ghars</b>	[0,73 - 1,59]	[1,60 - 2,70]	[0,60 - 1]
<b>Deglet Nour</b>	[0,51 - 0,96]	[1,90 - 2,90]	[0,60 - 0,90]

Généralement, le noyau de datte est de forme ovale bien qu'il puisse parfois avoir une légère asymétrie et de couleur brun, il présente une texture solide et résistante.



**Figure 9 :** Echantillon prélevé pour étudier la morphologie « A: Ghars / B: Deglet Nour ».

On remarque que:

- Pour la variété Ghars

Le poids des noyaux de dattes étudiées avec une moyenne de  $1,10 \pm 0,25$ g et pour la longueur nous avons enregistré une moyenne de  $2,20 \pm 0,31$ cm et une moyenne de  $0,77 \pm 1,33$  cm pour la largeur du noyau.

- Pour la variété Deglet Nour

Les dimensions des noyaux de dattes étudiées avec une moyenne de  $0,72 \pm 0,13$ g pour le poids et une moyenne de  $2,38 \pm 0,31$  cm pour la longueur et  $0,73 \pm 0,11$ cm pour la largeur du noyau.

Selon (El-Ammari *et al.*, 2001) dans une étude faite sur 13 variétés des noyaux de dattes libyennes indiquant que les valeurs moyennes des paramètres de poids, largeur et longueur sont respectivement de 0,7 - 2 g, 0,8 - 1,1 cm et 1,8 - 2,8 cm.

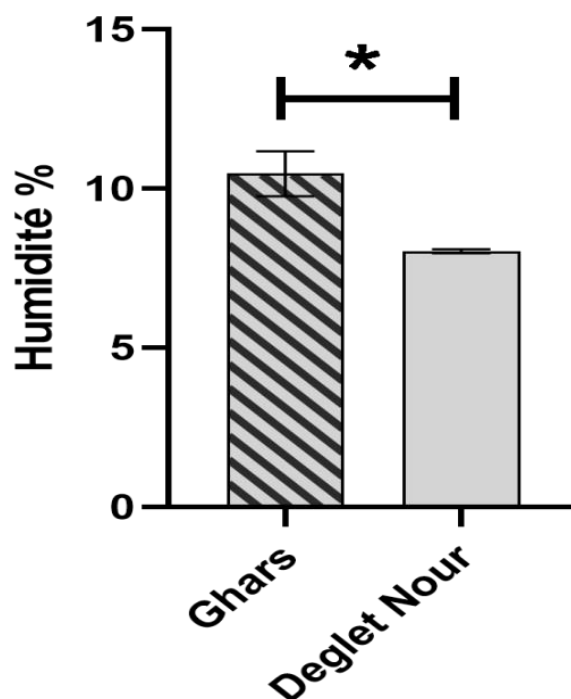
Cette variabilité des résultats numériques morphologiques pourrait s'expliquer par le facteur variétal, la différence des conditions climatiques ainsi aux techniques culturales appliquées (Taouda *et al.*, 2014).

De plus, ces différences pourraient être due aux différentes techniques de pollinisation du palmier dattier utilisées (Al Wusaibai, 2012).

La comparaison de nos résultats ça rentre dans la gamme trouvé des auteurs. Cela confirme que les caractéristiques morphologiques des noyaux de dattes sont stables. Analyses physico-chimiques de la poudre des noyaux de dattes.

#### IV.1.1. Humidité

Les résultats concernant l'humidité des noyaux de dattes variétés Ghars et Deglet Nour sont illustrés dans l'histogramme suivant :



**Figure 10** : Humidité des noyaux de dattes.

Les barres d'erreurs représentent les écart types « avec 95 % comme intervalle de confiance ».

Les lettres différentes représentent des moyennes significativement différentes.

Ce critère de qualité utilisé essentiellement pour estimer le degré d'humidité des noyaux de dattes et elle renseigne sur la stabilité du produit contre les risques d'altération durant la conservation.

Le taux d'humidité le plus élevé marqué sur la variété Ghars et Deglet Nour contient le taux le plus faible.

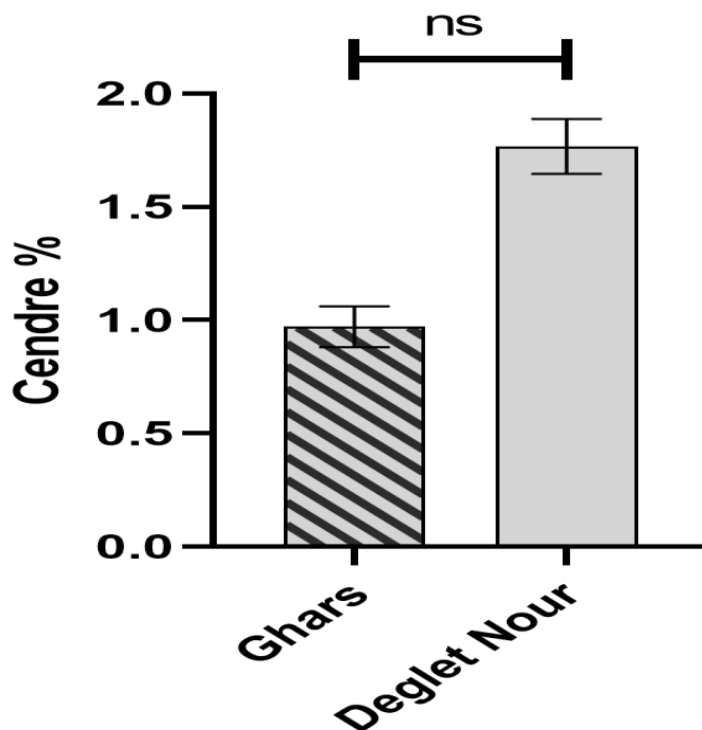
Des chercheurs faits des études sur le taux d'humidité de la poudre des noyaux de dattes, les résultats trouvés par (Khali *et al.*, 2015) qui est de 12,42 % pour Ghars et 8,08 % pour Deglet Nour. Dans le même sens comparatif (Hamada *et al.*, 2002) ont trouvé des valeurs qui varient de 7 à 11 % sont compatible à nos résultats.

Par ailleurs, le taux plus élevé que celui noté par (Al Farsi *et al.*, 2007) qui est de 5,19 %.

Cette différence d'humidité due principalement au type de datte utilisé car la variété Ghars est une datte molle et Deglet Nour est une datte semi-molle, ou simplement à l'intensité du traitement thermique appliqué lors de leur séchage (Harrak *et al.*, 2018).

#### IV.1.2. Teneur en cendre

Les résultats obtenus sont illustrés dans l'histogramme suivant :



**Figure 11 :** Teneur en cendre des noyaux de dattes.

Les barres d'erreurs représentent les écart types « avec 95 % comme intervalle de confiance ».

Les lettres différentes représentent des moyennes significativement différentes.

D'après les résultats obtenus, la teneur trouvée est très proche à celle donné par (Benmohamed, 2020) comprise entre 0,9 - 1,8% et par (Khali *et al.*, 2015 ; Nabili *et al.*, 2016 ; Boudechiche *et al.*, 2009) s'inscrivent dans un intervalle de 0,5 à 2 %.

Selon (Olowokere *et al.*, 2019) la teneur en cendres des noyaux de dattes peut être liée également à la composition minérale du sol des palmeraies et de composants de l'eau d'irrigation.



**Figure 12** : Cendres des noyaux de dattes étudiées « A: Ghars / B: Deglet Nour ».

#### IV.1.3. pH

Le potentiel d'hydrogène est l'un des paramètres les plus importants affectant la stabilité du processus (Wellinger *et al.*, 2013).

Les résultats de notre étude montrent que les deux variétés présentent un pH :  $6,03 \pm 0,05$  et  $5,88 \pm 0,47$  pour Ghars et Deglet Nour à 20°C.

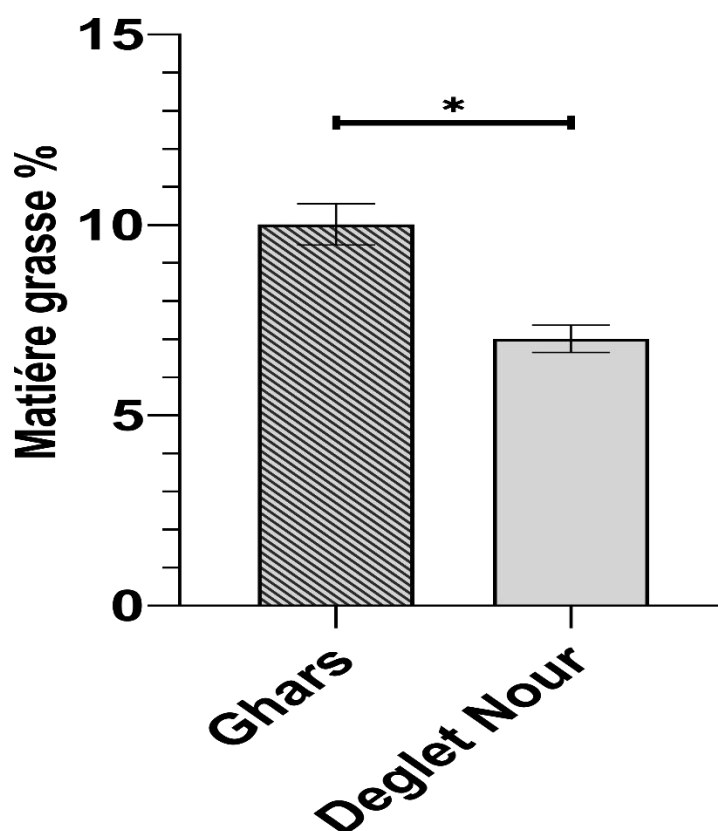
Les valeurs de pH notées sont plus proche aux pH enregistrés par les auteurs (Khali *et al.*, 2015) dans la variété Deglet Nour 5,76 et Ghars 6,12.

Une autre étude de (Mahdi *et al.*, 2015) montre que le pH d noyaux de dattes qui est de 4,8.

