

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة 8 ماي 1945 قالمة

Université 8 Mai 1945 Guelma



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la Terre et de l'Univers

Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Biologie Moléculaire et Cellulaire

Département : Biologie

Thème :

**Etude des activités biologiques de l'huile extraite des noyaux de
*Phoenix dactylifera***

Présenté par :

- TABANE Rihab
- OUIL Khouloud

Devant le jury composé de :

Présidente : DJEMAA Fatma

M.C.B. Université de Guelma

Examinatrice : YAKHLEF Marwa

M.C.B. Université de Guelma

Encadrante : DOGHMANE Amina

M.C.B. Université de Guelma

Juin 2025

Remerciements

Avant tout nous remercions **ALLAH**, le tout puissant de nous avoir donné le courage et la volonté de terminer ce travail.

Nos sincères remerciements vont à **Dr. DJEMAA Fatma** d'avoir accepté de diriger de présider le jury de la soutenance.

Nous remercions également **Dr. YAKHLEF Marwa** d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Nous tenons à exprimer notre sincère gratitude à **Dr. DOGHMANE Amina**, notre encadrante pour son accompagnement constant, sa disponibilité et la qualité de ses conseils tout au long de ce travail. Son soutien et son écoute ont été essentiels dans l'avancement et l'aboutissement de ce mémoire. Nous lui sommes profondément reconnaissantes pour sa confiance.

Nos remerciements vont aussi à Madame **NASSIMA** la technicienne du laboratoire N °01 à l'université 08 Mai 1945 Guelma de nous avoir accueilli au sein du laboratoire.

Nous tenons également à remercier toutes les personnes qui nous ont aidés à réaliser ce travail.



Dédicace

*Je dédie ce travail à ma famille, source inépuisable d'amour,
de sagesse et de soutien.*

À mes parents,

*Merci pour vos sacrifices, votre patience et vos prières qui
m'ont accompagnée à chaque étape. Votre présence, même
discrète, m'a toujours donné la force d'avancer.*

À mes frères et Ma sœur,

*Pour votre tendresse, vos encouragements et votre confiance
en moi. Vous avez contribué, chacun à votre manière, à faire
de ce parcours une belle aventure.*

À mon cher mari,

*Merci pour ton amour, ta compréhension et ton soutien sans
faille. Ton calme dans mes moments d'angoisse et ta foi en
moi ont été essentiels dans l'accomplissement de ce mémoire.
Ta présence a été une véritable force.*

À mon binôme Khouloud, *Travailler avec toi a rendu cette
expérience plus agréable.*

À vous tous, *je dédie ce travail avec toute ma reconnaissance
et mon affection.*

Rihab



Dédicace

Je dédie ce travail à

source de force et d'inspiration, Ce travail est l'aboutissement de tes sacrifices et de ton amour, Qu'Allah t'accorde le repos éternel, À mon père

lumière de mon chemin et soutien dans l'adversité. Grâce à tes prières et ton encouragement, j'ai atteint cet accomplissement, Merci du fond du cœur, ma chère mère

*Je dédie ma réussite à mes sœurs **Chaima, Nour et Siham**, mon roc constant, mon soutien fidèle à chaque étape de ma vie.*

*à mon frère, mon modèle, mon protecteur, celui qui a toujours cru en moi et m'a soutenu sans relâche. Que Dieu te garde et t'accorde bonheur et réussite, **Razak**.*

*Sans oublié les petits: **Ghayth asil, oussaid, Assil***

*À celui qui fut mon soutien, ma force douce dans chaque pas... Merci du fond du cœur, **Raouf***

*A mes chères amis : **Amina, Hawa, Hadil, wissem, Tayma, Hiba, chaima**, Je vous souhaite beaucoup de bonheur et plein de succès dans votre vie, que dieu vous garde et vous protège Surtout : **Houyem yousfi, Ahlem Nouaouria** Merci pour vos encouragements, votre soutien dans les moments les plus difficiles, votre aide et votre disponibilité.*

*A mon binôme **Riheb** pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long ce travail*

A toute la promotion de BMC

À Toutes personnes que j'ai connus et j'ai aimé.

Khouloud

Résumé

Les noyaux de dattes constituent une source naturelle encore peu exploitée, malgré leur richesse en composés bioactifs. Leur valorisation permet de transformer un sous-produit agricole en source potentielle d'applications biologiques et industrielles. La présente étude a pour objectif l'analyse chimique et l'évaluation de l'activité anti-oxydante, antibactérienne et anti inflammatoire de l'huile extraite des noyaux de *Phoenix dactylifera* (*Cultivar Ghars*). L'extraction de l'huile à partir de la poudre de noyaux de dattes a été effectuée à l'aide du Soxhlet avec de solvant d'hexane. Une analyse quantitative des extraits a été menée afin de déterminer la teneur en polyphénols et en triglycérides (TG). Parallèlement, les bioactivités – antioxydante, antibactérienne et anti-inflammatoire – ont été évaluées. L'extraction a permis d'obtenir un rendement de 9,8 %. L'analyse des triglycérides a révélé une concentration significative dans l'huile, estimée à 261 mg/dL (soit 2,61 g/L), tandis que la teneur en polyphénols a été évaluée à 10,78 µg équivalent d'acide gallique/mg d'extrait. Le test DPPH a mis en évidence une activité antioxydante notable, avec une IC₅₀ de 59,94 mg/mL. Concernant l'activité antibactérienne de l'huile réalisée contre trois souches bactériennes ont montré un effet inhibiteur contre *Staphylococcus aureus*, avec des zones d'inhibition comprises entre 7,2 mm et 7,5 mm. En revanche, *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa* se sont révélées plus résistantes à l'extrait huileux. Enfin, l'activité anti-inflammatoire de l'huile, évaluée par la méthode de stabilisation de l'albumine sérique, a montré un pourcentage d'inhibition significatif. L'huile extraite des noyaux de dattes possède un potentiel intéressant grâce à ses activités anti-inflammatoires, antioxydantes et antibactériennes. Ces caractéristiques confèrent à cette huile un potentiel thérapeutique important, justifiant son exploitation dans le développement de formulations pharmaceutiques et cosmétiques naturelles.

Mots clés : *Phoenix dactylifera*, Noyaux de dattes, Activité antibactérienne, Activité antioxydante, TG

Abstract

Date seeds are a natural resource that is still little exploited, despite their richness in bioactive compounds. Their valorization makes it possible to transform an agricultural by-product into a potential source of biological and industrial applications. The objective of the present study is the chemical analysis and evaluation of the antioxidant, antibacterial and anti-inflammatory activity of the oil extracted from the kernels of *Phoenix dactylifera* (*Cultivar Ghars*). The extraction of the oil from the date kernel powder was carried out using the Soxhlet with hexane solvent. A quantitative analysis of the extracts was carried out in order to determine the content of polyphenols and triglycerides (TG). At the same time, the bioactivities - antioxidant, antibacterial and anti-inflammatory – were evaluated. The extraction made it possible to obtain a yield of 9.8%. The analysis of the triglycerides revealed a significant concentration in the oil, estimated at 261 mg/dL (i.e. 2.61 g/L), while the polyphenol content was evaluated at 10.78 µg equivalent of gallic acid/mg of extract. The DPPH test demonstrated a notable antioxidant activity, with an IC₅₀ of 59.94 mg/mL. Concerning the antibacterial activity of the oil carried out against three bacterial strains showed an inhibitory effect against *Staphylococcus aureus*, with inhibition zones of between 7.2 mm and 7.5 mm. On the other hand, *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa* proved to be more resistant to the oily extract. Finally, the anti-inflammatory activity of the oil, evaluated by the serum albumin stabilization method, showed a significant inhibition percentage. The oil extracted from date seeds has an interesting potential thanks to its anti-inflammatory, antioxidant and antibacterial activities. These characteristics give this oil an important therapeutic potential, justifying its exploitation in the development of pharmaceutical and natural cosmetic formulations.

Keywords: *Phoenix dactylifera*, Date seeds, Antibacterial activity, Antioxidant activity, TG

ملخص

تُعد نوى التمر مصدرًا طبيعيًا غنيًا بالمركبات النشطة بيولوجيًا، إلا أنها لا تزال غير مستغلة بالشكل الكافي. ويُتيح تثمين هذا المنتج الثانوي الزراعي تحويله إلى مصدر محتمل لتطبيقات بيولوجية وصناعية. تهدف هذه الدراسة إلى التحليل الكيميائي وتقييم النشاط المضاد للأكسدة، والمضاد للبكتيريا، والمضاد للالتهاب لزيت مستخلص من نوى تمر *Phoenix dactylifera* الصنف "غرس". تم استخلاص الزيت من مسحوق نوى التمر باستخدام جهاز Soxhlet وبمذيب الهكسان. وقد تم إجراء تحليل كمي للمستخلصات بهدف تحديد محتواها من البوليفينولات والدهون الثلاثية (TG) بالتوازي، تم تقييم الأنشطة البيولوجية الثلاث: المضادة للأكسدة، والمضادة للبكتيريا، والمضادة للالتهاب. أسفرت عملية الاستخلاص عن مردود بنسبة 9.8%. وأظهر تحليل الدهون الثلاثية وجود تركيز مهم في الزيت، بلغ 261 ملغ/ديسيلتر (ما يعادل 2.61 غ/لتر)، في حين بلغت نسبة البوليفينولات 10.78 ميكروغرام مكافئ حمض الغاليك/ملغ من المستخلص. وأبرز اختبار DPPH نشاطًا مضادًا للأكسدة ملحوظًا، حيث تم تسجيل قيمة IC_{50} تعادل 59.94 ملغ/مل. أما النشاط المضاد للبكتيريا للزيت، الذي تم تقييمه ضد ثلاث سلالات بكتيرية، فقد أظهر تأثيرًا مثبطًا تجاه *Staphylococcus aureus*، مع مناطق تثبيط تراوحت بين 7.2 ملم و7.5 ملم، بينما كانت *Escherichia coli* و *Pseudomonas aeruginosa* أكثر مقاومة للمستخلص الزيتي. وأخيرًا، أظهر الزيت نشاطًا مضادًا للالتهاب، تم تقييمه عبر طريقة تثبيث ألومين المصل، حيث سجل نسبة تثبيط معتبرة. بناءً على هذه النتائج، يتمتع زيت نوى التمر بخصائص بيولوجية واعدة، لاسيما نشاطاته المضادة للالتهاب، والمضادة للأكسدة، والمضادة للبكتيريا، ما يجعله مرشحًا مهمًا للاستعمال في تطوير مستحضرات صيدلانية وتجميلية طبيعية.

الكلمات المفتاحية: *Phoenix dactylifera* ، نوى التمر، النشاط المضاد للبكتيريا، النشاط المضاد للأكسدة، الدهون الثلاثية (TG)

Liste des figures

Figure 01 : <i>Phoenix dactylifera L.</i>	4
Figure 02 : Répartition géographique du palmier dattier en Algérie.....	5
Figure 03 : Photographie d'une coupe longitudinale d'une datte au stade tamar.....	6
Figure 04 : noyau de datte du palmier dattier.....	8
Figure 05 : La poudre de noyau de datte.....	19
Figure 06 : L'appareil de soxhlet	20
Figure 07 : A. L'extraction de l'huile par soxhlet, B. L'extract après 6h d'extraction, C. La séparation du solvant de l'extract, D. l'huile de noyau des dattes.....	21
Figure 08 : Les étapes de détermination de l'humidité.....	22
Figure 09 : Préparation des tubes de dosage de TG	23
Figure 10 : Les tubes de la suspension bactérienne.....	26
Figure 11 : Préparation des globules rouges pour le test de stabilisation membranaire.....	29
Figure 12 : Courbe d'étalonnage d'acide gallique ($\mu\text{g/mL}$).....	32
Figure 13 : Courbe de l'activité antioxydante de l'huile de noyaux de dattes	33
Figure 14 : Effet de l'huile de noyaux de dattes sur la croissance bactérienne. A : <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , B : <i>E.coli</i> , C : <i>S.aureus</i>	35
Figure 15 : Effet des antibiotiques sur la croissance bactérienne	36

Liste des tableaux

Tableau 01 : Composition des acides gras d'huile des noyaux de datte en pourcentage.....	14
Tableau 02 : Liste du matériel et les appareilles utilisés dans laboratoire.....	17
Tableau 03 : Liste des produits utilisés et leur formule chimique.....	18
Tableau 04 : Diamètres de zones d'inhibition de la croissance bactérienne de l'huile de noyaux de dattes et des antibiotiques	37

Liste des abréviations

BSA : L'albumine sérique bovine

DMSO : diméthylsulfoxyde

DO : densité optique

DPPH : 2,2-diphényl 1-picrylhydrazyle

HND : huile de noyau de datte

IC₅₀ : La concentration inhibitrice médiane

ISO : International organization for standard

KCl : chlorure de potassium

MH : Muller- Hinton

NaCl : chlorure de sodium

NaOH : hydroxyde de potassium

ND : noyau de datte

PBS : Phosphate Buffer Saline

pH : potentiel d'hydrogène

R : Rendement

RT : réactif

TG : triglycérides

UV : le rayonnement ultraviolet

Table des matières

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des figures

Listes des tableaux

Listes des Abréviations

Introduction.....1

Partie bibliographique

Chapitre 1 : Généralités sur les dattes et leurs noyaux

1.1	Le palmier dattier (<i>Phoenix dactylifera L</i>).....	3
1.1.1	Historique.....	3
1.1.2	Généralités.....	3
1.1.3	Taxonomie.....	4
1.1.4	Répartition géographique du palmier dattier en Algérie.....	4
1.2	Les dattes.....	5
1.2.1	Aspect botanique.....	5
1.2.2	Classification des dattes.....	6
1.2.3	Production des dattes en Algérie.....	7
1.3	Noyaux de dattes.....	7
1.3.1	Description morphologique du noyau de dattes.....	7
1.3.2	La Composition biochimique de noyaux de dattes.....	8
1.3.3	Valorisation des noyaux de dattes en tant que déchet agricole	8
1.4	Les activités biologiques des extraits des noyaux des dattes.....	9
1.4.1	Propriétés anti-inflammatoires des composés phénoliques.....	9
1.4.2	Activité antioxydante.....	10

Chapitre 02 : Les huiles végétales et l'huile de noyaux des dattes

2.1	Les huiles végétales.....	11
2.2	Méthodes d'extraction des huiles végétales.....	11
2.2.1	Extraction mécanique.....	11
2.2.2	Extraction chimique à l'échelle du laboratoire.....	11
2.2.3	Extraction par soxhlet.....	11
2.3	Valorisation et utilisation des huiles végétales.....	12
2.4	Huile de noyaux des dattes.....	12
2.5	Composition chimique de l'huile de noyaux de dattes.....	13
2.5.1	Composition en antioxydante naturels.....	13
2.5.2	Composition en acide gras.....	13
2.6	Caractéristique organoleptiques de l'huile de noyaux de datte.....	14
2.6.1	La viscosité.....	14
2.6.2	La couleur et l'odeur.....	14
2.7	Actions pharmacologiques de l'huile de noyaux de dattes.....	15
2.6.1	Fonction antiseptique.....	15
2.6.2	Fonction anti oxydante.....	15
2.8	Application de l'huile de noyaux des dattes.....	15
2.8.1	Application culinaire.....	15
2.8.2	Application cosmétique.....	16
2.8.3	Application thérapeutique.....	16

Partie expérimentale

Matériel et méthodes

3.1	Matériel d'étude.....	17
3.1.1	Matériel non biologique.....	17
3.1.2	Matériel biologique.....	18
3.2	Méthodes.....	18
3.2.1	Préparation de la poudre de noyaux des dattes.....	18

3.2.2	Extraction de l'huile par soxhlet.....	19
3.2.3	La séparation du solvant de l'extrait.....	21
3.3	Le rendement de l'huile	21
3.4	Détermination de l'humidité.....	22
3.5	Dosage des triglycérides.....	22
3.6	Dosage des polyphénols.....	23
3.7	Les activités biologiques.....	24
3.7.1	L'activité antioxydante.....	24
3.7.2	L'activité anti microbienne.....	25
3.7.3	L'activité anti inflammatoire.....	27
3.7.4	L'activité de la stabilisation membranaire des Globules rouges.....	28

Résultats et discussion

4.1	Rendement de l'huile.....	30
4.2	Taux d'humidité.....	30
4.3	Dosage des triglycérides.....	31
4.4	Dosage des polyphénols.....	31
4.5	Activité anti oxydante.....	33
4.6	Activité anti bactérienne.....	34
4.7	Activité anti inflammatoire.....	38
4.8	L'activité de la stabilisation membranaire des Globules rouges.....	39
	Conclusion.....	40
	Références bibliographiques.....	42

Introduction

Introduction

Le Sahara abrite une vaste variété de plantes adaptées au climat désertique, capables de survivre dans des conditions extrêmes. Parmi ces plantes, « le palmier dattier » qui est le plus connu dans l'environnement des oasis (Ghania *et al.*, 2017). Aussi connu sous le nom de *Phoenix dactylifera L.*, cet arbre fruitier fait partie des espèces cultivées depuis l'Antiquité. Il s'agit d'une espèce thermophile qui prospère dans les zones tropicales chaudes et sèches, cultivée dans des régions où la lumière est abondante et produisant des dattes (Munier, 1973).