Wellinger *et al* (2013) le pH joue un rôle important dans la relation entre la dégradation bactérienne et les noyaux de dattes. Il peut influencer la croissance et l'activité des bactéries présentes, ce qui peut avoir un impact sur la dégradation des noyaux de dattes. Le contrôle du pH peut contribuer à minimiser la dégradation indésirable et à préserver la qualité des noyaux de dattes.

#### IV.1.4. Teneur en matière grasse

Le rendement de la matière grasse obtenu par extraction à chaud donnés dans l'histogramme suivant :



**Figure 13** : Rendement d'huile des noyaux de dattes.

Les barres d'erreurs représentent les écart types « avec 95 % comme intervalle de confiance ».

Les lettres différentes représentent des moyennes significativement différentes.

La durée de 8 heures dans l'extracteur « Soxhlet » avec l'utilisation de l'hexane comme solvant d'extraction a été suffisante pour un bon épuisement des noyaux et une meilleure extraction de l'huile à chaud.

Le rendement de la matière grasse déterminée pour variété Ghars est 10,01% peut être comparé à celui trouvé par (Boussena et Khali, 2016) varie de 6,20 à 10,39 % et à celui trouvé par (Nabili *et al.*, 2016) qui est de 10,3 % et par (Basuny et Al Marzooq, 2011) (9,76 %).

Aussi le rendement de (Khali *et al.*, 2015) sur les variétés Ghars et Deglet Nour sont respectivement de 11,70 % et 9,81 %.

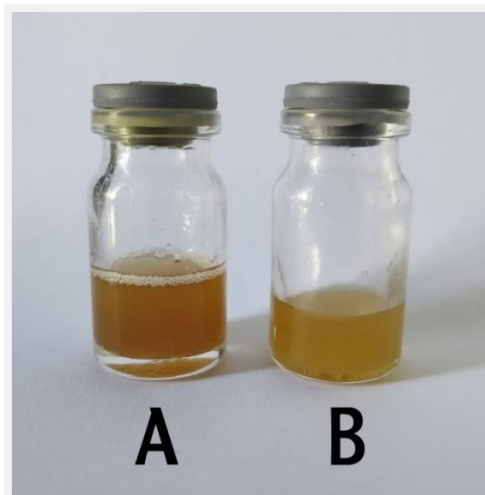
Dans leur étude sur les noyaux de dattes, (Chaira *et al.*, 2007) ont découvert que la teneur en matière grasse des noyaux pour les variétés Deglet Nour était de  $10,13 \pm 0,03$  %.

Selon (Leila *et al.*, 2018) dans une étude effectuée sur autre variété est trouvée la valeur 6,58 % analogue à nos résultats de variété Deglet Nour 6,11 %. Ce rendement est plus faible que celle rapportées par les auteurs précédents.

Ces valeurs sont acceptables comparées avec les travaux effectués précédemment.

Cette variabilité des résultats de la teneur en matière grasse pourrait s'expliquer par la différence des variétés ainsi que le type d'extraction « Solide - Liquide » et les solvants utilisés et que la méthode de détermination de la teneur en matière grasse la plus pertinente doit être choisie en fonction de l'utilisation prévue (Quinsac *et al.*, 2013).

À partir de ces résultats, les noyaux de palmier dattier peuvent être classés parmi les pauvres en sources de corps gras, on n'est pas considérée pratiquement que l'huile de ces noyaux comme une source importante d'huiles végétales alimentaires mais elle a des autres applications dans l'industrie cosmétique et dans le domaine pharmaceutique.



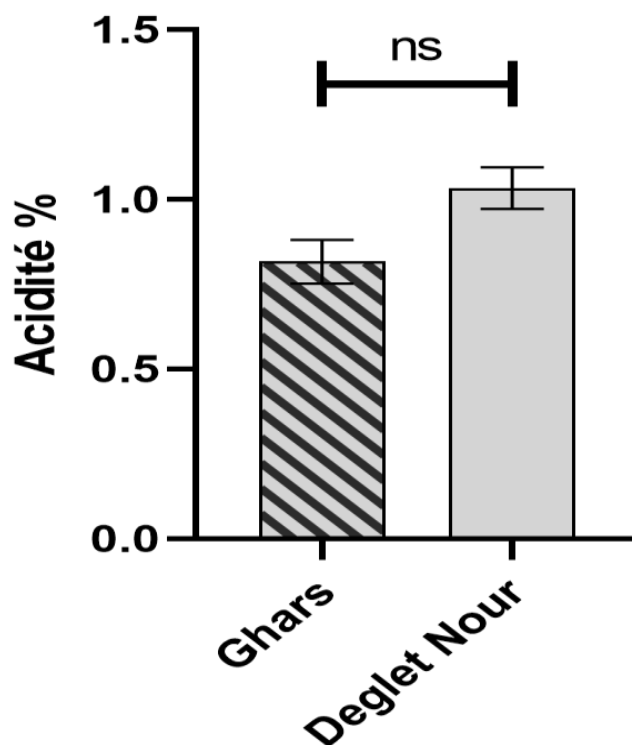
**Figure 14** : Huile des noyaux de dattes « A: Ghars / B: Deglet Nour ».

## IV.2. Analyses physico-chimiques de l'huile des noyaux de dattes

### IV.2.1. Acidité titrable

Le degré d'acidité des huiles extraites est exprimé en pourcentage d'acide oléique.

Les résultats concernant l'acidité des noyaux de dattes des variétés Ghars, Deglet Nour sont donnés dans l'histogramme suivant :



**Figure 15 : Acidité d'huile des variétés utilisées.**

Les barres d'erreurs représentent les écart types « avec 95 % comme intervalle de confiance ».

Les lettres différentes représentent des moyennes significativement différentes.

Les résultats obtenus sont proches aux valeurs trouvées par (Benmohamed, 2020) qui est de 0.914 % et à celui trouvé par (Boukouada et Yousfi, 2009) sur deux variétés : 1.35 % pour Ghars et 1.36 % pour Deglet Nour.

Autre étude réalisée par (Nehdi, 2018) est légèrement inférieur aux nos résultats de 0.5%.

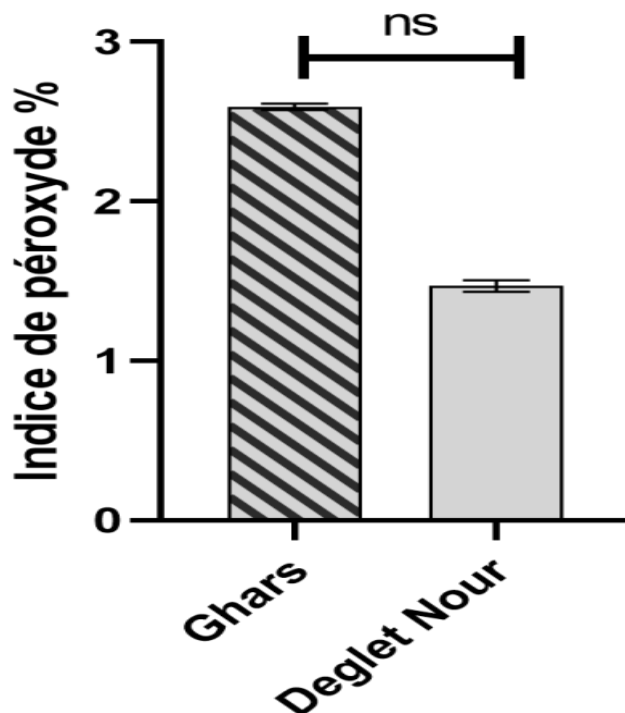
Puisque les valeurs de l'acidité titrable dans l'huile ne dépassent pas 4 % la valeur limite préconisée pour une huile alimentaire, on peut déduire le manque d'acides gras libres et de celui-ci (Codex Alimentarius, 1992).

Elle est considérée comme une huile nutritionnellement neutre. Il a été rapporté que le faible indice d'acide de l'huile explique que les noyaux ne sont pas exposés à l'air pendant la maturation des dattes, le taux de l'acidité est inversement proportionnel au degré de maturité (Booij *et al.*, 1992).

#### **IV.2.2. Indice de peroxyde**

La détermination de l'indice de peroxyde exprimé en milliéquivalent d'oxygène actif par kilogramme corps gras renseigne sur son état d'altération par oxydation.

Les résultats concernant l'indice de peroxyde des noyaux de dattes des variétés Ghars et Deglet Nour sont donnés dans l'histogramme suivant :



**Figure 16 : Indice peroxyde d'huile de variétés utilisées.**

Les barres d'erreurs représentent les écart types « avec 95 % comme intervalle de confiance ».

Les lettres différentes représentent des moyennes significativement différentes.

Ces valeurs sont proches de celle trouvée par (Abdel Nabey, 1999) concernant six variétés d'huile des noyaux de dattes égyptiennes 1,54 méq d'O<sub>2</sub>/kg de CG et que celui noté par (Basuny et Al Marzooq, 2011) qui est de 1,73 ± 0,15 méq d'O<sub>2</sub>/kg de CG.

Autre étude de (Benmohamed, 2020) montre que l'indice de peroxyde d'huile extraite par soxhlet est 2,96 méq d'O<sub>2</sub> / Kg de CG.

En outre, une étude menée par (Salvador *et al.*, 2001) a confirmé que moins de 5 % des huiles extraites des noyaux de dattes présentaient un indice de peroxyde élevé, ce qui indique une bonne qualité. Ces résultats démontrent que la grande majorité des huiles de noyaux de dattes sont exemptes de détérioration due à l'oxydation, ce qui les rend hautement appréciables en termes de qualité. Teneur en polyphénols.

L'extraction des composés phénoliques polaires et apolaires dépend largement de la polarité du solvant. Ce qui est lié à la différence de polarité des principes actifs (Durling *et al.*, 2007).

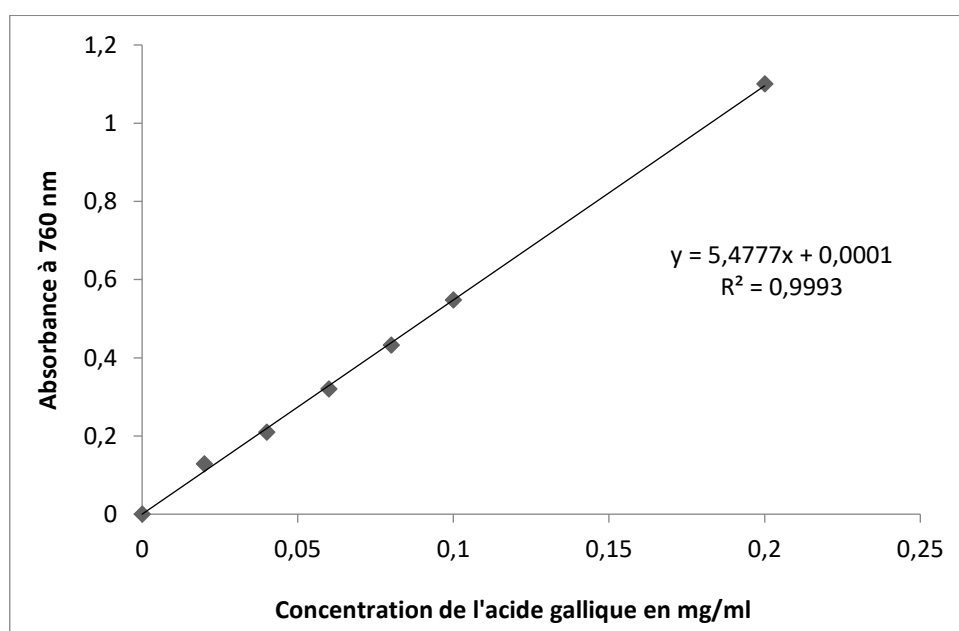
Pour cela, plusieurs combinaisons « Solvant / Eau » ont été réalisées mais il n'y a pas de données publiées sur la composition d'un solvant type pour l'extraction simultanée de tous les composés phénoliques polaires et apolaires (Baskan *et al.*, 2007).

Après le dosage avec le réactif de Folin-Ciocalteu à l'obscurité pendant 30 min, on a obtenu la couleur bleue, cette coloration produite est proportionnelle à la quantité de phénols totaux présente dans les extraits végétaux.



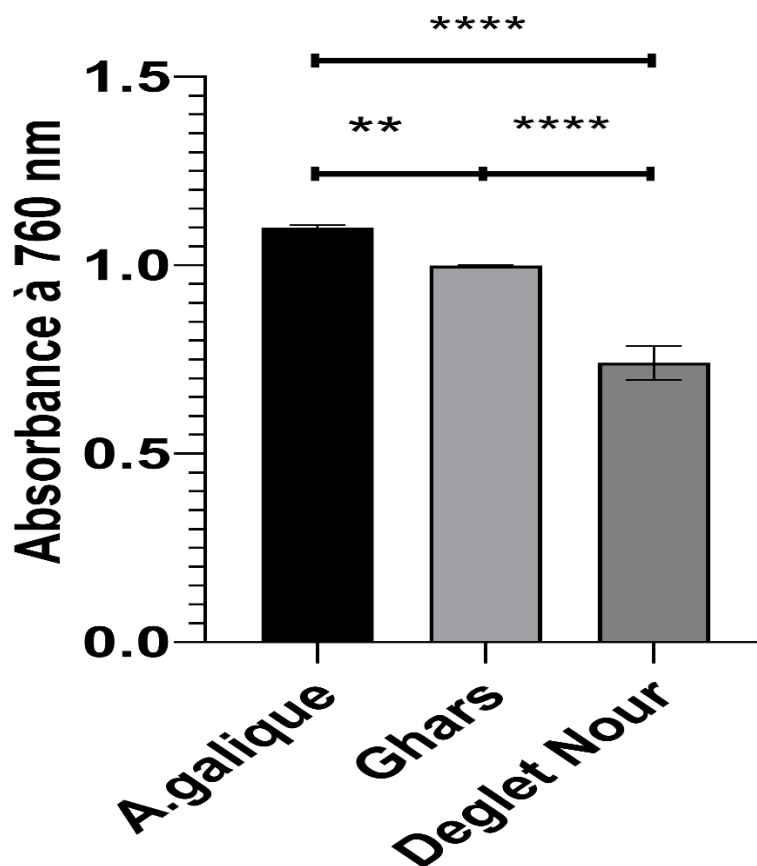
**Figure 17** : Changement de couleur de l'extrait aqueux des ND vers le bleu après l'addition du Folin-Ciocalteu

La teneur en phénols totaux obtenus à partir de l'extrait aqueux a été estimée grâce à une courbe d'étalonnage tracée de l'acide gallique à différentes concentrations.



**Figure 18** : Courbe d'étalonnage d'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux.

Utilisant l'équation de régression linéaire de type :  $y = 5,4777x + 0,0001$  sachant que  $R^2 = 0,9993$  et exprimée en mg d'équivalent d'acide gallique par gramme de matière sèche (mg EAG/g MS).



**Figure 19** : Teneurs en polyphénols totaux des extraits aqueux « Ghars et Deglet Nour ».

Les analyses statistiques des résultats de la teneur en polyphénols totaux des deux extraits (Ghars et Deglet Nour) montrent une différence hautement significative \*\*\*\* entre les extraits au seuil de 5%.

L'extrait de Ghars représente la teneur la plus élevée en polyphénols 0,99 mg EAG/g par rapport à la teneur de variété Deglet Nour en polyphénols 0,74 mg EAG/g.

Nos résultats nettement proches au trouvés par (Al turki *et al.*, 2010) dans leur travail sur 15 variétés « variétés des Etats Unis d'Amérique et d'Arabie Saoudite », dont les valeurs varient de 0.145 à 0.667 mg EAG/g de matière sèche. De plus (Harkat *et al.*, 2022) dans une étude sur variétés Deglet Nour et Ghars ils ont constaté des valeurs qui sont de 1,54 ; 1,73 mg EAG/g respectivement.

La différence de la teneur en phénols totaux entre les lieux, les années et les cultivars peut être liée à l'interaction entre plusieurs facteurs tels que la variété et l'origine géographique, qu'il soit indigène ou introduit, les conditions de croissance, la maturité et la transformation, les facteurs climatiques, les pratiques agricoles, les maladies et les parasites, les conditions de stockage, la

manipulation et la quantité de lumière solaire reçue (Baron *et al.*, 2006 ; Biglari *et al.*, 2008 ) ou bien peut être expliquée par le temps, la température d'extraction, la nature de solvant utilisé.

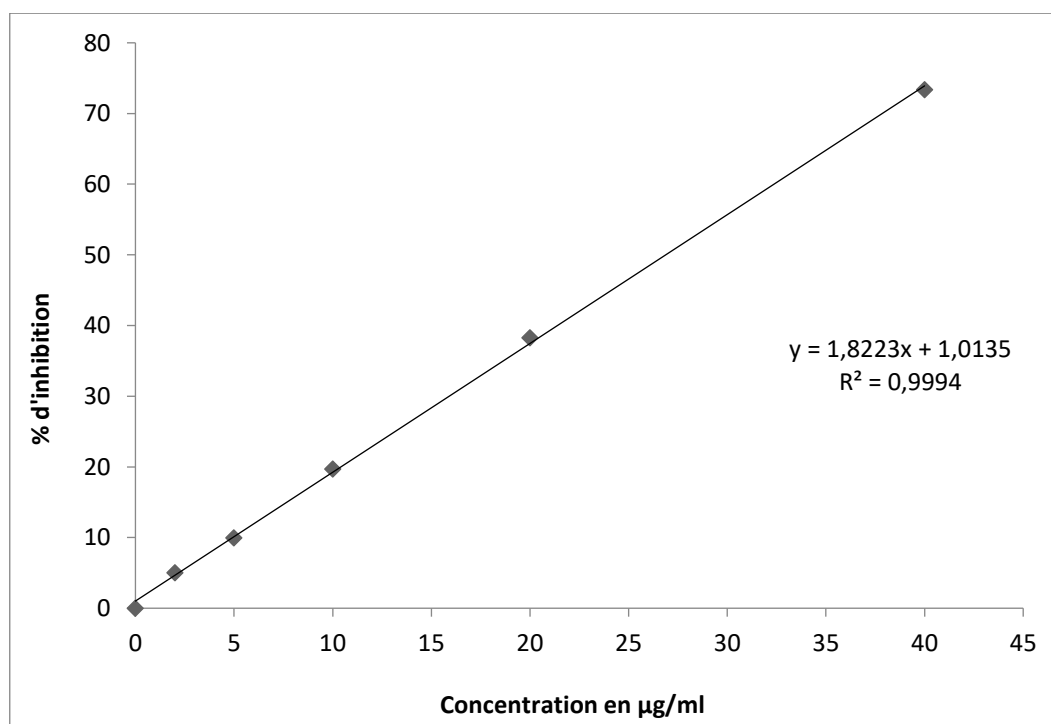
L'huile des noyaux de dattes pourrait être considérée comme une source potentielle de composés phénoliques naturels. Outre leur contribution à la résistance de l'huile au rancissement oxydatif et leur participation à la création d'une saveur spécifique (Caponio *et al.*, 1999), il convient de mentionner que certains auteurs signalent que les phénols pourraient avoir un effet positif sur la prévention des maladies coronariennes et du cancer (Tuck et Hayball, 2002).

### IV.3. Activité antioxydant par test DPPH

Dans cette étude nous avons opté pour le test de piégeage du radical « DPPH ».