En Algérie, la phoeniculture se classe au premier rang dans l'agriculture saharienne et joue un rôle prépondérant dans le système de production agricole. De plus, elle s'étend sur une superficie de 167 269 hectares abritant 18,5 millions de palmiers pour une production de 1 029 596 tonnes (MADRP, 2017).

Les industries de transformation des dattes, qui produisent diverses formes de dattes dénoyautées, poudres, sirop, jus et dattes en chocolat ou confiseries, génèrent une quantité importante de noyaux de palmier dattier considérés comme déchets (Rahman *et al.*, 2007). En plus de leurs applications en pharmacologie, les noyaux de dattes représentent un sous-produit intéressant, utilisés également dans certaines médecines traditionnelles (Jassim et Naji, 2007).

De nombreuses recherches ont été consacrées à la valorisation des noyaux de dattes sous différentes formes. Plusieurs études ont notamment exploré leur utilisation dans diverses applications, telles que la production de charbon actif (Cherifi, 2007), alimentation animale (Chehma et Longo, 2001), leur transformation en farine (Wahini, 2016), élaboration d'une boisson similaire au café (Fikry *et al.*, 2019) et extraction d'une huile aux propriétés remarquables (Abdul Afiq *et al.*, 2013). Ils sont également reconnus pour leurs vertus antimicrobiennes et antioxydantes (Benmeddour *et al.*, 2012 ; Jassim et Naji, 2007). Des recherches récentes ont démontré que les noyaux de dattes renferment une huile dotée d'effets bénéfiques dans les secteurs : alimentaire, pharmaceutique et cosmétique, étant donné que cette huile présente des propriétés physico-chimiques et organoleptiques attrayantes.

L'huile de noyau de datte présente une composition chimique complexe qui englobe divers composés bioactifs. Parmi eux, on trouve des acides gras insaturés tels que l'acide oléique et l'acide linoléique ainsi que des composés phénoliques, des tocophérols, des caroténoïdes et des stérols. L'huile, grâce à ces composés, possède des vertus antioxydantes, anti-

inflammatoires et hydratantes, ce qui la rend séduisante pour différentes utilisations industrielles. (Al-shahib et Marshall, 2003 ; Besbes *et al*, 2004)

Dans ce contexte, notre objectif est d'étudier les activités biologiques de l'huile extraite des noyaux de dattes notamment son activité antioxydante, antimicrobienne et anti-inflammatoire.

Ce mémoire est constitué de deux parties :

- La première partie est une étude bibliographique qui comporte deux chapitres :
 - ✓ Le premier portant sur des généralités des dattes et leurs noyaux
 - ✓ Le deuxième consacré aux les huiles végétales et l'huile de noyaux des dattes
- La deuxième partie présente le matériel utilisé, les méthodes expérimentales mises en œuvre, ainsi qu'à l'analyse et la discussion des résultats obtenus.

Enfin, une conclusion générale qui résume et synthétise les principaux résultats obtenus et présente des perspectives de ce travail pour l'avenir.

Partie

bibliographique

Chapitre 01 :

Généralités sur les dattes et leurs noyaux

1.1 Historique

Les palmiers les plus vieux datent de l'époque du miocène. La culture du palmier dattier a eu lieu dans les régions chaudes situées entre l'Euphrate et le Nil vers 4500 avant notre ère. Ainsi, sa culture a été introduite en Basse Mésopotamie aux alentours de 2500 ans avant J.C. Ensuite, elle s'est déplacée vers le nord du pays et a atteint la zone côtière du plateau iranien, puis elle a conquis la vallée de l'Inde (Munier, 1973).

Les méthodes de culture des dattes se déplacent vers la Libye, puis vers d'autres nations du Maghreb telles que le Sud du Maroc, la Tunisie, l'Algérie et finissent par atteindre l'Adrar en Mauritanie.

1.2 Généralités sur le palmier dattier *Phoenix dactylifera*. L

Le terme « Phoenix » qui signifie dattier en phénicien et « dactylifera » qui découle du grec « dactylos », signifiant doigt en référence à la forme du fruit, sont à l'origine du nom scientifique du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) (Djerbi, 1994).

Il s'agit d'une espèce dioïque, Monocotylédone faisant partie de la famille des Arecaceae, qui comprend approximativement 4000 espèces réparties dans 235 genres (Munier, 1973). À l'instar de toutes les espèces du genre Phoenix, on distingue des arbres mâles couramment appelés Dokkars ou pollinisateurs, et des arbres femelles Nakhla (Chaïbi, 2002).

Le palmier à dattes commence généralement à fructifier vers l'âge de cinq ans et poursuit cette production à un rythme de 400-600 kg par arbre par an pendant plus de 60 ans (Ahmed *et al.*, 1995).

Le palmier joue un rôle crucial dans l'écosystème des oasis (Toutain, 1979), en raison de sa capacité exceptionnelle à s'adapter aux conditions météorologiques, de la diversité d'applications de ses produits, de la grande valeur nutritionnelle de ses fruits (Bakkaye, 2006) et de sa morphologie promouvant d'autres cultures sous-jacentes (El Homaizi *et al.*, 2002).

Il s'agit d'une espèce arborescente réputée pour sa capacité d'adaptation aux conditions climatiques extrêmement rigoureuses des régions chaudes et desséchées (Larbi *et al.*, 1994).

En général, les palmeraies en Algérie se trouvent dans le nord-est du Sahara, précisément au sein des oasis où les conditions d'hydratation et de température sont propices (Ghazi et Sahraoui, 2005).



Figure 01 : *Phoenix dactylifera* L (Battesti, 2013).

1.2.1 Taxonomie

Sa classification botanique est bien détaillée, comme indiqué par Mallhi *et al.* (2014) :

- **Règne :** Plantae
- **Sous règne :** Tracheobionta
- **Division :** Magnoliophyta
- **Classe :** Liliopsida
- **Sous-classe :** Arecidae
- **Ordre :** Arecales
- **Famille :** Arecaceae
- **Genre :** Phoenix
- **Espèce :** *Phoenix dactylifera* L.

1.2.3 Répartition géographique du palmier dattier en Algérie

La palmeraie est principalement localisée dans les zones sahariennes des pays, surtout au sud-est, plutôt qu'à l'ouest et au sud. Il est situé comme suit (**Figure 02**) :

67% de la palmeraie algérienne se trouvent dans le sud-est, notamment à El Oued, Ouargla et Biskra.

21% des palmeraies algériennes se trouvent dans le sud-ouest, notamment à Adrar et Bechar.

10% des zones extrêmes du Sud (Ghardaïa, Tamanrasset, Illizi et Tindouf) ainsi que 2% de la palmeraie répartie dans d'autres régions. (Messar, 1996).



Figure 02 : Répartition géographique du palmier dattier en Algérie (Lakhdari, 2014).

1.3 Les dattes

1.3.1 Aspect botanique

Les dattes sont les fruits des palmiers dattiers ils ont une forme ovale-cylindrique, généralement 3-7 cm de long, 2-3 cm de diamètre et une couleur rouge vif à jaune vif selon la variété. Les dates contiennent une graine (noyau) qui mesure environ 2-2,5 cm de long et 6-8 mm d'épaisseur et est environ 13 à 15% du poids de la dattte. Cependant, leur qualité est influencée par de nombreux facteurs tels que la taille, la couleur, texture, propreté (Al Harthi *et al.*, 2015). Elle est constituée de deux parties :

- Une **partie comestible** également appelée chair ou pulpe, contient une enveloppe mince de cellulose connue sous le nom d'épicarpe. L'endocarpe réduit à une membrane parcheminée entoure la graine par une zone interne de couleur plus claire et de texture fibreuse (**Figure 03**). Le mésocarpe charnu et fibreux, dont la consistance fluctue en fonction des variétés, du climat et de la phase de maturation (Harrak et Boujnah, 2012), sépare les deux.
- Une **partie non comestible** constituée par le noyau ou la graine, possédant une texture dure (cornée). Le noyau, qui compose 10 à 30% du poids de la dattes, est formé d'un albumen très dur enfermé dans une membrane cellulosique (Chniti *et al.*, 2017).

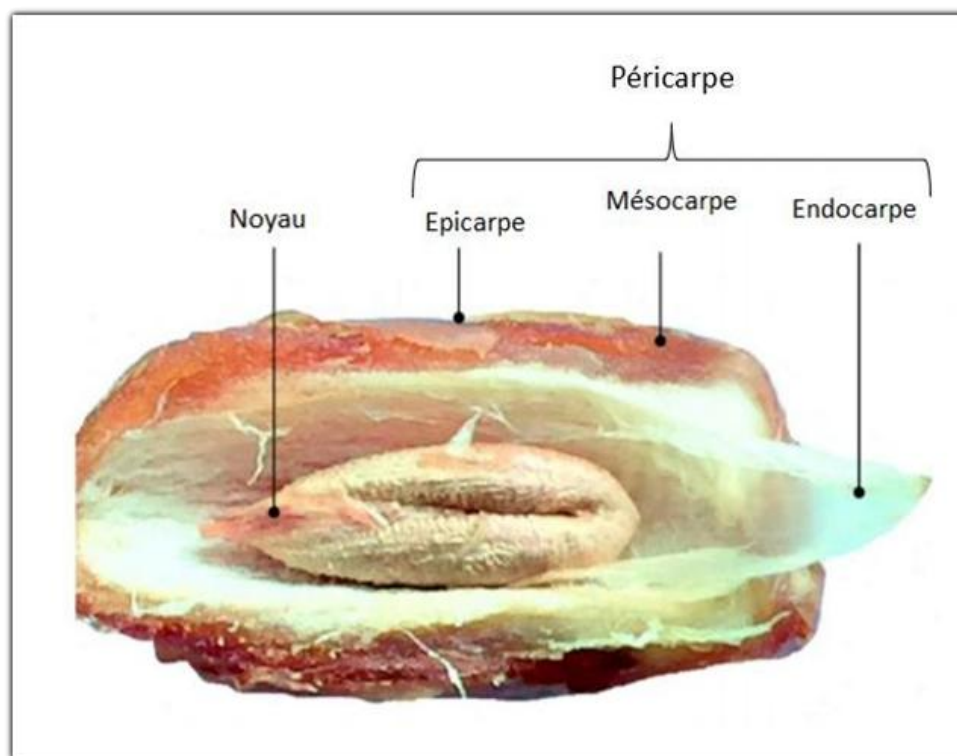


Figure 03 : Photographie d'une coupe longitudinale d'une dattes au stade tamar (Ghnimi *et al.*, 2017).

1.3.2 Classification des dattes

Selon Espiard.(2002), la texture des dattes varie et permet de les classer en trois grandes Catégories :

- ✓ **Dattes molles** : comprenant les variétés Ghars (Algérie), Ahmar (Mauritanie), Kashram et Miskani (Égypte, Arabie Saoudite).

- ✓ **Dattes demi-molles** : comme Deglet-Nour (Algérie, Tunisie), Mehjoul (Mauritanie), Sifri et Zahidi (Arabie Saoudite).
- ✓ **Dattes sèches** : incluant Degla-Beïda et Mech-Degla (Algérie, Tunisie), ainsi Qu'Amersi (Mauritanie).

1.3.3 Production des dattes en Algérie

En Algérie, selon les statistiques récentes, la superficie consacrée à la culture des palmiers dattiers est estimée à 164 000 hectares, avec un total de plus de 18 millions de palmiers produisant environ 790 000 tonnes de dattes par an, toutes variétés confondues.

Les zones phœnicicoles sont principalement situées au sud de l'Atlas saharien et couvrent 17 wilayas (en réalité, seulement 16, car la wilaya de M'sila a perdu son potentiel phœnicicole).

La wilaya de Biskra se distingue comme la première région phœnicicole, représentant 25,6 % de la superficie totale, 23,1 % du nombre total de palmiers dattiers et 37 % de la production nationale de dattes. Elle est suivie par la wilaya d'El Oued, avec respectivement 22 % de la superficie, 20,5% des palmiers et 25,6 % de la production. Ensemble, ces deux wilayas totalisent 62,6 % de la production nationale de dattes. (Oucif Khaled, 2017).

1.3 Noyaux de dattes

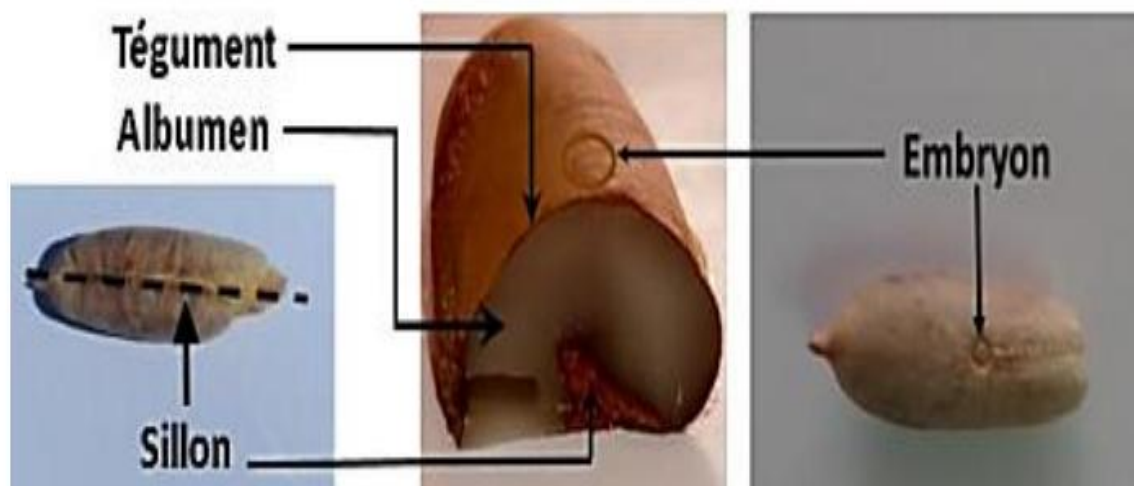
1.3.1 Description morphologique du noyau des dattes

Morphologiquement, le diamètre, la longueur et le poids des noix de dattes varient entre les palmiers en fonction du type de pollen utilisé. L'endocarpe parcheminé entoure le noyau qui est de forme allongée, plus ou moins volumineuse, lisse ou doté de protubérances latérales en forme d'arêtes ou d'ailettes, avec une dépression ventrale. L'embryon est très petit (coté dorsale) dure et corné (Dammak *et al.*, 2007).