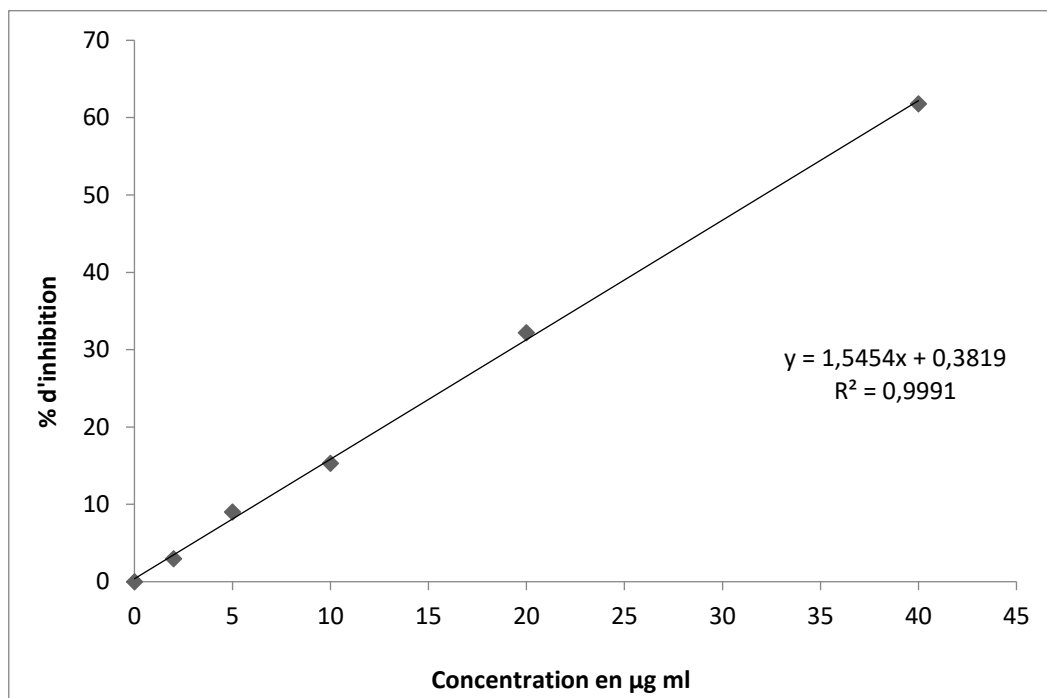
On explique l'utilisation de la technique DPPH par sa rapidité à donner les résultats, comme elle est employée pour le criblage des molécules douées d'activités antioxydantes présentes dans les extraits de végétaux (Ebrahimzadeh *et al.*, 2010).

Cette méthode basée sur la réduction d'une solution alcoolique de DPPH en présence d'un antioxydant qui donne un hydrogène ou un électron, la forme non radicalaire DPPH-H est formée (Bortolomeazzi *et al.*, 2007). L'inhibition de la décoloration du radical DPPH en fonction des différents concentrations (2, 5, 10, 20, 40 µg/ml) d'extrait utilisé et du témoin « BHT » antioxydant de référence.



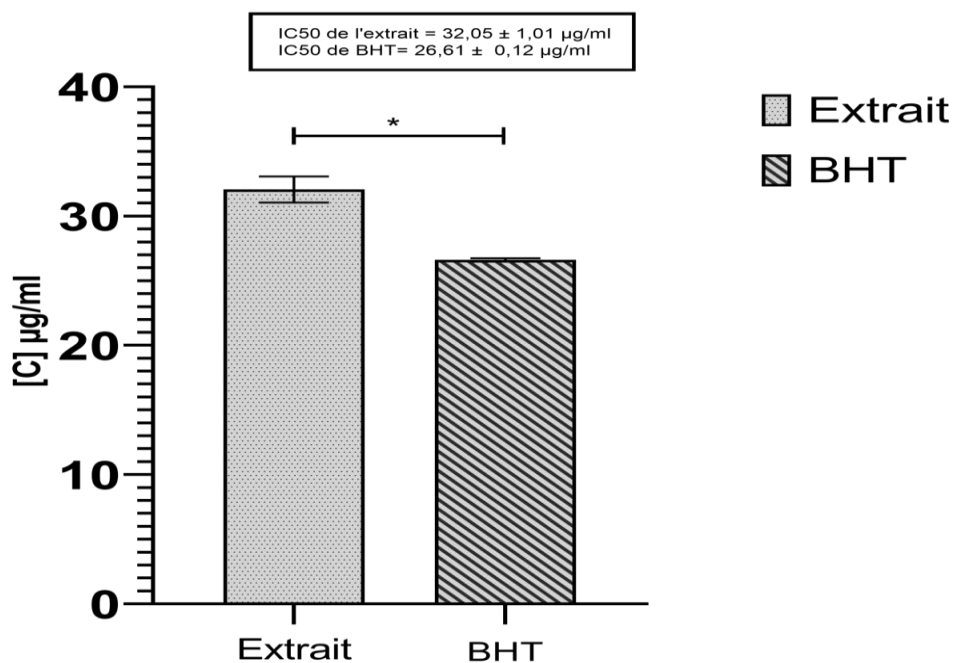
**Figure 20** : Variation de l'inhibition du DPPH en fonction de la concentration de BHT.

D'après les résultats de notre étude, l'activité de piégeage du radical (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl DPPH) de BHT qui est  $73,37 \pm 0,17 \%$ .



**Figure 21** : Variation de l'inhibition du DPPH en fonction de la concentration de l'extrait.

Le pourcentage de piégeage du DPPH est de  $61,78 \pm 3,0873 \%$  pour notre extrait, cette valeur est inférieure à celle trouvée pour le BHT.



**Figure 22** : Activité anti-radicalaire de l'extrait variété Ghars et le BHT.

Les analyses statistiques des résultats de l'activité anti-radicalaire de l'extrait variété Ghars et le BHT. montrent une différence significative \* entre le contole et l'extrait au seuil de 5%.

D'après les résultats de notre étude, l'activité de piégeage du radical (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl DPPH) de notre extrait est de  $61.78 \pm 3,08$  Cette valeur est inférieure à celle trouvé pour le BHT qui est  $73,37 \pm 0,17$  %.

L'extrait de noyaux de dattes de la variété Ghars confirme un  $IC_{50}$  qui est de  $32,05 \pm 1,01$   $\mu\text{g/ml}$  et on remarque que le BHT possède un  $IC_{50}$  plus faible égale à  $26,61 \pm 0,12$   $\mu\text{g/ml}$ . En comparant l'extrait et le témoin BHT reste le plus efficace avec un faible  $IC_{50}$ .

De plus, Les travaux de (Messadi *et al.*, 2023) sur l'activité antioxydante des noyaux de dattes des variétés tunisiennes et algériennes où les  $IC_{50}$  sont comprises entre 0,04 - 0,2 mg/ml.

Aussi d'après l'étude réalisée par (Harkat *et al.*, 2022) sur les même variétés, montre que l' $IC_{50}$  % d'extrait Ghars est  $47.10 \pm 1.31$   $\mu\text{g/ml}$  et pour l'extrait de la variété Deglet Nour est  $14.07 \pm 0.14$   $\mu\text{g/ml}$ .

La variation de l'activité de piégeage des radicaux libres DPPH entre notre extrait dépend de multiples paramètres tels que la concentration de l'ion métallique et du polyphénol, la température, le pH, la présence d'agents complexant (Ghedadba *et al.*, 2015).

Le pouvoir antioxydant des échantillons est étroitement associé à leur teneur totale en composés phénoliques. L'extrait ayant un niveau plus élevé de composés phénoliques totaux présent en également une plus grande activité antioxydante. Il est conclu que le changement de polarité des solvants influence la dissolution de certains composés antioxydants et l'estimation de l'activité antioxydante (Thouri *et al.*, 2017).

Par conséquent, l'extrait des noyaux de dattes pourrait être considéré comme une source sûre d'antioxydants naturels utilisables dans de différentes applications dans le domaine de l'industrie alimentaire tant que pour l'usage cosmétique (Al Farsi, 2007).

#### **IV.4. Activité antimicrobienne**

Nous avons étudié *in vitro* le pouvoir antimicrobienne présente dans l'extrait par la méthode de diffusion des disques sur un milieu gélosé solide (Mueller-Hinton pour les bactéries et PDA pour les champignons).

L'activité antimicrobienne d'extrait a été estimée en termes de diamètre de la zone d'inhibition autour des disques contenant l'extrait à tester vis-à-vis de (3) bactéries Gram+/- et (1) champignon

à savoir une moisissure. C'est une méthode qualitative qui est le déterminant de la fiabilité et la reproductibilité des résultats.

#### **IV.4.1. Résultats du test préliminaire**

Si les extraits doivent être soumis aux essais biologiques, la toxicité du solvant peut également être critique car même en traces, le solvant ne devrait pas empêcher le procédé biologique. L'attention devrait également être prêtée aux interactions possibles entre le solvant et les corps dissous pendant que le solvant peut réagir avec certains composés pour produire des complexes ou pour causer la décomposition, la déshydratation, ou l'isomérisation de ces composés (Yrjöen, 2004).

Pour cela le DMSO a été testé comme solvant « contrôle négative », les résultats montrent que le solvant est approprié et ne présente aucun effet sur la croissance normale des souches microbiennes.

#### **IV.4.2. Sensibilité aux antibiotiques**

Les souches bactériennes ont montré des sensibilités différentes aux antibiotiques standards testés (Annexe 4).

La bactérie *Escherichia coli* est sensible à Cefoxitine, Netilmicin, Aztreonam avec des diamètres de zones d'inhibition de 23, 27, 15 mm respectivement.

*Staphylococcus aureus* est une bactérie à Gram+, elle est relativement résistante à certains antibiotiques tels que Pénicilline, Lévofoxacine, Amoxicilline + acide clavulanique, Netilmicin avec des diamètres de zones d'inhibition de 27, 29, 30, 24 mm respectivement.

*Pseudomonas aeruginosa* est une bactérie à Gram-, montrée une sensibilité à l'antibiotique Aztreonam, Amoxicilline + acide clavulanique, Netilmicin avec des diamètres de zones d'inhibitions de 29, 16, 18 mm.



*Escherichia coli* ATCC 25922



*Staphylococcus aureus* ATCC 25923



*Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853

**Figure 23 :** Effet des antibiotiques sur les bactéries étudiées.

#### IV.4.3. Sensibilité aux extraits

D'après ces résultats on observe une zone d'inhibition égale 7 et 8 mm à les concentrations 150/300  $\mu\text{g/ml}$  contre *Escherichia coli* ATCC 25922, ce qui confirme que l'huile de noyaux de dattes de la variété Ghars sont doués de propriétés antimicrobiennes.

Les faibles diamètres des zones d'inhibition observées autour des disques imbibés d'extrait exposé au souches étudiées : *Staphylococcus aureus* ATCC25923 et *Pseudomonas aeruginosa*

ATCC 27853 laisse déduire que nos extrait ne présentent que des faibles activités contre ces microorganismes.

Les résultats obtenus de l'activité antifongique sur le champignon testé montré que l'huile des noyaux de dattes variété Ghars n'avait aucune activité vis-à-vis *Aspergillus niger* AB573988.1

On peut résumer les résultats précédents dans le tableau suivant :

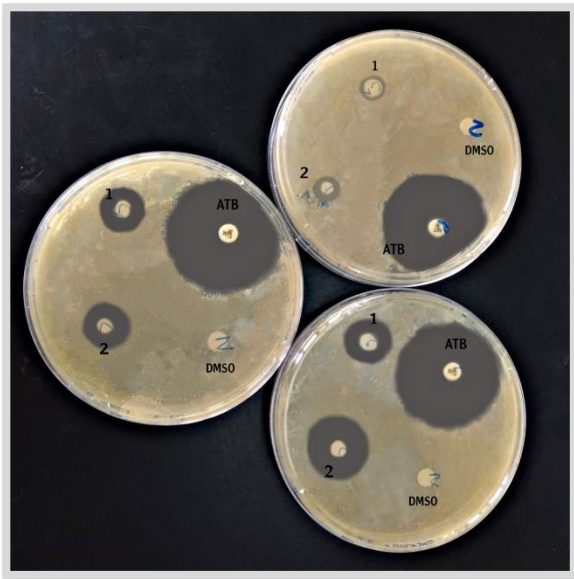
**Tableau 7** : Les Résultats des zones d'inhibition des extraits étudiés.

Les souches microbiennes	<i>E. coli</i> ATCC 25922	<i>S. aureus</i> ATCC 25923	<i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853	<i>A. Niger</i> AB573988.1
L'extrait	+	-	-	-
DMSO	-	-	-	-
ATB	+	+	+	

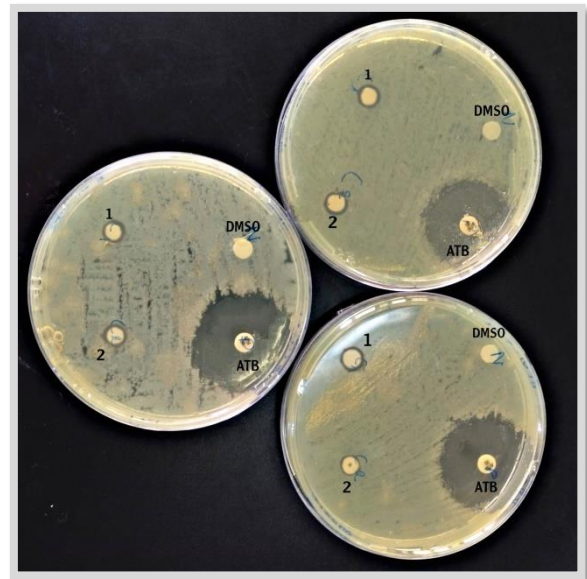
(+) : Sensible / (-) : Non sensible.

Ces résultats décrit que la souche *Escherichia coli* est sensible pour l'extrait, les espèces *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Aspergillus niger* sont non sensible pour l'extrait.

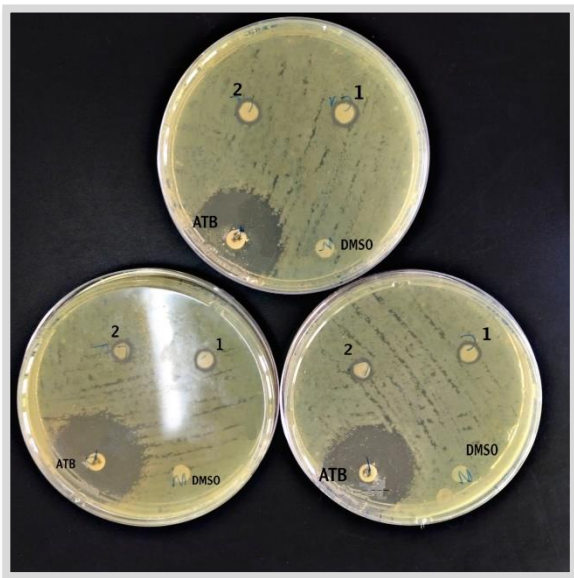
Les antibiotiques sont sensibles à toutes les souches, par contre le DMSO est non sensible à toutes les souches.



*Escherichia coli* ATCC 25922



*Staphylococcus aureus* ATCC 25923



*Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853



*Aspergillus Niger* AB573988.1

**Figure 24** : Résultats de l'activité antimicrobienne de HND variété Ghars.

L'étude de (Metoui *et al.*, 2019) est en accord avec nos résultats, qui a signalé l'activité antimicrobienne a été enregistrée contre la bactérie pathogène *Escherichia coli*, ce qui montre que les extraits méthanolique de noyaux des dattes ont montré une activité antibactérienne.

L'étude de l'effet antibactérienne réalisé par (Lecheb et Benamara, 2015) affichent que l'extrait de noyaux de dattes aqueux des noyaux de dattes n'a aucune réaction inhibitrice de la croissance de la bactérie utilisée *Staphylococcus aureus* mais présentent un milieu favorable aux bactéries.

Selon (Metoui *et al.*, 2019) ont rapportés que les polyphénols jouent un rôle important dans l'activité antibactérienne par la précipitation des protéines et l'inhibition des enzymes des micro-organismes. L'activité antibactérienne des extraits des noyaux de dattes peut être due aux composés phénoliques.

L'efficacité optimale d'un extrait ne peut pas être due à un constituant actif majoritaire, mais plutôt à l'action combinée "synergie" de différents composés (Essawi et Srour, 2000).

Aucune zone d'inhibition n'a été détectée pour les différentes concentrations, donc ce test a confirmé la résistance de la souche fongiques *Aspergillus niger*. Parce que certaines espèces d'*Aspergillus* comme *A. carbonarius* sont capables de produire l'ochratoxine A et la fumonisine B<sub>2</sub> au cours de leur croissance. En l'absence de zone d'inhibition, cela suggère que la souche d'*Aspergillus niger* testée n'a pas été affectée par les substances antifongiques testées et qu'elle peut donc potentiellement continuer à se développer et produire ses métabolites toxiques (Somma *et al.*, 2012 ; Bejaoui *et al.*, 2006 ).

Une étude a trouvé par (Ben moussa *et al.*, 2020) montre que n'existe pas une zone d'inhibition pour les champignons *Aspergillus carbonarius*, *Aspergillus parasiticus* dans l'huile de germes blé.

Les composés naturels tels que les acides phénoliques, les flavonoïdes, les tanins, les alcaloïdes et les stéroïdes présents dans l'extrait de plante sont principalement responsables de l'activité antifongique (Dayan *et al.*, 2009) l'efficacité l'extrait végétale dépend de la nature des solvants organiques.

Un champignon *Candida albicans* était le plus résistant parmi tous les extraits de de noyaux de dattes. Donc, il a été démontré que ces extraits n'ont pas d'effets antifongiques. En raison des concentrations très faibles et efficaces des extraits, les extraits de noyaux de dattes est un sujet approprié pour des recherches antimicrobiennes plus approfondies (Shakiba, 2011).

## Discussion générale

D'une manière générale, les noyaux des dattes contiennent des composants avec une importante valeur ajoutée. Ils sont également riches en principes actifs tels que les composés phénoliques, qui peuvent être utilisés pour améliorer la valeur nutritionnelle des produits dans lesquels ils sont incorporés.

Des similitudes ont été trouvées dans les résultats des analyses physico-chimiques avec ceux rapportés par la littérature scientifique, comme ils existent des différences dans autres paramètres qui sont principalement dues aux facteurs climatiques, l'origine géographique, le type du sol, la diversité variétale, les conditions de conservation post-récolte (Biglari *et al.*, 2008).

La méthode de Soxhlet permet de donner des rendements considérables des deux variétés par ordres Ghars et Deglet Nour avec un pourcentage de rendement égal à 10,01 % et 7,01 % successivement. Le rendement d'extraction varie en fonction de plusieurs paramètres qui sont : le type d'extraction « solide ou liquide », le solvant d'extraction, les variétés, la taille des particules, le coefficient de diffusion du solvant, l'origine géographique puis les conditions et la durée de stockage après récolte (Quinsac *et al.*, 2013).

Les polyphénols sont des métabolites secondaires largement répandus chez le règne végétal et ils ont une activité antioxydante en raison de leur capacité à donner de l'hydrogène et à former des radicaux intermédiaires stables. L'extraction de ces composés à partir d'un échantillon est directement liée à la compatibilité des composants avec le système de solvant ainsi que sa polarité. Il n'existe pas un solvant qui permet d'extraire tous les composés phénoliques d'un échantillon en raison de la polarité variable de ces composés (Thoo *et al.*, 2010). (Ahtiok *et al.*, 2010) a souligné que quel que soit la méthode d'extraction appliquée, elle doit tenir compte de la qualité d'extrait, autrement dit de la bio-activité de ces principes actifs.

Les résultats montrent que les teneurs les plus élevées en polyphénols totaux à Ghars 0,94 d'EAG mg/g d'extrait suivi par Deglet Nour 0,67 d'EAG mg/g d'extrait. Nos valeurs sont inférieures à celles trouvées par (Harkat *et al.*, 2022) dans une étude sur les variétés Deglet Nour et Ghars ; ils ont obtenu des valeurs qui sont de 1,54 et 1,73 d'GAE mg/g respectivement, mais elles sont proches à celles trouvées par (Al-turki *et al.*, 2010) dans leur travail sur 15 variétés, dont les valeurs varient de 0,145 à 0,667 mg EAG/g de matière sèche.

Toutefois, les résultats du dosage des composés phénoliques n'indiquent pas les valeurs exactes des teneurs en polyphénols, puisque malgré sa grande sensibilité, la méthode Folin-Ciocalteu peut présenter des problèmes d'interférence, en effet le réactif Folin-Ciocalteu peut

réagir avec les acides aminés « tyrosine et tryptophane », les sucres réducteurs tel que le glucose et le fructose, l'acide ascorbique, l'acide tartrique (Boizot et Charpentier, 2006).