Le noyau de datte présente une forme allongée et une taille qui peut varier. Ses dimensions peuvent varier considérablement, allant de 0.5 à 3cm en longueur et pesant entre 0.4 et 2 grammes selon les variétés.

Il se compose d'un albumen blanc, ferme et corné, qui est entouré d'une enveloppe cellulosique. Sa teinte varie du blanc jaunâtre au noir, en passant par des nuances ambre, rouges et brunes plus ou moins intenses (Djerbi, 1994). (Figure 04)

Selon les recherches menées par Acourene et Tama. (1997), le poids du noyau de dattes



algériennes (Ziban) peut fluctuer d'une variété à l'autre en fonction de divers critères :
le poids : 0,6 – 1,69 g, le diamètre : 0,58 – 1 cm et la longueur : 2,9 – 3,15 cm.

Figure 04 : noyau de datte du palmier dattier (Benmehdi *et al.*, 2019)

1.3.2 La composition biochimique des noyaux des dattes

Le noyau de datte contient une composition biochimique riche en nutriments et en éléments favorables à la santé. Il renferme des acides aminés indispensables tels que la leucine, l'isoleucine et la valine, qui sont essentiels à la synthèse des protéines. En outre, le noyau de datte est une source significative de fibres alimentaires. Il contient aussi des antioxydants puissants, comme les flavonoïdes et les composés phénoliques. En outre, il renferme des acides gras comme l'acide linoléique. (Ozcan *et al.*, 2015; Al Juhaimi *et al.*, 2018; Mrabet *et al.*, 2020)

1.3.3 Valorisation des noyaux de dattes en tant que déchet agricole

Les noyaux de dattes font partie des déchets organiques issus des activités agricoles et des industries agro-alimentaires. Ils sont particulièrement abondants dans les régions à forte production de dattes. Pendant longtemps, ces résidus végétaux ont été considérés comme des déchets à faible valeur ajoutée. Pourtant, ils sont riches en composés bioactifs intéressants, tels que les polyphénols, les fibres et les lipides Chauvin (2004).

Dans nos jours, Ils présentent un éventail étendu de caractéristiques intrigantes qui leur permettent d'être exploités dans divers champs et suscitent l'intérêt de différents Secteurs d'activité humaine tels que les industries agro- alimentaire, cosmétiques et pharmaceutiques. Ils contiennent généralement des éléments extractibles de haute valeur ajoutée et peuvent servir à rehausser la valeur nutritive des produits intégrés (Khali *et al.*, 2014).

Dans ce contexte, les noyaux de dattes répondent parfaitement à la définition des déchets organiques établie par Chauvin (2004), puisqu'ils sont des résidus végétaux contenant une matière organique naturelle exploitable.

Beaucoup d'études se sont attelées à l'évaluation de la valeur des noyaux de dattes, que ce soit pour leur transformation en acide acétique et en charbon actif (Cherifi, 2007), pour la création d'une crème cosmétique à partir de l'huile des noyaux de dattes (Tafti *et al.*, 2017), ou encore pour leur utilisation comme complément alimentaire pour le bétail ; leur valeur nutritionnelle est comparable à celle du kilogramme d'orge (Aldhaheri *et al.*, 2004).

La valorisation des noyaux de dattes, notamment à travers Extraction des huiles et étude de leurs propriétés biologique, inscrit dans une approche de gestion durable des déchets organiques (Chauvin, 2004).

L'absence de gluten dans la farine issue des noyaux de dattes est également bénéfique pour les secteurs de l'alimentation. Par conséquent, ces sous-produits peuvent représenter une source économique de fibres et de sucres fermentescibles, un attribut particulièrement prisé pour la production du pain (Khali *et al.*, 2014).

Certains travaux se concentrent sur l'étude des métabolites primaires présents dans les noyaux de dattes, tels que les matières grasses, les protéines et les acides aminés. De plus, il est mentionné que les Arabes utilisaient les noyaux de dattes comme s'ils étaient des grains de café pour concocter une boisson très semblable au café (Rahman *et al.*, 2007).

1.4 Les activités biologiques des extraits des noyaux des dattes

1.4.1 Propriétés anti-inflammatoires des composés phénoliques

De nombreux travaux se sont focalisés sur l'effet anti-inflammatoire des dattes, comme les recherches de (Kehili *et al.*, 2016). Toutefois, il existe peu d'études démontrant l'inhibition inflammatoire des autres parties du *Phoenix dactylifera L.*

Comme tout le monde le sait, les noyaux de dattes ont été traditionnellement utilisés dans la médecine populaire pour traiter diverses affections et blessures.

D'après Arzi *et al.* (2014), il n'existe que deux études qui ont démontré l'effet anti-inflammatoire des extraits méthanoliques de noyaux de dattes sur l'arthrite adjuvante chez le rat comme modèle d'inflammation chronique et d'infection induite par la carraghénine chez le rat mâle de HindPaw respectivement.

1.4.2 Activité antioxydante

L'effet antioxydant du noyau de datte désigne son aptitude à neutraliser les radicaux libres et à limiter les dommages oxydatifs dans l'organisme. Cette propriété est évaluée à travers des indicateurs tels que la capacité antioxydante totale (TAC) et le pouvoir réducteur (FRAP). Elle est attribuée à la présence de divers composés antioxydants, notamment les polyphénols, les flavonoïdes et les caroténoïdes. (Ait Mouhoub *et al.*, 2020).

Chapitre 02 :

Les huiles végétales et

l'huile de noyaux des

dattes

2.1 Les huiles végétales

Les huiles issues de plantes, sont tout corps gras dérivé d'une plante incluant les graines oléagineuses (soja, colza, tournesol, argan, arachide, etc.), ou fruits oléagineux tels que l'huile de coprah, olive et palme, qui sont respectivement extraites de la noix de coco, de l'olivier et du palmier à huile. C'est grâce à ces graines, noix ou fruits que la plante est apte à générer une huile riche en triglycérides. (Keibeck, 2013).

2.2 Méthodes d'extraction des huiles végétales

La majorité des huiles végétales proviennent de graines ou de fruits oléagineux. Pour obtenir « l'huile substantifique », un processus de préparation est appliqué à ces dernières :

- On procède à l'élimination des feuilles et des tiges
- Les graines subissent un processus de décorticage et de broyage (Bauer *et al.* 2010),
- Elles sont aplaties (Isobe *et al.*, 1992) et parfois légèrement chauffées pour rendre l'huile plus fluide et augmenter son rendement.

2.2.1 Extraction mécanique

Repose exclusivement sur l'utilisation de presses mécaniques. Cette méthode produit une huile très pure, dépourvue de toute substance étrangère. Cependant, elle ne parvient pas à extraire la totalité de l'huile contenue dans les graines (Biobelle, 2019 ; Bentheaud, 2011). Selon le type de graines employées, entre 9 et 20 % de l'huile subsistent dans le tourteau d'extraction. Cette portion d'huile est donc inutilisable comme huile alimentaire, ce qui explique pourquoi les huiles obtenues par pression sont généralement plus coûteuses que celles extraites par solvant (Biobelle, 2019 ; Winfoc Nutrition, 2011).

2.2.2 Extraction chimique à l'échelle du laboratoire

Comprend plusieurs techniques permettant d'extraire les huiles végétales à petite échelle, telles que :

2.2.3 Extraction par Soxhlet

Les résidus solides qui demeurent après le processus de pressage sont connus sous le nom de tourteaux. Ils renferment toujours entre 10 et 15% d'huile qui sera extraite par le biais d'un solvant comme l'hexane selon la méthode soxhlet.

Après cette étape d'extraction une opération d'évaporation est généralement nécessaire pour séparer le solvant de l'huile extraite.

L'objectif est de retirer le solvant pour obtenir l'huile. Bien que cette technique puisse être la plus lucrative (car elle permet de produire une quantité d'huile largement supérieure), elle est cependant la moins salubre étant donné qu'il est fort probable que des restes de solvants soient présents dans l'huile obtenue (Emilie, 2005). Hormis l'hexane, les solvants principaux employés pour l'extraction sont les alcools (notamment l'éthanol et l'isopropanol) ainsi que les halogéno-alcanes tels que le dichlorométhane (Bandres, 2007).

2.3 Valorisation et utilisation des huiles végétales

Dans le secteur agroalimentaire, les huiles végétales sont couramment employées, notamment en tant qu'huiles pour assaisonner. Cependant, ces huiles peuvent être valorisées pour des applications non alimentaires. En tant que telles, elles possèdent certaines propriétés intéressantes pour des applications industrielles telles que le biocombustible, le biocarburant et le biolubrifiant (Rup, 2009).

Dans le domaine industriel, les corps gras ont de nombreuses applications, telles que la production de savons, d'acides gras, et plus encore (Zovi, 2009).

Les triglycérides sont également la source de divers composés qui peuvent être intégrés dans un grand nombre de produits : lubrifiants, cosmétiques, pharmaceutiques, peintures, et bien d'autres (Zovi, 2009).

Actuellement, les huiles de palmiste (extraites du noyau des fruits du palmier) et de coprah, qui sont riches en acide laurique et particulièrement employées dans les détergents, sont très demandées. On retrouve ensuite les huiles de colza, de tournesol et de lin (Rup, 2009).

2.4 Huile de noyaux des dattes

Les noyaux de dattes sont utilisés pour la production d'une huile à haute capacité antioxydante (Bauza *et al.*, 2002) et qui peut être une source potentielle d'huile de table (Jassim et Naji, 2007).

La quantité d'huile peut différer selon le type de dattes, l'endroit où elles sont récoltées, leur taille et la technique d'extraction utilisée. En outre, cette huile pourrait être perçue comme un

réservoir de divers composés (acides gras, dérivés phénoliques, phytostérols et tocophérols) présentant des propriétés pharmacologiques et une valeur nutritionnelle (Mrabet *et al.*, 2020).

Il s'agit d'une huile de teinte vert pâle jaunâtre, dotée d'un parfum plaisant plus marqué que les huiles de palme, soja, maïs, Tournesol et olive. La présence de caroténoïdes est responsable de la couleur des huiles (Lecheb, 2010).

2.5 Composition chimique de l'huile de noyaux de dattes

L'huile extraite des noyaux de dattes est principalement constituée de triglycérides (TG), accompagnés de composants secondaires tels que les phytostérols, les phénols, les caroténoïdes, les tocophérols et les phospholipides. La composition de cette huile peut varier en fonction de divers facteurs, notamment les variétés de dattes, les zones de récolte, la taille des particules des noyaux après broyage et les techniques utilisées pour l'extraction (Mrabet *et al.*, 2020).

2.5.1 Composition en antioxydants naturels

A. Les tocophérols

Les tocophérols, ou vitamine E, se trouvent dans la fraction non saponifiable des huiles végétales. Leur concentration dans l'huile de noyau de datte atteint 30 g/100 g (Besbes *et al.*, 2004). Ils agissent en tant qu'antioxydants naturels puissants, protégeant l'huile contre les dommages causés par les radicaux libres, ce qui contribue à sa stabilité. De plus, ils jouent un rôle essentiel sur les plans biologique et sanitaire.

B. Les stérols

Notamment les phytostérols, présents dans les huiles sous leur forme estérifiée, sont employés comme indicateurs de la qualité de l'huile. De plus, ils permettent de détecter les éventuels changements dans sa composition (Mrabet *et al.*, 2020 ; Halabi *et al.*, 2023).

C. Les polyphénols

Tout comme les autres substances mentionnées précédemment, se trouvent dans la fraction insaponifiable (Boukouada et Yousfi, 2009). Leur concentration dans l'huile de graines de datte varie entre 0,64 et 1,27 mg/g. Ces composés phénoliques possèdent des propriétés antioxydantes et influencent à la fois la saveur et la stabilité des huiles, contribuant ainsi à leur durée de conservation.

2.5.2 Les acides gras

En particulier l'acide oléique (monoinsaturé), présentent le pourcentage le plus élevé, comme indiqué dans le tableau 01.

Tableau 01 : Composition des acides gras d'huile des noyaux de datte en pourcentage
(Boussena et Khali, 2016)

Acides gras	Deglet nour	Degla Baida	Mech Degla
Saturés			
Caprique (C10:0)	0,35	0,27	0,48
Laurique (C12:0)	17,31	12,77	23,59
Myristique (C14:0)	8,88	6,65	12,16
Palmitique (C16:0)	10,61	10,52	11,42
Stéarique (C18:0)	3,14	2,83	3,64
Caprylique (C8:0)	0,29	0,28	0,44
Monoinsaturés			
Palmitoléique (C16:1)	non détecté	non détecté	non détecté
Oléique (C18:1)	41,61	40,80	41,61
Gadoléique (C20:1)	non détecté	non détecté	non détecté
Polyinsaturés			
Linoléique (C18:2)	15,99		6,65
Linoléénique (C18:3)	non détecté	non détecté	non détecté

2.6 Caractéristiques organoleptiques de l'huile du noyau de datte

2.6.1 La viscosité

Il existe peu d'études sur les propriétés rhéologiques de l'huile extraite des noyaux de dattes. Cependant, la viscosité des huiles provenant des noyaux de deux variétés de dattes, à savoir Deglet Nour et Allig, se situe respectivement entre 20 et 40 mPa.s (Devshony *et al.*, 1992). En comparant ces valeurs à celles de la littérature scientifique, il apparaît que cette viscosité est légèrement inférieure à celle de l'huile d'olive, qui atteint 60 mPa.s (Jassim *et al.*, 2007).

Par ailleurs, les travaux de Rahman et Al-Kharusi ont révélé que la viscosité de l'huile de framboise est comparable à celle de l'huile de noyaux de dattes (HND) (Rahman *et al.*, 2007).

2.6.2 La couleur et l'odeur

La couleur de l'huile de graines de datte s'étend du jaune-vert au jaune-brun. Selon Golshan *et al.*, (2017), cette teinte jaunâtre caractéristique est attribuée à la forte concentration de pigments caroténoïdes présents dans l'huile, ce qui la rend plus intense en couleur par rapport aux huiles de soja et de tournesol. Par ailleurs, son odeur agréable provient de la richesse en composés phénoliques qu'elle renferme.

2.7 Actions pharmacologiques de l'huile de noyaux de dattes

2.7.1 Fonction antiseptique

Les extraits de noyaux de dattes possèdent la capacité de restaurer les fonctions normales des foies intoxiqués, tout en offrant une protection contre l'hépatotoxicité (Iso.,2000).

2.7.2 Fonction anti oxydante

Les composés antioxydants présents dans l'huile de noyaux de dattes comprennent la vitamine E (un mélange de tocophérols α , β , γ et δ), les caroténoïdes, les composés phénoliques, tels que l'hydroxytyrosol (phénol simple) et l'oleuropéoside (phénol complexe), ainsi que les stérols (Iso.,2000). Leur activité antioxydante a été démontrée à la fois *in vitro* et *in vivo* par plusieurs chercheurs (Eybert.,2012).

2.8 Application de l'huiles de noyaux des dattes

2.8.1 Application culinaire

L'huile de noyau de datte (HND) possède une composition chimique et des propriétés physico-chimiques remarquables, qui en font un excellent choix pour une utilisation comme huile alimentaire (Besbes *et al.*, 2004). Elle convient parfaitement à la cuisson, à la friture ou à l'assaisonnement, grâce à sa richesse en antioxydants variés (comme les composés phénoliques, les tocols et les caroténoïdes), ce qui lui confère une grande stabilité face au rancissement oxydatif et aux hautes températures (Nehdi *et al.*, 2018).

Sa teneur en caroténoïdes est idéale pour la fabrication de margarine, car elle permet d'obtenir une couleur jaune naturelle, similaire à celle du beurre, sans avoir besoin d'ajouter des colorants synthétiques. De plus, elle peut remplacer l'huile de maïs traditionnelle dans la

production de mayonnaise, contribuant ainsi à améliorer ses qualités sensorielles (Basuny et Al-Marzooq., 2011).

2.8.2 Application cosmétique

Grâce à sa grande stabilité, l'huile de noyau de datte (HND) est largement utilisée dans la fabrication de produits cosmétiques et pharmaceutiques. Elle entre notamment dans la composition des crèmes solaires, offrant une protection efficace contre les rayons UV-A et UV-B, responsables des dommages cellulaires (Dammak *et al.*, 2007). Elle contribue également à la production de savons, en améliorant leur pouvoir moussant (Tafti *et al.*, 2017), ainsi qu'à l'élaboration de crèmes pour le corps, de shampooings et de savons à raser. De plus, elle peut servir de produit de soin ou de maquillage (Dal Farra *et al.*, 2006).

En général, les formulations cosmétiques à base de HND sont de haute qualité et prometteuses (Al farsi et Lee., 2011).

2.8.3 Application thérapeutique

En plus de son activité antioxydante, l'huile de noyau de datte (HND) présente des propriétés antibiotiques, notamment contre des bactéries telles qu'*Escherichia coli*, les streptocoques hémolytiques α et β , *Staphylococcus aureus*, ainsi que le champignon *Aspergillus fumigatus* (Tafti *et al.*, 2017).

Elle possède également une activité anti-inflammatoire, ce qui la rend appropriée pour la formulation de préparations pharmaceutiques à effet anti-inflammatoire. Bien qu'elle ne soit pas utilisée comme ingrédient actif, elle agit en tant que coadjuvant en facilitant l'absorption percutanée des médicaments anti-inflammatoires non stéroïdiens (Mrabet *et al.*, 2020).

Chapitre 03 :

Matériel et méthodes

Nous avons réalisé notre travail expérimental au niveau du laboratoire d'immunologie, laboratoire de Microbiologie et l'animalerie de l'université de Guelma. L'objectif de nos expériences est d'évaluer l'huile végétale extraites de noyaux de datte, en mettant l'accent sur leurs effets et activités biologiques.

3.1 Matériel d'étude

Le matériel d'étude est composé de matériel non biologique et de matériel biologique.

3.1.1 Le matériel non biologique

Le matériel utilisé en laboratoire est composé des appareils, des produits chimiques, et Du matériel.

Tableau 02 : Liste du matériel et les appareils utilisés dans laboratoire

Matériels	Les appareils
▪ Ballon ▪ Flacons stériles ▪ Béchers ▪ Boîtes pétries ▪ Tubes stériles ▪ Spatule ▪ Micropipette ▪ Bec benzen ▪ Papier whatman ▪ Tubes à vis ▪ Papier alluminium	▪ Soxhlet ▪ Bain marie ▪ Balance de précision ▪ Agitateur Magnétique ▪ Etuve ▪ Spectrophotométrie ▪ Thermobalance ▪ PH mètre ▪ Four à moufle ▪ Balance électrique ▪ Vortex ▪ Rota vapeur

Tableau 03 : Liste des produits utilisés et leur formule chimique

Les produits	La formule chimique
Hexane	C ₆ H ₁₄
DMSO	C ₂ H ₆ OS
DPPH	C ₁₈ H ₁₂ N ₅ O ₆
Méthanol	CH ₃ OH
Tween 20	C ₅₈ H ₁₁₄ O ₂₆
Chlorure de potassium	KCl
Phosphate de sodium dibasique	Na ₂ HPO ₄
Phosphate de potassium monobasique	NaH ₂ PO ₄
Chlorure de sodium	NaCl
Eau distillée	H ₂ O
Eau physiologique	C ₂ H ₅ OH
PBS	
BSA	

3.1.2 Matériel biologique

Le matériel biologique sur lequel porte notre étude, est le noyau des dattes du palmier dattier. Les Noyaux utilisés sont issus de cultivar *Ghars* et ont été soigneusement lavés, puis séchés à l'air libre (ou à température contrôlée) pour la préparation de la poudre de noyaux de dattes.

3.2 Méthodes

3.2.1 Préparation de la poudre de noyaux de dattes

La préparation de la poudre de noyau de datte est réalisée en suivant les étapes suivantes :

✓ Séparation du noyau et de la pulpe

Il est aisé de séparer la pulpe du noyau, cela se réalise manuellement

✓ Lavage

Les noyaux récupérés ont été soigneusement lavés à l'eau du robinet pour ôter les impuretés qui y étaient attachées, puis ils ont été laissés à sécher à l'air libre pendant plusieurs jours à l'abri du soleil.

✓ **Séchage**

Suite au lavage, les noyaux sont disposés dans un four et chauffés à 37 °C pendant une journée pour faciliter leur broyage et éliminer toute trace d'humidité.

✓ **Broyage**

Le broyage a été effectué en utilisant un broyeur électrique.

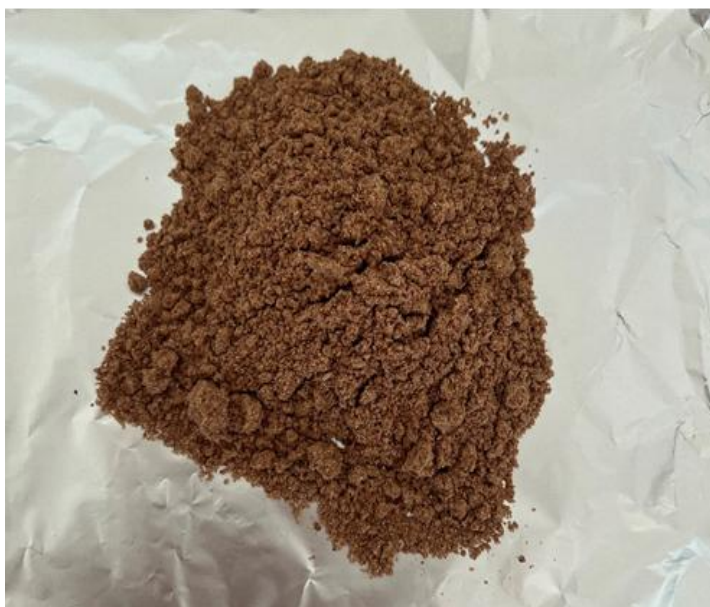


Figure 05 : La poudre de noyau de datte (Tabane.R,2025).

3.2.2 Extraction de l'huile par soxhlet

➤ **Principe de la méthode d'extraction à chaud (Soxhlet)**

Lorsque le ballon est chauffé, les vapeurs du solvant traversent le tube de transport, se condensent à l'intérieur du réfrigérant et retombent dans la partie principale de l'extracteur, ce qui provoque la macération du solide dans le solvant. Le condensat s'accumule au sein de l'extracteur jusqu'à ce qu'il atteigne le sommet du tube de siphon, entraînant ainsi le reflux du liquide vers le ballon, accompagné des substances extraites. Le cycle se répète et le solvant à l'intérieur du ballon devient progressivement plus riche en composés solubles. Puisque seul le

solvant peut s'évaporer, la graisse s'accumule dans le ballon jusqu'à ce que l'extraction soit achevée.



Figure 06 : L'appareil de soxhlet (Tabane.R,2025).

➤ Mode opératoire

Quatre échantillons de broyat (poudre de noyau de dattes) de 25g chacun ont été pesés et disposés dans des cartouches de papier filtre. Ensuite l'hexane a été versé dans quatre ballons, (chaque ballon recevant 200 ml d'hexane), et on les place à l'intérieur de l'appareil soxhlet. Puis, on chauffe les ballons à 60°C, le solvant s'évapore et traverse le tube d'adduction où il est condensé par le réfrigérant avant d'être déversé dans la cartouche afin de solubiliser la substance que l'on souhaite extraire du solide. Lorsque l'appareil soxhlet est plein la solution siphonne et retourne dans le ballon. Ce cycle se répète jusqu'à l'épuisement et la solution devient jaune (6 heures), Et à la fin Le solvant se concentre en produit recherché, alors que le solide de départ s'en appauvrit.

3.2.3 La séparation du solvant de l'extrait

Est faite à l'aide de l'appareil appelé Rota vapeur. Dans cet appareil on réalise une évaporation sous vide en utilisant une pompe à vide avec une vanne de contrôle. Pendant l'évaporation le ballon est mis en rotation et plongé dans un bain liquide chauffé. L'appareil est muni d'un réfrigérant avec un ballon-collecteur de condensat.

La rotation du ballon crée une surface d'échange plus grande et renouvelée permettant donc d'effectuer une évaporation rapide du solvant et récupération de l'huile.

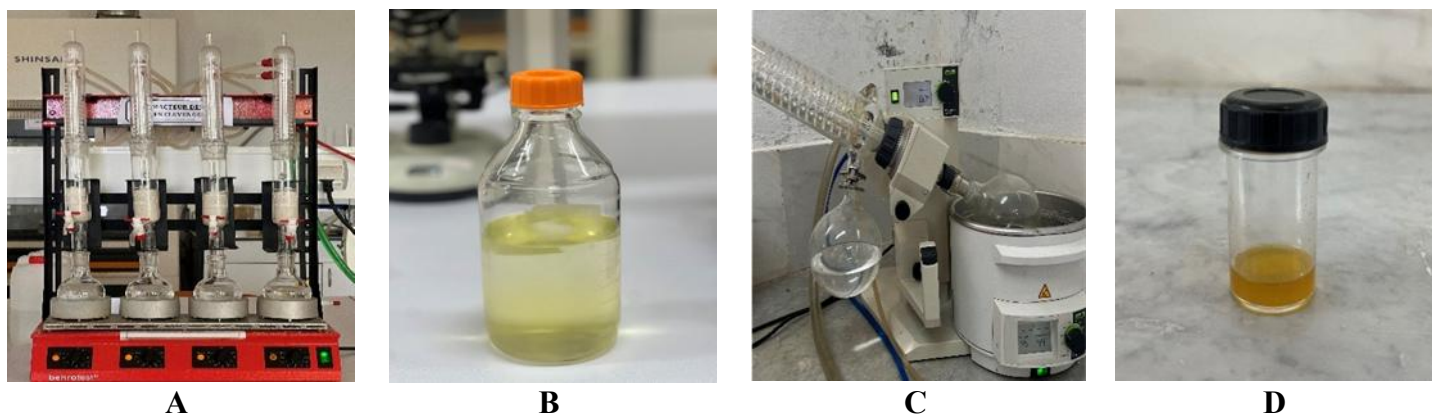


Figure 07 : A. L'extraction de l'huile par soxhlet, B. L'extrait après 6h d'extraction, C. La séparation du solvant de l'extrait, D. l'huile de noyau des dattes. (Tabane.R,2025).

3.3 Rendement de l'huile

Le rendement de l'huile extraite a été déterminé en appliquant la formule n°1 décrite par Al-Zuhair *et al.* (2017).

$$R\% = \frac{MH}{MI} \times 100$$

Où :

R : Rendement de l'huile

MH : Masse d'huile extraite

MI : Masse initiale de noyau de datte avant l'extraction

3.4 Détermination du taux d'humidité

La teneur en eau est l'un des paramètres importants à déterminer. Il est mesuré par la dessiccation de l'échantillon dans un thermobalance à 105°C pendant 40 minutes.

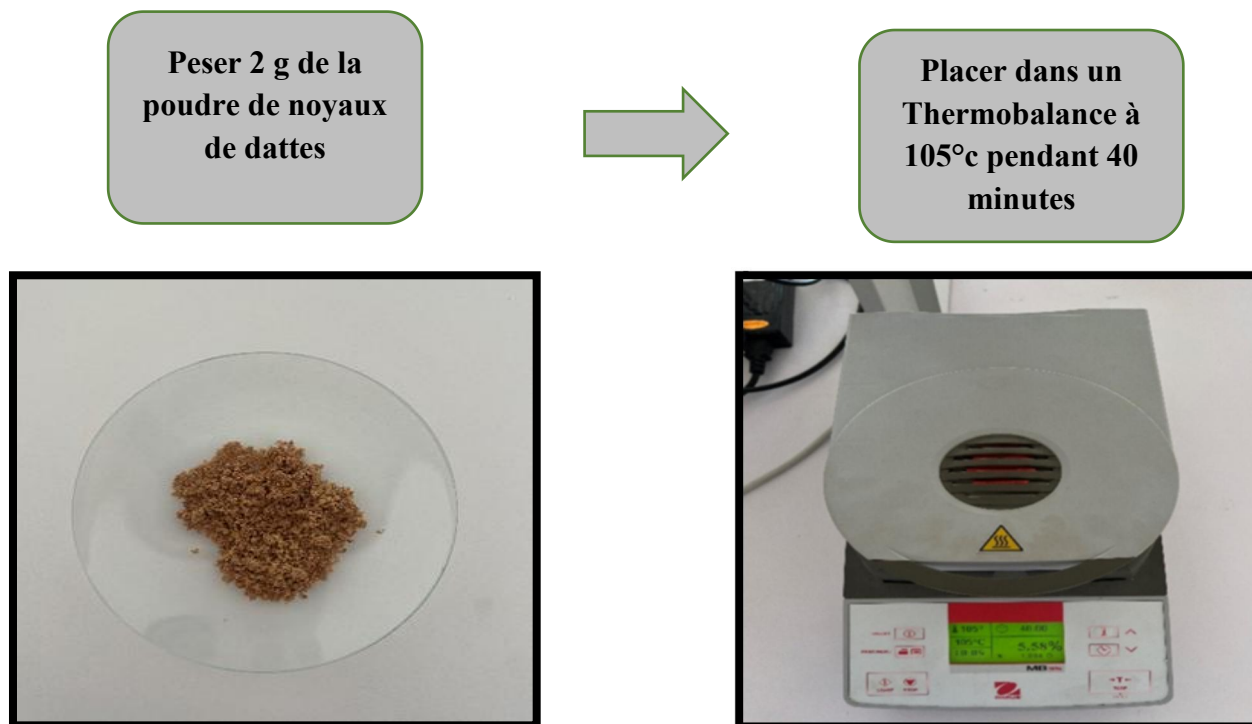


Figure 08 : Les étapes de détermination de l'humidité.

3.5 Dosage des triglycérides

➤ Mode opératoire

Les triglycérides (TG) ont été dosé en utilisant le kit enzymatique de dosage standard commercialisé de SPINREACT.