En effet, la variabilité dans les teneurs est largement dépendante de plusieurs facteurs: la variété et l'origine géographique, qu'il soit indigène ou introduit, les conditions de croissance, la maturité et la transformation, les facteurs climatiques, les pratiques agricoles, les maladies et les parasites, les conditions de stockage, la manipulation et la quantité de lumière solaire reçue (Baron *et al.*, 2006 ; Biglari *et al.*, 2008) ou bien peut être expliquée par le temps, la température d'extraction, la nature de solvant utilisé.

Selon (Obeid *et al.*, 2007), la quantification et l'identification des polyphénols des extraits végétaux sont considérées comme la première étape vers l'évaluation de l'activité antioxydante.

Le DPPH est un radical stable à température ambiante, accepte un électron ou un hydrogène et devient stable. Ce test est largement utilisé pour évaluer la capacité antioxydante, ceci est en relation avec sa faible consommation du temps par rapport à d'autres méthodes. Il permet d'apprécier les variations qualitatives des composés phénoliques. L'évaluation de l'activité antiradicalaire doit être interpréter avec précaution du fait que l'absorbance du DPPH à 517 nm diminue sous l'action de la lumière, de l'oxygène, en fonction du pH et le type du solvant additionné à l'antioxydant (Rajeshwar *et al.*, 2005).

Concernant l'effet antioxydant *in vitro* obtenu à partir le test de DPPH, Le pourcentage de piégeage du DPPH est de 61,78 % pour l'extrait de variété Ghars, alors que celle du témoin positif BHT est de 73,37 %, révèlent que l'extrait de noyau de Ghars confirme un  $IC_{50}$  qui est de 32,05  $\mu\text{g/ml}$  et on remarque que le BHT possède un  $IC_{50}$  plus faible égale à 26,61  $\mu\text{g/ml}$ . En comparant les extraits et le témoin BHT reste le plus efficace avec un faible  $IC_{50}$ . Une relation proportionnelle entre le contenu en polyphénol de variété Ghars et l'effet antioxydant *in vitro* de la même variété, ce résultat est similaire avec les travaux de (Farasat *et al.*, 2014). la différence intervariétale concernant tous les résultats de dosage était significative au seuil ( $p < 0,05$ ).

De plus, les travaux de (Messadi *et al.*, 2023) sur l'activité antioxydante des noyaux de dattes des Variétés tunisiennes et algériennes où les  $IC_{50}$  sont comprises entre 0,04 - 0,2  $\text{mg/ml}$ . Ces valeurs sont approximatives nos résultats, aussi d'après l'étude réalisée par (Harkat *et al.*, 2022) sur les mêmes variétés, montre que l' $IC_{50}$  d'extrait Ghars est  $47,10 \pm 1,31 \mu\text{g/ml}$  et pour l'extrait de Deglet Nour est  $14,07 \pm 0,14 \mu\text{g/ml}$ .

La variation de l'activité de piégeage des radicaux libres DPPH entre notre extrait pourrait être due à la structure et au type de composés phénoliques et à leur concentration dans les échantillons testés (Khan *et al.*, 2012).

Les résultats de l'activité antimicrobienne obtenus dans la présente étude pourraient être dus à la méthode d'extraction et le solvant utilisé. De plus, l'activité antimicrobienne d'un extrait est probablement due à la présence de synergie entre le nombre de composants qui lorsqu'ils sont séparés deviendraient inactifs individuellement (Rio et Recio, 2005).

L'extrait testé dans notre étude a réagi positivement contre la souche bactérienne *E. coli* ce qui confirme que l'huile des noyaux de dattes de la variété Ghars sont doués de propriétés antibactériennes.

L'activité antimicrobienne a été enregistrée contre la bactérie pathogène *Escherichia coli*, ce qui montre que les extraits méthanoliques des noyaux des dattes ont montré une activité antibactérienne (Metoui *et al.*, 2019).

Selon (Bensekrane *et al.*, 2014) l'extrait aqueux de poudre de noyau de datte a un fort effet diurétique et est donc recommandé pour le traitement des calculs urinaires.

Selon (Metoui *et al.*, 2019) ont rapportés que les polyphénols jouent un rôle important dans l'activité antibactérienne par la précipitation des protéines et l'inhibition des enzymes des micro-organismes. L'activité antibactérienne d'extraits des noyaux de dattes peut être due aux composés phénoliques.

Aucune zone d'inhibition n'a été détectée pour les différentes concentrations, donc ce test a confirmé la résistance de la souche fongiques *Aspergillus niger*. Parc' que certaines espèces d'*Aspergillus* comme *A. carbonarius* sont capables de produire l'ochratoxine A et la fumonisine B<sub>2</sub> au cours de leur croissance (Somma *et al.*, 2012 ; Bejaoui *et al.*, 2006).

Les composés naturels tels que les acides phénoliques, les flavonoïdes, les tanins, les alcaloïdes et les stéroïdes présents dans l'extrait de plante sont principalement responsables de l'activité antifongique (Dayan *et al.*, 2009) l'efficacité de l'extrait végétale dépend de la nature des solvants organiques. En raison des concentrations très faibles et efficaces des extraits, les extraits de noyaux de dattes est un sujet approprié pour des recherches antimicrobiennes plus approfondies (Shakiba, 2011).

**CONCLUSION**

**ET**

**PERSPECTIVES**

## **Conclusion et perspectives**

L'huile extraite des noyaux de dattes offre une source potentielle de composés phénoliques naturels. Cette huile présente également une activité antioxydante et antiradicalaire remarquable, ce qui signifie qu'elle est capable de neutraliser les radicaux libres et de prévenir les dommages oxydatifs. De plus, l'huile des noyaux de dattes a démontré une activité antibactérienne, ce qui lui confère des propriétés inhibitrices contre certaines bactéries. Ces caractéristiques font de l'huile de noyaux de dattes un ingrédient potentiellement intéressant pour diverses applications industrielles et pharmaceutiques.

D'après les résultats obtenus dans notre étude, certaines perspectives se présentent :

- ❖ Faire des études sur d'autres activités biologiques comme : les activités anti-inflammatoires, antidiabétique, antitumorale, antivirale... etc.
- ❖ Valorisation des déchets de noyaux de dattes pour produire le charbon actif pour la réduction des flatulences
- ❖ Intégration l'huile des noyaux de dattes dans les produits cosmétique.

**REFERENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUES**

## Références bibliographiques

### A

- Abdelkrim, R., Ziane, L., Rima, B. H., Khaled, C., Sarra, C., & Ali, B. (2023).** Molecular identification of genetic diversity in date palms (*Phoenix dactylifera* L.) from Algerian oases using Simple Sequence Repeats (SSR) markers. *South African Journal of Botany*, 157, 438-446.
- Aberlenc-Bertossi, F. (Ed.). (2017).** Biotechnologies du palmier dattier. IRD Éditions.
- Al-Alawi, R. A., Al-Mashiqri, J. H., Al-Nadabi, J. S., Al-Shihi, B. I., & Baqi, Y. (2017).** Date palm tree (*Phoenix dactylifera* L.): natural products and therapeutic options. *Frontiers in plant science*, 8, 845.
- Al-Khalili, M., Al-Habsi, N., Al-Kindi, M., & Rahman, M. S. (2022).** Characteristics of crystalline and amorphous fractions of date-pits as treated by alcohol-water pressure cooking. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 28, 100331.
- Al-Qarawi, A. A., Mousa, H. M., Ali, B. H., Abdel-Rahman, H., & El-Mougy, S. A. (2004).** Protective effect of extracts from dates (*Phoenix dactylifera* L.) on carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity in rats. *Int J Appl Res Vet Med*, 2(3), 176-180.
- Altıok, E. (2010).** Recovery of phytochemicals (having antimicrobial and antioxidant characteristics) from local plants (Doctoral dissertation, Izmir Institute of Technology (Turkey)).
- Al-Turki, S., Shahba, M. A., & Stushnoff, C. (2010).** Total phenolics and antioxidant properties of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) pits as affected by cultivar and location. In IV International Date Palm Conference 882 (pp. 1163-1180).
- Amani, M. A., Davoudi, M. S., Tahvildari, K., Nabavi, S. M., & Davoudi, M. S. (2013).** Biodiesel production from *Phoenix dactylifera* as a new feedstock. *Industrial Crops and Products*, 43, 40-43.
- Anwar, S., Saleem, A., Razzaq, A., Nasir, M. A., Hussain, A., Tariq, M. R., ... & Masood, S. (2023).** Nutritional probing and storage stability of papaya jam supplemented with date pit powder. *Heliyon*.
- Azodi, R. A., Hojjatoleslami, M., & Shariati, M. A. (2014).** Comparison of chemical properties of kabkab and shahani palm kernel. *AJSR*, 1(1), 17-19.