- Trois tubes ont été préparés : un tube blanc, un tube étalon et un tube échantillon (huile de noyaux de dattes). Chaque tube contient les réactifs indiqués dans le tableau ci-dessous :

	Blanc	Etalon	Echantillon
Réactif de Spinreact (ml)	1.0	1.0	1.0
Etalon (μl)	--	10	--
Echantillon (μl)	--	--	10

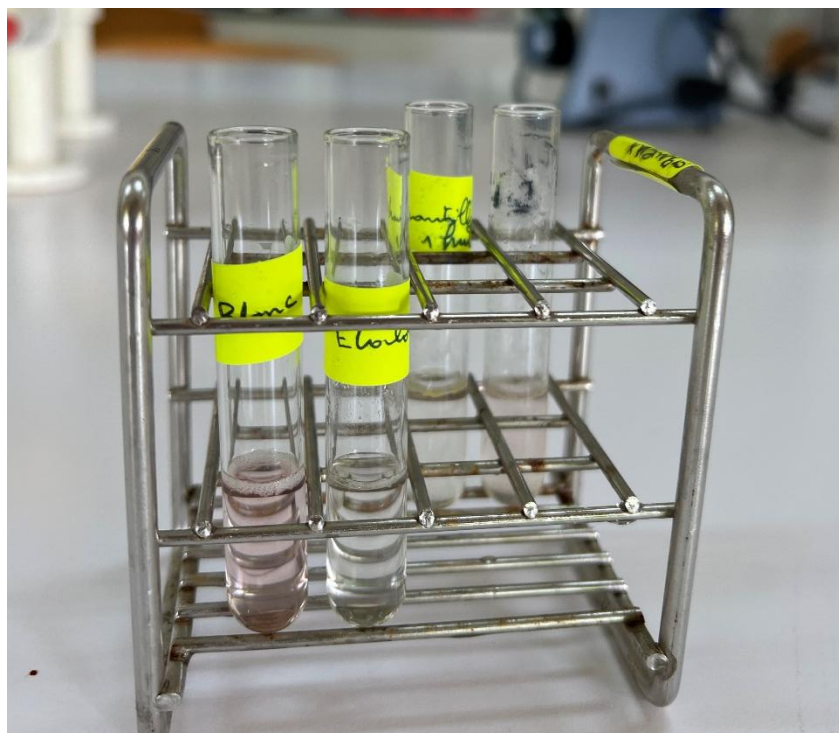


Figure 09 : Préparation des tubes de dosage de TG (Tabane.R,2025).

- Ensuite les tubes ont été agiter à l'aide du vortex, puis ont été incubés 5 minutes à 37°C.
- Après incubation, l'absorbance ont été lu par spectrophotomètre à 505nm.
- **Calcul**

$$\frac{(A)_{\text{Echantillon}} - (A)_{\text{Blanc}}}{(A)_{\text{Etalon}} - (A)_{\text{Blanc}}} \times 200 \text{ (Etalon conc)} = \text{mg /dl de TR dans l'échantillon}$$

3.6 Dosage des polyphénols

➤ Principe

La quantification des phénols totaux présents dans l'huile a été réalisée par la méthode colorimétrique utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu. L'absorbance a émesurée à l'aide d'un

spectrophotomètre, à une longueur d'onde de 725 nm, conformément aux travaux de Besbes *et al.* (2005) et Basuny et Al-Marzooq (2011).

➤ Mode opératoire

Mettre 200 µl de l'extrait dans un tube à essai, ajouter 1 ml de Folin-Ciocalteu dilué dans H₂O distillée (v /v) dans le tube, agiter vigoureusement puis laisser agir 5 min à l'abri de la lumière avant d'ajouter 800 µl de carbonate de sodium à 7.5% (Dilué dans l'eau distillée)

Après 30 minutes d'incubation à température ambiante (30°C) et à l'obscurité, lire les Absorbances à partir du spectrophotomètre UV-visible à 765 nm contre le blanc.

La teneur des polyphénols totaux (mg EGA/g d'extrait équivalent d'acide gallique) sont calculées en se référant à la gamme d'étalonnage avec l'acide gallique avec des concentrations connues (20, 40, 60, 80, 120, 160, 200 µg/ml).

Concentration d'acide gallique (µg/ml)	7.81	15.62	62.5	125	250	1000
Volume prélevé de la solution (ml)	1	1	1	1	0.5	
Volume d'eau distillée ajouté(ml)	1	1	1	1	1.5	

3.7 Les activités biologiques

3.7.1 L'activité antioxydante

Détermination du pouvoir antiradicalaire par la méthode au DPPH

➤ Principe

L'activité antiradicalaire du DPPH dans les extraits phénoliques est évaluée selon la méthode de Brand-William *et al.* (1995). Cette approche repose sur la capacité des antioxydants à neutraliser le radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle (DPPH), qui se transforme en hydrazine (forme nonradicalaire) Mécanisme réactionnel intervenant lors du test DPPH entre l'espèce radicalaire (DPPH°) et un antioxydant (AH) (Moudache, 2017) qui a capté un atome d'hydrogène. Plus la décoloration est prononcée, plus le composé est considéré comme un antioxydant puissant.

➤ Mode opératoire

80 mg d'huile de noyaux de dattes été dissoute dans 1 ml du solvant diméthylsulfoxyde (DMSO), puis le mélange a été bien agité à l'aide d'un vortex pour assurer l'homogénéité de la solution. Les dilutions sont préparées à partir de la solution mère comme suit :

Huile mg/ml	10	20	40	60	80
Solution mère g/ml	125	250	500	750	1000
DMSO	875	750	500	250	

Dans le cadre de l'évaluation de l'activité antioxydante, 200 µl de chaque dilution a été prélevé et 800 µl de la solution de DPPH a été ajouté, le mélange est bien agité et laissé agir pendant 30 min à l'obscurité, un changement de couleur soit observé, passant du violet au jaune, indique ainsi une activité oxydante résultant de la réaction de l'huile avec les radicaux libres. Les densités optiques ont été mesurés à 570 nm par spectrophotomètre.

Le même protocole a été réalisé pour le standard acide ascorbique à différentes concentrations (7,81 ; 15,62 ; 31,25 ; 62,5 ; 125 ; 250 µg/ml).

Le pourcentage d'inhibition % a été calculé comme suit :

$$\frac{(\text{DO contrôle} - \text{DO échantillon})}{\text{DO contrôle}} * 100$$

Où le contrôle : solution de DPPH

3.7.2 L'activité antibactérienne :

L'évaluation de l'activité antibactérienne a été réalisée en utilisant la technique de diffusion sur milieu gélosé (Bauer *et al.*, 1966).

➤ Préparation de milieu de culture

La préparation du milieu de culture repose sur l'utilisation du milieu Müller Hinton. Celui-ci est liquéfié dans un bain-marie à 95 °C, puis réparti dans des boîtes de Pétri de 90 mm de diamètre, à raison de 15 ml par boîte.

➤ Préparation des extraits

Les dilutions des huiles essentielles ont été préparées en dissolvant 35 mg d'huile dans 1ml de DMSO.

Des concentrations de 25 %, 50 %, 75 % et 100 % ont été obtenues à l'aide de volumes appropriés d'huile et de DMSO comme suit : 250 μ l d'huile + 750 μ l de DMSO (25 %), 500 μ l + 500 μ l (50 %), 750 μ l + 250 μ l (75 %) et 1ml d'huile pure (100 %).

➤ Préparation de l'inoculum bactérien

Une suspension bactérienne a été réalisée pour chaque souche testée *Escherichia coli* (ATCC25922), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC25959) et *Staphylococcus aureus* (ATCC25923). À l'aide d'une anse de platine stérile, quelques colonies ont été prélevées à partir de milieux préalablement cultivés, puis transférées dans des tubes contenant chacun 5 ml d'eau physiologique stérile (**figure 09**). Après homogénéisation, les suspensions obtenues ont été utilisées dans les 15 minutes suivant leur préparation afin de préserver la viabilité des



bactéries.

Figure 10 : Les tubes de la suspension bactérienne (Tabane.R, 2025).

➤ Ensemencement du milieu Muller-Hinton et dépôt des disques

Pour chaque souche bactérienne (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus*), deux boîtes de Pétri contenant le milieu gélosé Muller-Hinton ont été Ensemencées à l'aide d'écouvillons stériles trempés dans une suspension bactérienne homogène. L'ensemencement a été réalisé de manière uniforme sur toute la surface de la gélose, sans rotation des boîtes.

Des disques de papier Whatman stériles (6 mm de diamètre) ont été imprégnés de 40 µL d'extrait de l'huile de noyaux de dattes aux concentrations de 100 %, 75 %, 50 % et 25 %, puis laissés à température ambiante pendant 15 minutes. Ces disques ont ensuite été déposés stérilement sur la gélose, à proximité d'un bec Bunsen pour éviter toute contamination. Pour chaque souche, deux configurations ont été appliquées : dans la première boîte, deux disques superposés ont été placés pour chaque concentration, tandis que dans la seconde, un seul disque par concentration a été utilisé.

Par ailleurs, trois boîtes de contrôle ont été préparées, chacune ensemencée avec une souche bactérienne différente, sans ajout d'extrait, mais avec des disques d'antibiotiques standards (Rifampicine, Gentamicine et Cefoxitine). Cela a permis de comparer l'efficacité de l'extrait étudié à celle des antimicrobiens conventionnels.

➤ Lecture des résultats

La lecture des résultats s'effectue après 24 heures d'incubation à 37 °C.

- Une zone d'inhibition visible autour du puits indique que l'extrait exerce une activité inhibitrice sur la souche.
- En l'absence de cette zone, aucune activité inhibitrice n'est détectée vis-à-vis de la souche testée.
- L'activité antibactérienne est évaluée en mesurant le diamètre des zones claires (zones d'inhibition) formées autour des puits, en incluant le diamètre du puits lui-même.

3.7.3 L'activité anti-inflammatoire

Pour l'évaluation de l'activité anti inflammatoire par dénaturation des protéines (Farooq *et al.*, 2022), nous avons préparé quatre solutions : la solution tampon phosphate PBS (pH 7,4), la solution de l'albumine bovine sérique BSA à 1%, l'extrait d'huile 100mg/ml et la solution de diclofénac de sodium 1mg/ml comme standard de l'activité.

Les différentes concentrations de l'huile et le standard ont été dilués dans le PBS. 800 µl de chacune ont été prélevés sur lesquelles 200 µl de la solution BSA 1% a été ajouté. Le mélange a été incubé 15 min à 37°C puis incubé à 70°C pendant 5 min. Après refroidissement, les densités optiques sont lus à 660 nm par spectrophotomètre.

Le pourcentage d'inhibition de l'inflammation est calculé par la formule suivante :

$$\%d'inhibition = \frac{(DO_{contrôle} - DO_{échantillon})}{DO_{contrôle}} * 100$$

où : contrôle : contient le PBS + la solution de BSA 1%

3.7.4 L'activité de stabilisation membranaire des globules rouges

L'activité anti-inflammatoire membranaire a été évaluée *in vitro* par la méthode de stabilisation des globules rouges (Shinde *et al*, 1999), une méthode basée sur la prévention de la lyse des érythrocytes en présence d'un agent stressant (l'hyposulfite de sodium). Quatre solutions ont été préparées : la solution tampon PBS (pH 7,4), la solution de L'hyposulfite de sodium 0,5%, la solution d'huile 100mg/ml et la solution de diclofénac sodique (1 mg/ml).

Pour la préparation des globules rouges, 5 ml de sang hépariné ont été lavés trois fois avec 10 ml de PBS par centrifugation à 3000 rpm pendant 10 minutes. Le culot obtenu a été ensuite dilué à 10% en mélangeant 0,5 ml de globules rouges avec 4,5 ml de PBS.

Dans chaque tube de test, 0,5 ml de suspension de globules rouges, 0,5 ml de solution de l'hyposulfite et 0,5 ml de l'extrait testé de différentes concentrations ont été ajoutés (ou du contrôle positif le diclofénac de sodium).

Les tubes ont été incubés à 37°C pendant 30 minutes, puis centrifugés à 2500 rpm pendant 5 minutes. L'absorbance des surnageants a été mesurée à 540 nm à l'aide d'un spectrophotomètre afin d'évaluer l'effet protecteur contre la lyse membranaire.

Le pourcentage d'inhibition de la lyse membranaire des globules rouges a été calculé selon la formule suivante :

$$\%d'inhibition = \frac{(DO_{contrôle} - DO_{échantillon})}{contrôle} * 100$$

Où : contrôle : contient la solution des Globules rouge + l'hyposulfite de sodium

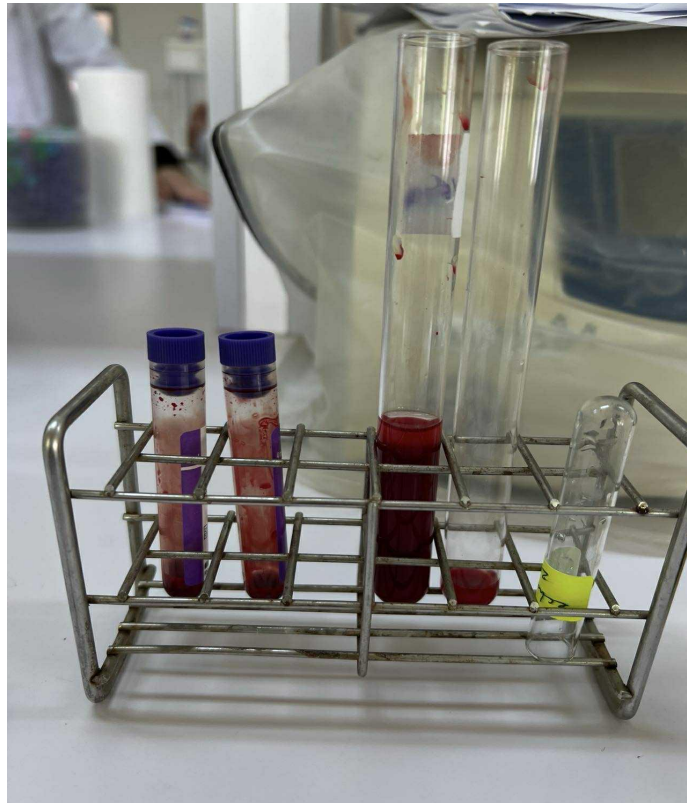


Figure 11: préparation des globule rouges pour le test de stabilisation membranaire (Tabane.R, 2025).

Chapitre 4 : Résultats et discussion

4.1 Rendement de l'extraction

La méthode d'extraction la plus utilisée pour extraire les matières grasses est l'extraction solide-liquide par Soxhlet, en servant de l'hexane comme solvant en raison de ses propriétés apolaires qui lui confèrent une grande affinité pour les lipides.

À partir de 100 g de poudre de noyaux de dattes, l'extraction réalisée a permis d'obtenir un extrait huileux de couleur jaune foncé, avec un rendement de **9,8 %**.

Ce rendement est considéré comme satisfaisant et se rapproche de certaines valeurs rapportées dans la littérature. Par exemple, Kazemi et Dadkhah (2012) ont obtenu **13,2%** pour la variété Shavi-Sgirin cultivés en Iran, tandis que Benyoussef *et al.* (2017) ont rapporté un rendement plus faible de **4,44%** pour la variété Allig en Tunisie.

Ces différences peuvent s'expliquer par la variété des dattes, les conditions climatiques, ou encore les méthodes d'extraction employées.

En conclusion, ces résultats confirment que les noyaux de dattes constituent une source potentielle et intéressante d'huile, qui pourrait être valorisée dans divers domaines tels que l'agroalimentaire, la cosmétique ou la pharmacologie.

4.2 Le taux d'humidité

La teneur en eau est un critère de qualité utilisé essentiellement pour estimer le degré d'humidité du noyau de datte et elle renseigne sur la stabilité du produit contre les risques d'altération durant la conservation.

Le taux d'humidité de la poudre des noyaux de dattes de notre variété Ghars est de 6,13%. Cette valeur est inférieure à la plage normale de 10 à 10,7 % mentionnée par Munier, (1973). Par contre, notre valeur est supérieure à celle trouvée par Al-Farsi *et al.*, (2007), qui est de 4,4% pour la variété Um-sallah, 3,14% pour la variété Mabseli et 5,19% pour la variété Shahal.

Le taux d'humidité des noyaux de dattes est similaire à celui d'autres produits alimentaires, comme la paille de céréales (10-15%) selon Chenost *et al.* (1991) et 7-11% selon Chabaca *et al.* (2000), les pédicelles de dattes qui contiennent 10,4% comme le mentionnent F.Arbouche et H.S Arbouche,(2008), le blé avec une teneur en eau de 13,8%, l'orge également. (12,4%) et la céréale d'avoine (12,6%) (Anonyme, 1999). Ainsi, en termes de contenu en eau, les noyaux de dattes peuvent être catégorisés parmi les graines et céréales à faible teneur en eau.

4.3 Dosage des triglycérides

L'analyse quantitative des TG dans l'huile extraite des noyaux de dattes, réalisée à l'aide du kit Spinreact, a permis d'obtenir une teneur de **261 mg/dL**, soit **2,61 g/L**. Cette valeur reflète une présence significative de triglycérides dans l'huile, confirmant sa nature lipidique typique des huiles végétales.

Cette teneur témoigne de la richesse de l'huile en composés lipidiques majoritairement sous forme de TG, ce qui confirme la nature classique des huiles végétales, dont les TG représentent généralement plus de 95 % de la composition totale. Également, on retrouve des diglycérides (1–2 %), des acides gras libres (~0,5 %), des phospholipides ainsi que d'autres composés mineurs (~2,5 %) (Gunstone *et al.*, 2007).

Selon Besbes *et al.* (2004), la fraction des TG issue de noyaux de dattes atteint 97,26 % pour la variété Deglet Nour et 98,90 % pour la variété Allig, démontrant la pureté lipidique remarquable de cette huile. Ces triglycérides sont formés principalement d'acides gras spécifiques, notamment l'acide oléique ~39 %, l'acide laurique ~24 %, l'acide linoléique ~12%, l'acide palmitique ~8,5 % ainsi que d'autres acides gras en moindres proportions.

Ces résultats, soulignent l'intérêt de cette huile en tant que source naturelle d'acides gras bénéfiques, en particulier d'acides gras mono- et polyinsaturés et constitue d'elle une source lipidique valorisable, tant sur le plan nutritionnel qu'industriel.

4.4 Évaluation des polyphénols

La teneur totale en polyphénols de l'huile de noyaux de dattes a été évaluée à l'aide de la méthode de Folin-Ciocalteu afin de déterminer la quantité totale de composés phénoliques présents dans l'échantillon huileux.

Différentes concentrations en acide gallique ont été utilisées pour réaliser une gamme d'étalonnage. Le calculer la teneur totale en polyphénols en μg d'acide gallique (EAG) / mg d'extrait dans l'extrait huileux est basé sur la courbe d'étalonnage d'acide gallique entre la concentration d'acide et l'absorbance. Cette relation a été estimée par l'équation de régression linéaire.

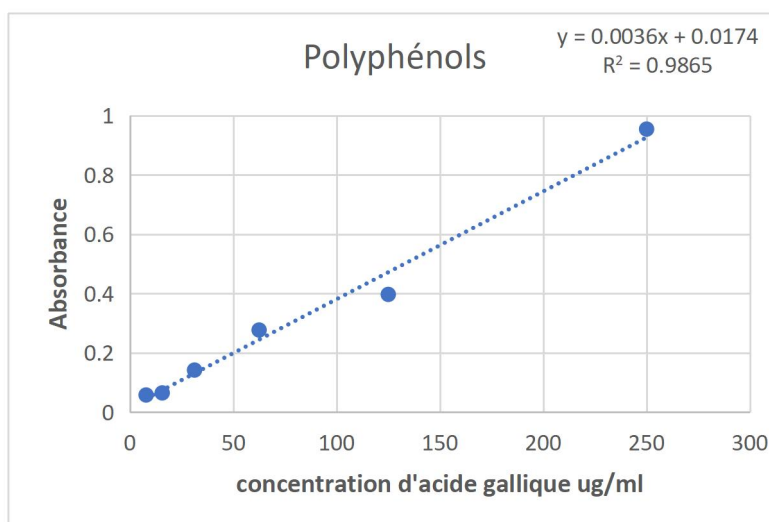


Figure 12 : Courbe d'étalonnage d'acide gallique (µg/mL)

Dans cette étude, la teneur en polyphénols totaux dans l'huile de noyaux de dattes a été déterminée, atteignant **10,78 µg** équivalent d'acide gallique/mg d'extrait, soit **10,78 mg EAG/g**.

Cette valeur est nettement supérieure à celles rapportées dans une étude récente de Boukouada *et al.* (2014), qui a évalué trois variétés saoudiennes : Al-Khalas, Al-Raziz et Al-Ajwa, avec des teneurs respectives de 302,53, 274,17 et 285,73 mg/100 g d'huile. Cette différence importante peut être attribuée à plusieurs facteurs, notamment la variété des dattes, les conditions pédoclimatiques, la méthode d'extraction utilisée ainsi que la concentration de l'extrait. Ces résultats suggèrent que l'huile analysée dans notre étude pourrait présenter un fort potentiel antioxydant.

L'étude de Van Hoed (2010) a trouvé des valeurs assez élevées, entre 580,4 et 1810,3 µg d'équivalent acide gallique par mg d'huile. Par contre, Besbes *et al.* (2004) ont noté des niveaux bien plus bas, entre 22,3 et 52,8 µg/mg, selon le type de datte.

Cette différence vient souvent des méthodes d'extraction utilisées (pression vs extraction au solvant), du solvant lui-même, de la matière première, et aussi de la variété des dattes. En plus, la quantité de composés phénoliques dans l'huile ne reflète pas forcément tout ce qu'il y a dans le noyau, car beaucoup de phénols sont polaires et ne se dissolvent pas complètement dans l'huile. Ça explique pourquoi les résultats varient d'une étude à l'autre.

4.5 Activité Antioxydante (DPPH)

L'activité antioxydante de l'huile extraite des noyaux de dattes a été évaluée à l'aide du test DPPH, avec un calcul de la valeur IC₅₀ pour l'huile et pour le référentiel de mesure (acide ascorbique).

Les résultats ont révélé que l'huile présente une IC₅₀ de **59,94 mg/mL**, ce qui signifie qu'à cette concentration, elle est capable d'inhiber 50 % des radicaux libres, le DPPH dans notre étude.

En comparaison, l'acide ascorbique présente une valeur IC₅₀ de **0,124 mg/ml**, révélant une activité antioxydante bien plus puissante que celle de l'huile.

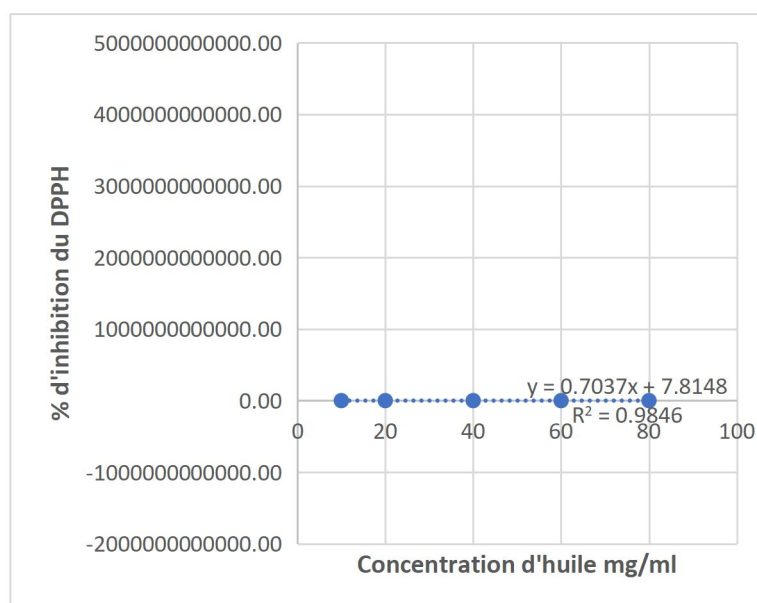


Figure 13 : Courbe de l'activité antioxydante de l'huile de noyaux de dattes (test de DPPH)

Pour approfondir l'analyse, l'équation de la droite issue de la courbe d'inhibition a été utilisée afin d'estimer la concentration nécessaire pour atteindre 100 % d'inhibition des radicaux libres (IC₁₀₀). Cette concentration a été déterminée à **131 mg/mL**.

Ces résultats d'IC₅₀ (59,94 mg/mL) et d'IC₁₀₀ (131 mg/mL), mettent en évidence que l'huile extraite des noyaux de dattes présente une activité antioxydante modérée. En effet, une concentration relativement élevée est nécessaire pour atteindre une inhibition totale des radicaux libres (DPPH). Comparativement à des antioxydants de référence tels que l'acide ascorbique, dont l'IC₅₀ est généralement bien plus faible, l'efficacité de cette huile reste limitée. Cette différence pourrait s'expliquer par la nature chimique des composés bioactifs

présents dans l'huile ainsi que leur concentration, notamment les acides gras, les composés phénoliques ou encore les tocophérols, qui influencent directement le potentiel antioxydant.

En comparant ce résultat avec les données rapportées dans des études antérieures, notamment celle de Kazemi et Dadkhah (2012), les pourcentages d'inhibition obtenus pour diverses huiles de noyaux de dattes variaient entre 5,1 % et 55,5 % à une concentration maximale de 20 % (v/v), sans mention explicite des valeurs IC_{50} . Toutefois, l'efficacité limitée à des concentrations élevées suggère également une faible activité antioxydante. Ces résultats, qu'ils proviennent de notre étude ou de celles cités en référence, pourraient être attribués à une faible teneur en composés phénoliques ou en autres antioxydants naturels efficaces.

Une autre étude a été menée sur des extraits méthanoliques et d'acétate d'éthyle provenant des noyaux de plusieurs variétés de palmier dattier afin d'évaluer leur activité antioxydante à l'aide du test DPPH. Les résultats ont révélé une efficacité notable, en particulier dans les extraits méthanoliques des noyaux de la variété Kentichi, qui ont affiché une valeur IC_{50} de 31,05 $\mu\text{g/mL}$, proche de celle de l'antioxydant de référence butylhydroxytoluène ($IC_{50} = 12,80 \mu\text{g/mL}$). Cette forte activité a été attribuée à une concentration élevée de composés phénoliques et flavonoïdes, connus pour leur capacité à donner des électrons, inhiber les radicaux libres et chélater les ions métalliques favorisant les réactions oxydatives (Hamden *et al.*, 2009 ; Keskes *et al.*, 2014).

En revanche, l'huile extraite des noyaux de dattes a montré une faible capacité à neutraliser les radicaux libres, avec une valeur IC_{50} de 59,94 mg/ml, nettement plus élevée que celle des extraits polaires. Cela indique une activité antioxydante réduite, probablement due à la faible concentration en composés phénoliques et flavonoïdes solubles dans l'huile, ainsi qu'à l'absence relative de certains composés hydrosolubles tels que la vitamine C, qui ne sont généralement pas extraits dans la phase huileuse. De plus, des facteurs comme le type de solvant utilisé et les conditions d'extraction (température, durée) peuvent limiter l'efficacité de l'extraction des molécules bioactives, influençant négativement l'activité antioxydante.

4.6 Activité antibactérienne

L'activité antibactérienne de l'huile des noyaux de datte a été évaluée contre trois souches bactériennes distinctes en utilisant la méthode des disques.

L'objectif principal de ce test était de déterminer si les souches étudiées présentaient une sensibilité ou une résistance vis-à-vis de cette huile. Les souches testées comprenaient

Staphylococcus aureus (bactérie à Gram positif), ainsi que *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa* (bactéries à Gram négatif). Pour établir une comparaison pertinente, des antibiotiques standards ont également été utilisés : la gentamicine et la rifampicine pour les bactéries à Gram négatif, ainsi que la céfoxitine et la rifampicine pour *S. aureus*.

Les résultats ont révélé une activité antibactérienne uniquement à l'égard de *Staphylococcus aureus*, avec des diamètres de zones d'inhibition variant entre 7,2 mm et 7,5 mm. Bien que ces valeurs soient relativement faibles, elles indiquent néanmoins un effet inhibiteur, pouvant être qualifié d'activité faible. En revanche, aucune zone d'inhibition n'a été observée autour des puits pour *E. coli* et *P. aeruginosa*, ce qui témoigne d'une absence totale d'activité antibactérienne dans les conditions expérimentales actuelles. ces observations sont visibles sur les boîtes de pétri (voir la figure 14). Cette résistance pourrait s'expliquer par la structure spécifique de la paroi cellulaire des bactéries à Gram négatif, connue pour sa complexité et sa capacité à empêcher la pénétration de nombreuses substances, notamment les huiles végétales. L'absence d'un solvant ou d'un émulsifiant adapté pourrait également avoir limité la diffusion et l'efficacité de l'huile dans le milieu de culture.

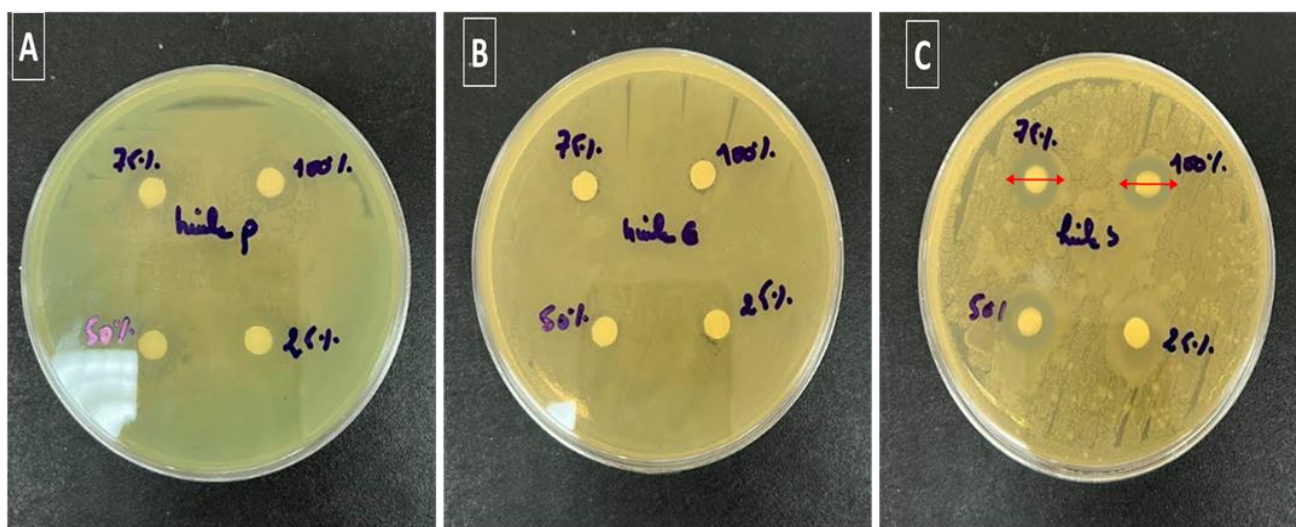


Figure 14: Effet de l'huile de noyaux de dattes sur la croissance bactérienne. **A :** *Pseudomonas aeruginosa*, **B :** *E.coli* , **C :** *S.aureus*

En comparaison avec les antibiotiques standards, les trois souches bactériennes ont montré une sensibilité marquée, avec des diamètres de zones d'inhibition variant entre 21 mm et 26 mm. Pour *Staphylococcus aureus*, le diamètre de la zone d'inhibition était d'environ 23

mm avec la Céfoxitine, et d'environ 26 mm avec la Rifampicine (voir la figure 15), ce qui indique une sensibilité élevée à ces deux antibiotiques. Concernant *Escherichia coli*, les diamètres enregistrés étaient de 22 mm pour la Gentamicine et de 23 mm pour la Rifampicine, révélant également une bonne sensibilité. De même, *Pseudomonas aeruginosa* a présenté des zones d'inhibition de 21 mm avec la Gentamicine et de 22 mm avec la Rifampicine, confirmant sa sensibilité à ces traitements.