**B**

- Basuny, A. M. M., & Al-Marzooq, M. A. (2011).** Production of mayonnaise from date pit oil. In *Food Nutr. Sci* (Vol. 2, No. 9, pp. 938-943).
- Bauza, E., Dal Farra, C., Berghi, A., Oberto, G., Peyronel, D., & Domloge, N. (2002).** Date palm kernel extract exhibits antiaging properties and significantly reduces skin wrinkles. *International journal of tissue reactions*, 24(4), 131-136.
- Belmir, S., Boucherit, K., Boucherit-Otmani, Z., & Belhachemi, M. H. (2016).** Effect of aqueous extract of date palm fruit (*Phoenix dactylifera* L.) on therapeutic index of amphotericin B. *Phytothérapie*, 14(2), 97-101.
- Benmeziane-Derradji, F. (2019).** Nutritional value, phytochemical composition, and biological activities of Middle Eastern and North African date fruit: an overview. *Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration*, 4(1), 39.
- Benmohamed, M., Hamza, H., Boudiche, S., Tombari, T., Bornaz, S., & Eттаib, R. (2020).** Etude de la stabilité d'huile de noyaux de dattes au cours du stockage. In *Revue Des Régions Arides n 46 (1/2020)–Numéro Spécial–Actes Du 6ème Meeting International “Agriculture Oasienne et Développement Durable” Zarzis (Tunisie) (Vol. 46, pp. 749-753).*
- BEN MOUSSA, R., & SIFI, H. (2020).** Contribution à la caractérisation biologique d'huile de germes de blé (*Triticum durum* Desf) issus de région d'El-Oued.
- Bensekrane, B., Gallart-Mateu, D., de La Guardia, M., & Harrache, D. (2015).** Effets des extraits de noyaux de dattes *Phoenix dactylifera* L. sur la cristallisation de la brushite dans l'urine totale. *Phytothérapie*, 13, 2-13.
- Ben-Youssef, S., Fakhfakh, J., Breil, C., Abert-Vian, M., Chemat, F., & Allouche, N. (2017).** Green extraction procedures of lipids from Tunisian date palm seeds. *Industrial Crops and Products*, 108, 520-525.
- Besbes, S., Blecker, C., Deroanne, C., Bahloul, N., Lognay, G., DRIRA, N. E., & Attia, H. (2004b).** Date seed oil: phenolic, tocopherol and sterol profiles. *Journal of food lipids*, 11(4), 251-265.
- Besbes, S., Blecker, C., Deroanne, C., Drira, N. E., & Attia, H. (2004a).** Date seeds: chemical composition and characteristic profiles of the lipid fraction. *Food chemistry*, 84(4), 577-584.
- Besbes, S., Blecker, C., Deroanne, C., Lognay, G., Drira, N. E., & Attia, H. (2004c).** Quality characteristics and oxidative stability of date seed oil during storage. *Food science and technology international*, 10(5), 333-338

**Bouguedoura, N., Bennaceur, M., Babahani, S., & Benziouche, S. E. (2015).** Date palm status and perspective in Algeria. *Date Palm Genetic Resources and Utilization: Volume 1: Africa and the Americas*, 125-168.

**Boukouada, M., Ghiaba, Z., Gourine, N., Bombarda, I., Saidi, M., & Yousfi, M. (2014).** Chemical composition and antioxidant activity of seed oil of two Algerian date palm cultivars (*Phoenix dactylifera*). *Natural product communications*, 9(12), 1934578X1400901230.

**Boulal, A. (2017).** Contribution à l'étude de la microflore des dattes conservées par des méthodes traditionnelles (btana), et valorisation des dattes de faible valeur marchande. Oran: Université d'Oran, 1.

**Boulal, A., Atabani, A. E., Mohammed, M. N., Khelafi, M., Uguz, G., Shobana, S., ... & Kumar, G. (2019).** Integrated valorization of *Moringa oleifera* and waste *Phoenix dactylifera* L. dates as potential feedstocks for biofuels production from Algerian Sahara: An experimental perspective. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 20, 101234.

**BOUSSENA, Z., & KHALI, M. (2016).** Extraction et composition chimique d'huile de noyaux de dattes algériennes [Extraction and chemical composition of algerian date seeds oil]. *Nutrition & Santé*.

## C

**Chaira, N., Ferchichi, A., Mrabet, A., & Sghairoun, M. (2007).** Chemical composition of the flesh and the pit of date palm fruit and radical scavenging activity of their extracts. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10(13), 2202-2207.

**Chibi, S., & El-Hadi, D. (2018).** La bio-production de l'éthanol à partir de déchets de dattes: effet de l'incorporation des cendres du noyau de deglet-nour sur le rendement. *Agrobiologia*, 8(1), 685-694.

**Cong, Y., Zhang, W., Liu, C., & Huang, F. (2020).** Composition and oil-water interfacial tension studies in different vegetable oils. *Food Biophysics*, 15, 229-239.

## F

**Farasat, M., Khavari-Nejad, R. A., Nabavi, S. M. B., & Namjooyan, F. (2014).** Antioxidant activity, total phenolics and flavonoid contents of some edible green seaweeds from northern coasts of the Persian Gulf. *Iranian journal of pharmaceutical research: IJPR*, 13(1), 163.

**Farooq, M., Ramli, A., Naem, A., Mahmood, T., Ahmad, S., Humayun, M., & Islam, M. G. U. (2018).** Biodiesel production from date seed oil (*Phoenix dactylifera* L.) via egg shell derived heterogeneous catalyst. *Chemical Engineering Research and Design*, 132, 644-651.

## G

**Golshan Tafti, A., Solaimani Dahdivan, N., & Yasini Ardakani, S. A. (2017).** Physicochemical properties and applications of date seed and its oil. *International Food Research Journal*, 24(4).

**Gourchala, F., Mihoub, F., Lakhdar-Toumi, S., & Taïbi, K. (2022).** From waste to a sustainable ingredient: Date (*Phoenix dactylifera* L.) pits incorporation enhances the physicochemical and sensory properties of Algerian date syrups. *Food Bioscience*, 48, 101734.

## H

**Habib, H. M., Platat, C., Meudec, E., Cheynier, V., & Ibrahim, W. H. (2014).** Polyphenolic compounds in date fruit seed (*Phoenix dactylifera*): characterisation and quantification by using UPLC-DAD-ESI-MS. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(6), 1084-1089.

**Harkat, H., Bousba, R., Benincasa, C., Atrouz, K., Gültekin-Özgülven, M., Altuntaş, Ü., ...& Özçelik, B. (2022).** Assessment of biochemical composition and antioxidant properties of Algerian date palm (*Phoenix dactylifera* L.) seed oil. *Plants*, 11(3), 381.

**Harrak, H., Hamouda, A., & Nadi, M. (2018).** Évaluation et amélioration de la qualité des pâtes traditionnelles de dattes, produits du terroir des oasis. *Cahiers Agricultures*, 27(1), 15001.

**Hussain, M. I., Semreen, M. H., Shanableh, A., Khattak, M. N. K., Saadoun, I., Ahmady, I. M., ...& Soliman, S. S. (2019).** Phenolic composition and antimicrobial activity of different Emirati date (*Phoenix dactylifera* L.) pits: a comparative study. *Plants*, 8(11), 497.

## J

**Jassim, S. A., & Naji, M. A. (2010).** In vitro evaluation of the antiviral activity of an extract of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) pits on a *Pseudomonas* phage. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 7(1), 57-62.

## K

**Khali, M., Boussena, Z., & Boutekrabt, L. (2015).** Effet de l'incorporation de noyaux de dattes sur les caractéristiques technologiques et fonctionnelles de la farine de blé tendre. *Nature & Technology*, (12), 15.

## L

**Laouini, S. E. (2014).** Etude phytochimique et activité biologique d'extrait de des feuilles de *Phoenix dactylifera* L dans la région du Sud d'Algérie (la région d'Oued Souf) (Doctoral dissertation, Université Mohamed Khider Biskra).

**Lecheb, F., & Benamara, S. (2015).** Feasibility study of a cosmetic cream added with aqueous extract and oil from date (*Phoenix dactylifera* L.) fruit seed using experimental design. *J. Cosmet. Sci*, 66, 1-12.

**Leila, D. O., Nacer-Eddine, Djelali., Gérard, Chambat., & Marguerite, Rinaudo. (2018).** EXTRACTION DE POLYSACCHARIDES PARIETAUX DES NOYAUX DE DATTES VARIETE GHARS.

## M

**Messadi, N., Mechmeche, M., Setti, K., Tizemmour, Z., Hamdi, M., & Kachouri, F. (2023).** Nutritional Value, Phytochemical Composition, and Antioxidant Activities of *Phoenix dactylifera* L.: Comparison Between Fleshes and Seeds of Tunisian and Algerian Varieties. *Chemistry Africa*, 1-12.

**Metoui, M., Essid, A., Bouzoumita, A., & Ferchichi, A. (2019).** Chemical Composition, Antioxidant and Antibacterial Activity of Tunisian Date Palm Seed. *Polish Journal of Environmental Studies*, 28(1).

## N

**Nabili, A., Fattoum, A., Passas, Raphaël., & Elaloui, Elimame. (2016).** Extraction and characterization of cellulose from date palm seeds (*Phoenix dactylifera* L.). *Cellul. Chem. Technol*, 50, 1015-1023.

**Naushad M. & Lichtfouse E. (2019).** Sustainable agriculture reviews 34 : date palm for food medicine and the environment. Springer International Publishing : Imprint: Springer. Retrieved May 6 2023

**Nehdi, I. A., Sbihi, H. M., Tan, C. P., Rashid, U., & Al-Resayes, S. I. (2018).** Chemical composition of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) seed oil from six Saudi Arabian cultivars. *Journal of food science*, 83(3), 624-630.

**Nehdi, I., Omri, S., Khalil, M. I., & Al-Resayes, S. I. (2010).** Characteristics and chemical composition of date palm (*Phoenix canariensis*) seeds and seed oil. *Industrial crops and products*, 32(3), 360-365.

## O

**Olowokere, J. A., Onen, A. I., Odineze, M. C., B'aga, I. D., & Kefas, E. G. (2019).** Extraction and characterization of oil from date palm (*Phoenix dactylifera*) seed. *Asian Journal of Applied Chemistry Research*, 3(4), 1-9.

**Ouahioune, L. A., Bara, F., Bariz, K., Houali, K., & Djenane, D. (2020).** Assessment of antioxidant and antibacterial activity of Phoenix dactylifera L. seed extracts: Perspective for the development of new foods. *The North African Journal of Food and Nutrition Research*, 4(8), 298-308.

**Oudjedi, K., Manso, S., Nerin, C., Hassissen, N., & Zaidi, F. (2019).** New active antioxidant multilayer food packaging films containing Algerian Sage and Bay leaves extracts and their application for oxidative stability of fried potatoes. *Food Control*, 98, 216-226.

#### **P**

**Parmentier, M., Guillemin, S., Barbar, R., Linder, M., & Fanni, J. (2004).** De nouveaux procédés d'extraction des huiles pour des produits finis de haute qualité. *Oléagineux, Corps gras, Lipides*, 11(6), 377-380.

#### **Q**

**Quinsac, A., de Caix, C. P. B., Bernard, C., Brosson, B., Carre, P., Chardon, G., ...& Simonneau, D. (2013).** Comparaison des méthodes de détermination de la matière grasse dans les tourteaux d'oléagineux—Étude collaborative inter-laboratoires. *OCL*, 20(5), A503.