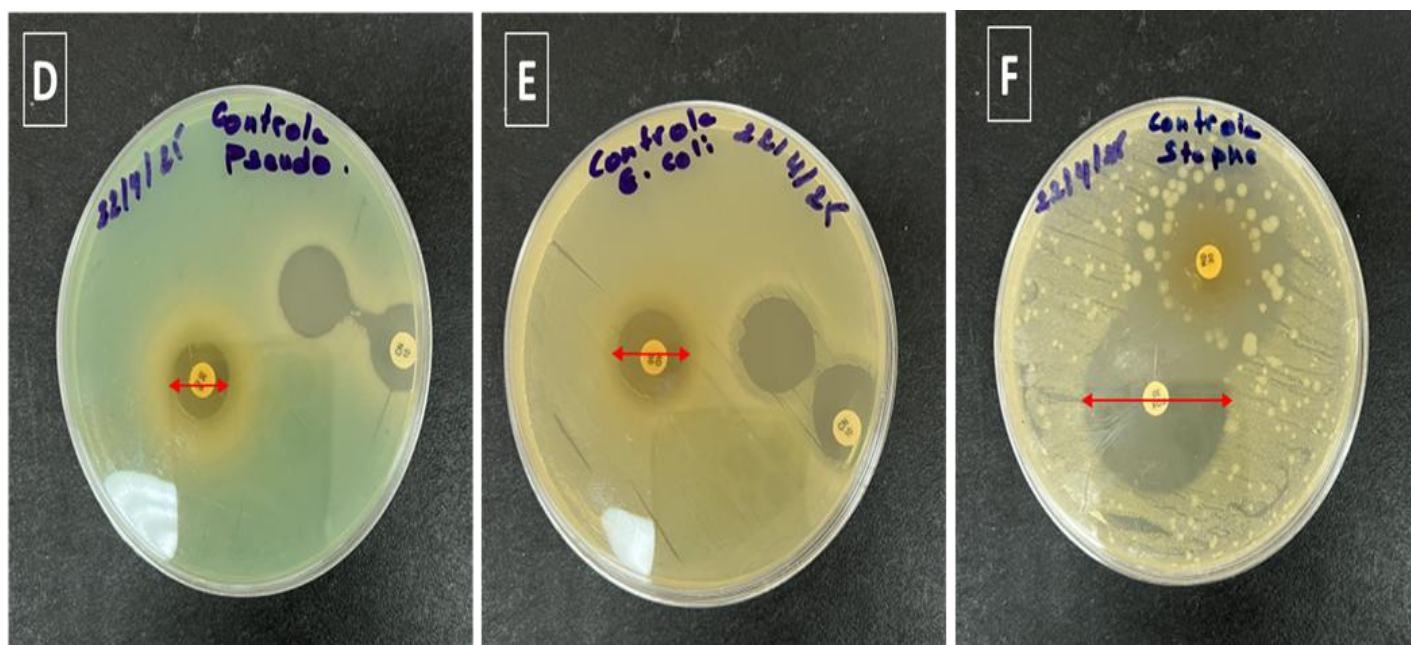


Figure 15 : Effet des antibiotiques sur la croissance bactérienne. **D :** Effet de la gentamicine et la rifampicine sur la croissance de *Pseudomonas aeruginosa*. **E :** Effet de la gentamicine et la rifampicine sur la croissance de *E.coli*. **F :** Effet de la céfoxitine et la rifampicine sur la croissance de *S.aureus*

Le tableau suivant présente une synthèse comparative des diamètres d'inhibition observés pour l'huile de noyaux de datte et les antibiotiques standards, selon chaque souche testée.

Tableau 04 : Activité antibactérienne de l'huile de noyaux de dattes et des antibiotiques

	<i>S. aureus</i>	<i>E.coli</i>	<i>P.aeruginosa</i>
Zones d'inhibition avec l'huile	7,2-7,5mm	0 mm	0mm
Sensibilité à l'huile	Sensible	Résistante	Résistante
ATB 1	Céfoxitine :23 mm	Gentamicine :22 mm	Gentamicine : 21 mm
ATB 2	Rifampicine :26 mm	Rifampicine : 23 mm	Rifampicine :22 mm
Sensibilité au antibiotiques	Très sensible	Sensible	Sensible

Ces résultats soulignent que toutes les souches bactériennes testées sont sensibles aux antibiotiques utilisés, ce qui contraste nettement avec l'effet limité de l'huile des noyaux de dattes, dont l'activité antibactérienne s'est manifestée uniquement contre *Staphylococcus aureus*, et de manière faible (diamètres entre 7,2 mm et 7,5 mm). Aucune activité n'a été observée contre les souches à Gram négatif (*E. coli* et *P. aeruginosa*), ce qui suggère que, dans les conditions expérimentales actuelles, l'huile présente une efficacité antibactérienne restreinte et ne peut être comparée en termes de puissance aux antibiotiques conventionnels.

Garba *et al.* (2012) ont rapporté des zones d'inhibition allant de 9 à 15 mm contre *Escherichia coli*, lors de l'évaluation de l'activité antibactérienne d'extraits naturels.

Selon une étude menée par Bouhlali *et al.* (2016), les diamètres d'inhibition observés chez différentes souches bactériennes telles que *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus* ont varié entre $7,66 \pm 0,44$ mm et $14,66 \pm 0,44$ mm lors de l'utilisation d'extraits de dattes provenant du Maroc.

Selon Bouafia et Mahma (2017), les souches pathogènes *Pseudomonas aeruginosa* et *Proteus mirabilis* se sont révélées être les plus résistantes aux extraits de dattes issus des cultivars Ghars, Deglet-Nour et Degla-Beida.

Ces résultats sont en accord avec nos observations, où *P. aeruginosa* n'a présenté aucune zone d'inhibition en présence de l'huile de noyaux de datte, traduisant ainsi une résistance totale. Cela confirme le caractère naturellement résistant de cette souche, souvent attribué à la structure complexe de sa membrane externe riche en lipopolysaccharides, qui limite la pénétration de nombreuses substances antimicrobiennes, y compris les huiles végétales.

Les résultats concernant l'efficacité des extraits de dattes contre les souches bactériennes varient selon les études, ce qui peut être attribué à divers facteurs techniques et expérimentaux. Dans notre étude, *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa* n'ont montré aucune réaction face à l'huile de noyau de datte, indiquant une résistance totale dans les conditions de test. En revanche, certaines recherches, comme celles menées par Saci et Tliba (2019), ont observé une activité inhibitrice contre *E. coli* en utilisant des extraits aqueux issus de différentes variétés de dattes.

Cette variabilité pourrait s'expliquer selon les observations de Cowan (1999), qui souligne que plusieurs éléments influencent les résultats obtenus : la méthode d'évaluation de l'activité antibactérienne, l'impact de la matrice biologique, la nature et la composition des principes actifs, la dose utilisée, ainsi que les caractéristiques des micro-organismes ciblés.

4.7 Activité anti inflammatoire

Dans le cadre de notre étude, l'extrait huileux obtenu à partir des noyaux de dattes a présenté une activité anti-inflammatoire intéressante, avec un pourcentage d'inhibition de la dénaturation des protéines de 85% à une concentration d'huile de 20mg/ml, évaluée par la méthode de stabilisation de l'albumine sérique bovine (BSA). Le diclofénac, utilisé comme substance de référence, a montré une inhibition à 85% relativement élevée à la concentration 250 µg/ml, ce qui témoigne d'un effet significatif dans nos conditions expérimentales.

Ces résultats ont été comparés à ceux de Sasikumar *et al.* (2015), qui ont évalué des extraits aqueux et éthanolique des noyaux de dattes. Leurs extraits ont affiché des IC₅₀ de 53,75 ± 13,49 µg/ml (aqueux) et 57,96 ± 21,03 µg/ml (éthanolique), tandis que l'ibuprofène utilisé comme standard a présenté une IC₅₀ de 54,68 ± 10,98 µg/ml. Il est important de noter que les extraits utilisés dans cette étude étaient de nature polaire, riches en composés phénoliques hydrosolubles, contrairement à notre extrait lipidique, ce qui peut expliquer en partie la différence d'efficacité observée.

Malgré cette variation dans la nature des extraits, les deux études confirment le potentiel anti-inflammatoire des noyaux de dattes, bien que les mécanismes d'action puissent différer en fonction des familles de composés extraits. Dans une autre étude, l'activité anti-dénaturation des protéines a été évaluée à l'aide d'extraits de noyau de datte, la variété Jihl présentant une inhibition notable avec une valeur de IC₅₀ = 90,34 µg/ml, comparativement au IC₅₀ = 225,04 µg/ml obtenu pour le diclofénac sodique (Bouhlali *et al.*, 2018).

Bien que le type d'échantillon diffère entre les deux études extrait dans l'étude mentionnée versus huile de noyau de datte dans la présente étude les résultats restent globalement comparables, avec un pourcentage d'inhibition de 85% enregistré dans notre travail. Ces données suggèrent que les composés bioactifs contenus dans le noyau de datte, qu'ils soient sous forme d'extraits ou d'huile, possèdent un potentiel anti-inflammatoire significatif, ce qui renforce l'intérêt pour leur utilisation dans le développement de nouveaux agents thérapeutiques anti- inflammatoires.

4.8. L'activité de la stabilisation membranaire des Globules rouges

Dans notre étude, l'huile extraite des noyaux de datte a montré une activité anti-inflammatoire de stabilisation membranaire des GR de **42,9 %** à la concentration de 1 mg/ml, comparée au médicament de référence, le diclofénac, dont la valeur de l'IC₅₀ est estimée à **817,65 µg/ml**. Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par Mohammad *et al.* (2023).

Un taux d'inhibition de 42 % a été observé pour l'extrait méthanolique à une concentration de 500 µg/ml, avec une valeur d'IC₅₀ estimée à 125 µg/ml, inférieure à celle du diclofénac dans la même étude (IC₅₀ = 225,04 µg/ml), ce qui témoigne de l'efficacité potentielle de cette huile dans la réduction de l'inflammation.

Le noyau de datte contient des composés actifs capables d'inhiber les processus inflammatoires, tels que les polyphénols et les flavonoïdes, connus pour leur capacité à inhiber la cyclooxygénase, une enzyme clé dans la synthèse des médiateurs inflammatoires comme les prostaglandines. Cela explique l'activité anti-inflammatoire observée dans notre étude ainsi que celle de Mohammad *et al.* (2023), malgré les différences dans les méthodes d'extraction et les concentrations utilisées. Ainsi, l'huile de noyau de datte présente une activité prometteuse en tant qu'anti-inflammatoire naturel et pourrait constituer une alternative potentielle aux traitements chimiques conventionnels avec moins d'effets secondaires.

Conclusion et perspectives

Les noyaux de dattes possèdent des caractéristiques biologiques significatives qui leur confèrent un potentiel d'utilisations dans différents secteurs tels que la médecine, la pharmacologie, la cosmétologie, l'agroalimentaire, etc. Leur valorisation dans nos jours est un sujet d'intérêt grâce à leur disponibilité abondante et leurs caractères encore sous-exploités.

Dans le cadre de ce travail, nous avons entrepris l'étude des activités biologiques de l'huile extraite des noyaux de *Phoenix dactylifera*, dans le but d'évaluer son potentiel thérapeutique et fonctionnel. Les résultats obtenus nous ont permis de mettre en évidence plusieurs propriétés intéressantes de cette huile, notamment :

L'extraction de l'huile a permis d'obtenir un rendement de 9,8 %. L'analyse chimique a mis en évidence une teneur significative en triglycérides (261 mg/dL, soit 2,61 g/L) ainsi qu'une concentration relativement élevée en polyphénols totaux (10,78 mg équivalent acide gallique/g d'extrait), ce qui suggère une richesse en composés bioactifs.

Les tests biologiques réalisés ont révélé plusieurs activités notables :

- Une activité antioxydante marquée, avec une CI_{50} de 59,94 mg/mL qui indique tout de même une capacité anti-radicalaire appréciable.
- Une activité antibactérienne significative contre *Staphylococcus aureus*. En revanche, aucune activité n'a été détectée contre *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa*, ce qui suggère une efficacité limitée aux bactéries Gram-positives.
- Une activité anti-inflammatoire intéressante, avec un pourcentage d'inhibition marquant.

Ces résultats suggèrent que les noyaux de dattes, souvent considérés comme des déchets agroalimentaires, peuvent constituer une source potentielle de propriétés biologiques et composés bioactifs valorisables en cosmétique, en pharmacie ou en agroalimentaire.

Comme complément à ces travaux il sera souhaitable de :

- D'approfondir l'étude des sous-produits du palmier dattier, notamment les noyaux, et de découvrir d'autres potentiels pour leur utilisation. Par conséquent, il serait préférable d'explorer une méthode d'extraction plus appropriée pour obtenir un rendement supérieur et une application plus valorisante.

- Réaliser des analyses plus spécifiques en tenant compte de la composition des huiles examinées, notamment leur teneur en acides gras saturés, insaturés et polyinsaturés, par des méthodes telles que l'analyse GC/MS.
- Explorer les polyphénols présents dans ces noyaux afin de valoriser leur potentiel économique, en fonction des différentes variétés étudiées.

Références

Bibliographiques

A

- Abdul Afiq M. J., Abdul Rahman R., Che Man Y. B., AL-Kahtani H. A., et Mansor T. T., (2013).** Date seed and date seed oil. *International Food Research Journal*, 2035-2043.
- Acourene S., Tama M., 1997.** Caractérisation physicochimique des principaux cultivars de datte de la région de Ziban. *Revue recherche Agronomique*, Ed. INRAA, N° 1, 59-66 pp.
- Ahmed, I. A., Ahmed, A. W. K., & Robinson, R. K. (1995).** Chemical composition of date varieties as influenced by the stage of ripening. *Food chemistry*, 54(3), 305-309.
- Ait Mouhoub, M., & Oubouid, S. (2020).** Characterization of phytochemicals, Antioxidant activity and fatty acid profile in date palm (*Phoenix dactylifera* L.) seeds from different Moroccan cultivars. *Heliyon*, 6(7), e04489.
- Al Dhaheri, A. S., Alhadrami, G. A., Aboalnaga, N., Wasfi, I. A., & El-Ridi, M. R. (2004).** Chemical composition of date pits and reproductive hormonal. *Food Chemistry*, 93-97.
- Al Harthi, S., Mavazhe, A., Al Mahroqi, H., & Khan, S. (2015).** Quantification of phenolic compounds, evaluation of physicochemical properties and antioxidant activity of fourdate (*Phoenix dactylifera* L.) varieties of Oman. *Journal of Taibah University Medical Sciences* 17.
- Al Juhaimi, F., Özcan, M. M., Adiamo, O. Q., Alsawmahi, O. N., Ghafloor, K., Babiker, E. E. (2018).** Effect of date varieties on physico-chemical properties, fatty acid composition, tocopherol contents, and phenolic compounds of some date seed and oils. *Journal of food processing and preservation*, 42(4), e13584.
- Al-Farsi M., Alasalvar C., Al-Abid M., Al-Shoaily K., Al-Amry M. et Al-Rawahy F.,(2007).** Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and their byproducts. *Food chemistry*, 104(3): 943-947.
- Al-Farsi, M. A., & Lee, C. Y. (2011).** Usage of date (*Phoenix Dactylifera* L) seeds in Human Health and animal feeds. *Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention*, 447-452.
- Al-Shahib, W., & Marshall, R. J. (2003).** The fruit of the date palm: its possible use as the best food for the future. *International journal of food sciences and nutrition*, 54(4), 247-259.
- Al-Zuhair S., Taher H., Al Dhaheri S., Wajeesh S., Nour M., El-Najjar E.,(2017).** Biodiesel Production from Oils Extracted from Date Pits. *Journal of Green and Sustainable Chemistry*, Vol.7, 48-56.
- Anonyme, (1999).** Valeur alimentaire des grains. Brochure de bromatologie à l'école nationale vétérinaire de Lyon.