#### **R**

**Rahal, K. Benslimani, A. Talimaamar, H. Misoum, M. Kechich bounar, S. Ammari,H. (2011).** Standardization de l'antibiogramme à l'échelle nationale en médecine humaine. 6ème édition. Alger; 195 p.

**Rios, J. L., & Recio, M. C. (2005).** Medicinal plants and antimicrobial activity. *Journal of ethnopharmacology*, 100(1-2), 80-84.

#### **S**

**Shakiba, M., Kariminik, A., & Parsia, P. (2011).** Antimicrobial activity of different parts of Phoenix dactylifera. *International Journal of Molecular and Clinical Microbiology*, 1(2), 107-111.

**Somma, S., Perrone, Giancarlo., & Logrieco, A. F. (2012).** Diversity of black Aspergini and mycotoxin risks in grape, wine and dried vine fruits. *Phytopathologia Mediterranea*, 131-147.

**Suresh, S., Guizani, N., Al-Ruzeiki, M., Al-Hadhrami, A., Al-Dohani, H., Al-Kindi, I., & Rahman, M. S. (2013).** Thermal characteristics, chemical composition and polyphenol contents of date-pits powder. *Journal of Food Engineering*, 119(3), 668-679.

**T**

**Thoo, Y. Y., Ho, S. K., Liang, J. Y., Ho, C. W., & Tan, C. P. (2010).** Effects of binary solvent extraction system, extraction time and extraction temperature on phenolic antioxidants and antioxidant capacity from mengkudu (*Morinda citrifolia*). *Food Chemistry*, 120(1), 290-295.

**Thouri, A., Chahdoura, H., El Arem, A., Omri Hichri, A., Ben Hassin, R., & Achour, L. (2017).** Effect of solvents extraction on phytochemical components and biological activities of Tunisian date seeds (var. Korkobbi and Arechti). *BMC complementary and alternative medicine*, 17(1), 1-10.

**Z**

**Ziati, M., Hazourli, S., Nouacer, S., Khelaifia, F. Z., & Nait, N. (2013).** RÉSIDU NATUREL LIGNO-CELLULOSIQUE VALORISÉ EN CHARBON ACTIF-EXEMPLE DES NOYAUX DE DATTES. *Lebanese science journal*, 14(1), 73.

# **ANNEXES**

## Annexes

**Annexe 1:** Les résultats détaillés des caractères morphologiques des noyaux des dates

<b>Echantillon</b>	<b>Poids du noyau de datte (g) <i>Ghars</i></b>	<b>Longueur du noyau de datte (cm) <i>Ghars</i></b>	<b>Largeur du noyau de datte (cm) <i>Ghars</i></b>	<b>Poids de du noyau de datte (g) <i>Deglet nour</i></b>	<b>Longueur du noyau de datte (cm) <i>Deglet nour</i></b>	<b>Largeur du noyau de datte (cm) <i>Deglet nour</i></b>
<b>1</b>	1,2045	2,3	0,9	0,6318	2,4	0,7
<b>2</b>	0,8101	2,1	0,8	0,8841	1,9	0,6
<b>3</b>	0,9155	2,7	0,7	0,7385	2,5	0,6
<b>4</b>	0,7381	1,6	0,9	0,5111	2,2	0,9
<b>5</b>	1,0170	2,3	0,6	0,6690	2	0,6
<b>6</b>	1,5934	2,2	1	0,6351	2,9	0,8
<b>7</b>	1,1622	2	0,7	0,7011	2,3	0,7
<b>8</b>	0,8618	2,4	0,7	0,9601	2,3	0,7
<b>9</b>	0,9094	1,9	0,6	0,7188	2,8	0,9
<b>10</b>	0,7974	2,5	0,8	0,8400	2,5	0,8
<b>Moyenne</b>	1,00094	2,2	0,77	0,72896	2,38	0,73
<b>Ecrat type</b>	0,2583453	0,3162277	0,1337493	0,1333759	0,3155242	0,1159501

PND : LND LRD

## Annexe 2 :

### + NaOH 0,1N

- 1 g de NaOH. + 250 ml d'eau distillée.
- Mélanger le contenu et laisse refroidir à température ambiante.

### + Phénolphtaléine

- 0,1 g de phénolphtaléine.
- 10 ml d'alcool + 10 ml d'eau distillée.

### + Empois d'amidon à 5 %

- 1 g d'amidon + 10 ml d'eau froide
- Verser dans 90 ml d'eau bouillante. Laisser bouillir 2 ou 3 mn.

### + Solution de DPPH

- 4 mg de radical DPPH
- 100 ml méthanol

## Annexe 3:

### + Gélose nutritive

- Dissoudre 28 g de la gélose nutritive dans 1 litre d'eau distillée.
- Chauffer à ébullition sous agitation pour dissoudre complète.
- Répartir en Flacons.
- Stérilise à l'autoclave à 121° C pendant 20 mn.

### + Muller-Hinton

- Dissoudre 38 g de la gélose Muller-Hinton dans 1 litre d'eau distillée.
- Faire bouillir avec agitation jusqu'à dissolution complète
- Autoclaver pendant 15 minutes à 121°C.

### + PDA

200 g de pommes de terre lavées tranchées dans 500 ml d'eau distillé.

- Chauffer pendant 30 m à 1h et filtrer le bouillon obtenu.
- Diluer ensuite par l'ajoute de l'eau distillée pour un volume final 1 litre.
- Ajouter 20 g de dextrose et 15 g d'agar-agar en poudre.
- Stériliser par l'autoclave à 121° C pendant 20mn.

### + l'eau physiologique stérile

- 9 g de Na Cl.
- 1 litre d'eau distillée.
- Stérilise à l'autoclave à 121°C pendant 20 mn.

**Annexe 4:** Les valeurs limites des diamètres des zones d'inhibition pour les souches de références utilisées pour le contrôle (Rahal *et al.*, 2011).

Antibiotique testés	Charge du disque ( $\mu\text{g}$ )	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>P. aeruginosa</i>
Cefoxitine	30	23-32	23-29	-
Oxacilline	1	-	18-24	-
Pénicilline	10	-	26-37	-
Gentamicine	10	19-26	19-27	16-21
Aztreonam	30	11-19	-	26-31
Colistine	10	11-17	-	11-17
Ampicilline	10	16_22	-	-
Amoxicilline + Acide clavulanique	10/20	18-24	28-36	16 - 20
Imipenème	10	31	-	22
Céftiofur	30	26-31		14_18
Acide nalidixique	30	24-29		
Chloramphénicol	30	21-27	-	-
Enrofloxacin	5	32-40	27_31	15-19
Kanamycine	30	-	19-26	-
Netilmicin	30	24-29	26-34	18-26
Tétracycline	30	18-25	24-30	-
Sulfisoxazole	300	15-23	24-34	-
Marbofloxacin	5	29-37	-	-

(-) Non déterminé

**Annexe 5:**



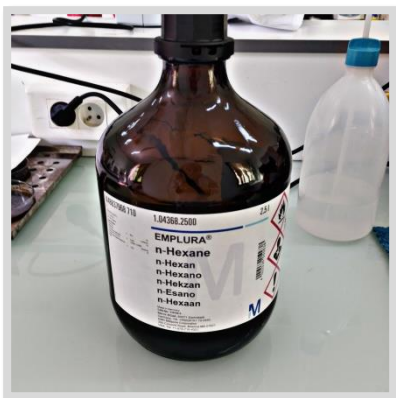
**Four à meufle**



**Creuset**



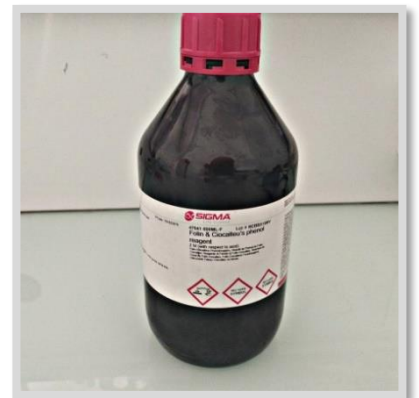
**DPPH**



**Hexane**



**Spectrophotomètre**



**Folin Ciocalteu**



**Antibiotiques**



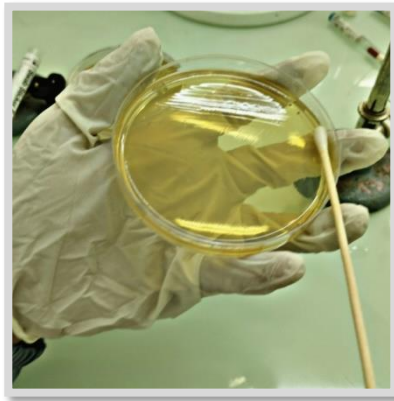
**Acide gallique**



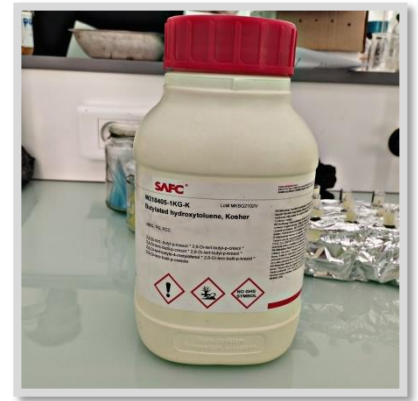
**Etuve**



**Vortex**



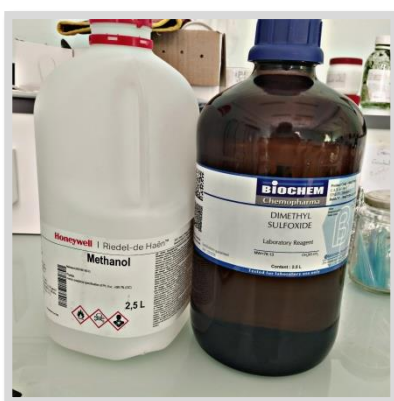
**Ensemencement**



**BHT**



**Soxhlet**



**Méthanol / DMSO**



**Noyaux de dattes étudiés**



**pH mètre**



**Rotavapeur**