Arbouche F., Arbouche H.S., (2008). Pédicelles de dattes du sud est Algérien : effets du traitement à l'urée et du mode de stockage sur leur composition chimique et leur digestibilité. *Livestock Research for Rural Development*, 20: 97.

Arzi A., Azarbani S., Aghel N., Nazari Z., Et Rezaei M. (2014). The preventive effect of date palm (*Phoenix dactylifera L.*) seed and fruit Hydroalcoholic extraction carrageenan induced inflammation in Male rat's hind paw. *Jundishapur Sci Med* .13(5) :P.495–502.

B

Bakkaye, S. (2006). Lexique phœnicicole en arabe et en mozabite. CWANA, HCA et RAB98/G31. 14-16, 24-25, 31P

Bandres M. (2007), Synthèse de solvants et plastifiants d'origine naturelle selon une démarche d'éco-conception. Application à la formulation de vernis à ongles. Thèse de doctorat, Soutenue le 21 Septembre 2007

Basuny, A. M., & Al-Marzooq, M. A. (2011). Production of Mayonnaise from Date Pit Oil. *Food and Nutrition Sciences*, 938-943.

Battesti, V. (2013). L'agrobiodiversité du dattier (*Phoenix dactylifera L.*) dans l'oasis de Siwa (Égypte). Entre ce qui se dit, s'écrit et s'oublie. *Revue D'ethnoécologie*, (4).

Bauer J., Badoud R., Loliger J. et Etournaud A. (2010). Science et technologie des aliments « principes de chimie des constituants et de technologie des procédés », 1^{ère} édition, presses polytechniques et universitaires romandes. Lausanne

Bauer, A. W., Kirby, W. M., Sherris, J. C., & Turck, M. (1966). Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. *American journal of clinical pathology*, 45(4), 493–496.

Bauza, E., Dal Farra, C., Berghi, A., Oberto, G., & Peyr, D. (2002). Date palm kernel extract exhibits antiaging properties and significantly reduces skin wrinkles. *Int J Tissue React* , 6- 131.

Benmeddour Z., Mehinagic E., Le Meurlay D., et Louaileche H., (2012). Phenolic composition and antioxidant capacities of ten Algerian date (*Phoenix dactylifera L.*) cultivars: A comparative study. *Journal of Functional Foods* , 1-9.

Benmehdi, E., Mebarki, R., & Boulal, A. (2019). Valorisation des noyaux de dattes par production de bioénergie dans la région d'Adrar. Diplôme de doctorat en science. Université Ahmed Draïa-Adrar.

Bentheaud, E. (2011). Document ressource. Comité Français du Parfum.

- Benyoussef S., Fakhfakh J., Breil C., Vian M. A., Farid C., et Allouche N., (2017).** Green extraction procedures of lipids from Tunisian date palm seeds. *Industrial Crops and Products*, 108 :520–525 from Iran. *Oriental journal of chemistry*, 1201-1205.
- Besbes S., Blecker C., Deroanne C., Drira N.E., et Attia H., (2004).** Graines de dattier :Composition chimique et profils caractéristiques du lipide fraction. *Chimie alimentaire*, Vol 84,p 577-584 .
- Besbes, S., Blecker, C., & Deroanne, C. (2004).** Date seed oil: phenolic, tocopherol and sterol profiles. *Journal of Food Lipids*, 11(4), 251–265. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4522.2004.01141.x>
- Besbes, S., Blecker, C., Deroanne, C., Bahloul, N., Lognay, G., Drira, N.-e., et al. (2004).** Date seed oil: Phenolic, Tocopherol and Sterol profiles. *Journal of Food Lipids*, 251–265.
- Besbes, S., Blecker, C., Deroanne, C., Lognay, G., Drira, N. E., & Attia, H. (2004).** Quality characteristics and oxidative stability of date seed oil during storage. *Food science and technology international*, 10(5), 333-338.
- Besbes, S., Blecker, C., Deroanne, C., Lognay, G., Drira, N.-E., & Attia, H. (2005).** Heating effects on some quality characteristics of date seed oil. *Food chemistry*, 469-476.
- Biobelle, C. (2019).** L'extraction à froid des huiles. 46 Cité Keur Damel, Dakar - Sénégal.
- Bouafia A., Mahma H., 2017.** Activité biologique des extraits de dates de la cuvette d'Ouargla. Mémoire Master en sciences de Biochimie Appliquée. Université KasdiMerbah Ouargla, Pp 40-41.
- Bouhlali E. D. T., Bammou M., Sellam K., BenlyasM., Alem C., Filali-Zegzouti Y., (2016).** Evaluation of antioxidant, antihemolytic and antibacterial potential of six Moroccan date fruit (*Phoenix dactylifera L.*) varieties. *Journal of King Saud University-Science*, vol. 28, 136-142.
- Bouhlali, E.D.T., El Hilaly, J., Ennassir, J., Benlyas, M., Alem, C., Amarouch, M.Y., Filali-Zegzouti, Y. (2018).** Anti-inflammatory properties and phenolic profile of six Moroccan date fruit (*Phoenix dactylifera L.*) varieties. *J. King Saud Univ. Sci.* 30 (4), 519–526
- Boukouada M., et Yousfi M., 2009.** Phytochemical study of date seeds lipids of three fruits (*phoenix dactylifera l*) produced in ouargla region, *Annales de la Faculté des Sciences et Sciences de l'Ingénieur* Vol. 1 N° (3), p69
- Boukouada, M., Ghiaba, Z., Gourine, N., Bombarda, I., Saidi, M. and Yousfi, M. (2014).** Chemical composition and antioxidant activity of seed oil of two Algerian date palm cultivars (*Phoenix dactylifera*). *Natural Product Communications*, 9 (12), 1777-1780. <https://doi.org/10.1177/1934578X1400901230>

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. Thèse de doctorat en Microbiologie Fondamentale et Appliquée. Université d'Oran 1 Ahmed Ben Bella, Oran, p 12.

Boussena Z., et Khali M., (2016). Extraction and chemical composition of Algerian date seeds oil, Société algérienne de nutrition, Vol.05 N°(02), p103.

Brand-Williams W., Cuvelier M., E., et Berset C. (1995). Use of the Free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT. Food Science and Technologie. 28(1),pp : 25-30

C

Chabaca R., Larwence A., Paynot M., et Tisserand J. L., (2000). Effet de diverses conditions de traitement à l'ammoniac d'une paille de blé sur les teneurs en acide pcoumarique et férulique et sur la dégradabilité de l'azote mesurée « in situ ». Annales de zootechnie, 49 : 29-38

Chaibi, N., Abdallah, A. B., Harzallah, H., & Lepoivre, P. (2002). Potentialités androgénétiques du palmier dattier Phoenix dactylifera L. et culture in vitro d'anthères. Biotechnology, Agronomy, Society and Environment (BASE), 6(4), 201-207.

Chauvin M. La réglementation française sur la valorisation agronomique des déchets organiques _Organisation et points principaux. ADEME Bretagne, 2004, 12 p.

Chehma A., et Longo, H. F., (2001). Valorisation des Sous-Produits du Palmier Dattier enVue de leur Utilisation en Alimentation du Bétail. Rev. Energ. Ren. : Production etValorisation – Biomasse, 59-64.

Chenost M., Grenet N., Morel d'Arleux F et Zwaenepoel., (1991). Synthèse sur les pailles de céréales. Comité des sous produits- RNED Bovins, 49

Cherifi M., (2007). Valorisation d'un résidu naturel ligno-cellulosique en charbon actif-exemple des noyaux de dattes. Revus des energies renouvelables ICRESD-07 : 187-192.

Chniti, S., Jemni, M., Bentahar, I., Shariati, M. A., Djelal, H., Amrane, A., et al. (2017). By-products of dates: Optimization of the extraction of juice using response surface methodologyand ethanol production. Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences , 204-208.

Cowan M. M., (1999). Plant products as antimicrobial agents. Clinical microbiology reviews, vol. 12(4), 564-582.

D

Dal Farra, C., Domloge, N., & Peyronel, D. (2006). Utilisation d'un extrait de noyaux de dattes pour traiter les manifestations du vieillissement cutane. Office européen des brevets, 1-4.

Dammak I., Ben Abdallah F., Boudaya S., Besbes S., Keskes L., El Gaied A., Turki H., Attia H., Hentati B., (2007). Date seed oil limit oxidative injuries induced by hydrogen

Dammak, I., Ben Abdallah, F., Boudaya, S., Besbes, S., Keskes, L., El Gaied, A., et al. (2007). Date seed oil limit oxidative injuries induced by hydrogen peroxide in human skin organ culture. BioFactors, 137-145.

Devshony S., Eteshola E., Shani A., (1992). Characteristics and Some Potential applications of Date Palm (Phoenix dactylifera. L) Seeds and Seed Oil. J.A.O.C.S., 69(6): 595–597

Djerbi M., (1994)- Précis de phoeniciculteurs. FAO, 192 p.

E

Elhoumaizi M., Saaïdi M., Oihabi A., Cilas C., (2002)- Phenotypic diversity of date-palm cultivars (Phoenix dactylifera L.) from Morocco. Genet. Resource. Corp. Evolved 49, 483–490 pp.

Emilie,F.(2005). Connaissance des aliments, Base alimentaire et nutritionnel de la diététique. Tec et Doc Lavoisier, 295-314

Espiard (2002), Introduction à la transformation industrielle des fruits, 2002, ED TECH et DOC-LAVOISIR Page 147-155

Eybert, S. (2012, 10 18). Les différents procédés d'extraction des principes actifs des plantes.

F

Farooq, S., Shaheen, G., Asif, H. M., Aslam, M. R., Zahid, R., Rajpoot, S. R., ... & Zafar, F. (2022). Preliminary phytochemical analysis: In-Vitro comparative evaluation of anti-arthritic and anti-inflammatory potential of some traditionally used medicinal plants. Dose-Response, 20(1), 15593258211069720.

Fikry M., Yusof Y. A., Al-Awaadh A. M., Abdul Rahman R., Ling Chin N., et Mousa E., (2019). Effect of the Roasting Conditions on the Physicochemical Quality and Sensory Attributes of Coffee-Like Powder and Brew from Defatted Palm Date Seeds. Journal of foods, 1-19.

G

Garba L., Yusha'u M., Yerima A., (2012). Antibacterial Activity of Ethanol Extract of Phoenix dactylifera Leaves against some Gram negative Bacterial Isolates. Greener Journal of Biological Science. ISSN 2276-7762.

Ghania A., Boual Z., et Ould El Hadj-Khalil A., (2017). Extraction, Caractérisation Partielle et l'activité antioxydante des polysaccharides hydrosolubles des noyaux des dattes : Variétés GHARS. Polysaccharides de plantes de milieux arides (POLYSAC 2017), 1-7.

Ghazi, F., & Sahraoui, S. (2005). Evolution des composés phénoliques et des caroténoïdes totaux au cours de la maturation de deux variétés de dattes communes : Tantboucht et Hamraïa. Mémoire d'ingénieur. Institut national d'agronomie. Alger.

Ghnimi, S., Umer, S., Karim, A., & Kamal-Eldin, A. (2017). Date fruit (*Phoenix dactylifera L.*): An underutilized food seeking industrial valorization. NFS journal, 6, 1-10.

Golshan T., Solaimani D., et Yasini A., (2017). Physicochemical properties and applications of date seed and its oil, International Food Research Journal, vol 24, N°(4), 1399-1406, p1402.

Gunstone, F. D. (2007). Vegetable Oils in Food Technology: Composition, Properties and Uses. Wiley-Blackwell.

H

Halabi Y., Nasri CH., ElGuezzane CH., Harhar H., Gharby S., Bellaouchou A., Warad I., Zarrouk A., Tabyaoui M., (2023). Date palm phoenix dactylifera l. Seed oil: variety effects on physicochemical characteristics, fatty acid composition, sterol and tocol contents, Journal of microbiology, biotechnology and food sciences ,Vol12 N°(4), p2.

Hamden K, Allouche N, Damak M, Elfeki A. Hypoglycemic and antioxidant effects of phenolic extracts and purified hydroxytyrosol from olive mill waste in vitro and in rats. Chem Biol Interact. 2009;180(3):421–432.

Harrak, H., & Boujnah, M. (2012). Valorisation technologique des dattes au Maroc. INRA, 160.

I

Iso 6320, (2000), Corps gras d'origines animale et végétale – Détermination de l'indice de réfraction.

Isobe ,S ; Zuber ,F., Uemura ,K.,Noguchi ,A.(1992). A new twin-screw press design for oil extraction of dehulled sun flower seeds,. Jam.Oil Chem.Soc, 69,884-889.

J

Jassim S. A., et Naji M. A., (2007). In vitro Evaluation of the Antiviral Activity of an Extract of Date Palm (*Phoenix dactylifera L.*) Pits on a *Pseudomonas* Phage. Journal of Ethnopharmacology , 57-62.

Jassim S.A. A., Naji M.A., (2007). In vitro Evaluation of the Antiviral Activity of an Extract of Date Palm (*Phoenix dactylifera L.*) Pits on a *Pseudomonas* Phage. General Authority for Health Services for the Emirate of Abu Dhabi. Journal of Ethnopharmacology, vol. 98, pp. 313–317

Jassim, S. A., & Naji, M. A. (2007). 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

Kazemi M. et Dadkhah A., (2012). Antioxidant Activity of Date Seed Oils of Fifteen Varieties

Kazemi, M., & Dadkhah, A. (2012). Antioxidant activity of date seed oils of fifteen varieties from Iran. Department of Applied Chemistry, Qom Branch, Islamic Azad University, Qom, Iran.

Kehili H.E., Zerizer S., Beladjila K.A., Kabouche Z. (2016). Anti-inflammatory effect of Algerian date fruit (*Phoenix dactylifera*). Food Agric Immunol, pp :820–829

Keibeck,J.(2013). Les huiles végétales .paris : Quotidien malin

Keskes H, Mnafigui K, Hamden K, Damak M, El Feki A, Allouche N.,(2014). In vitro anti- diabetic, anti-obesity and antioxidant proprieties of *Juniperus phoenicea* L. leaves from Tunisia. Asian Pac J Trop Biomed.;4(Suppl 2): S789–S795.

Khali, M., Boussena, Z., & Boutekrab, L. (2014). Effet de l'incorporation de noyaux de dattes sur les caractéristiques technologiques et fonctionnelles de la farine de blé tendre . Nature & Technology , 16 -26.

Khali, M., Boussena, Z., & Boutekrab, L. (2014). Effet de l'incorporation de noyaux de dattes sur les caractéristiques technologiques et fonctionnelles de la farine de blé tendre. Nature & Technology, 16 -26.

L

Lakhdari, F., (2014).l'Agriculture Saharienne hier, aujourd'hui et demain? Conférence plénière, Salon National de Valorisation et de la Recherche MESRSDGRSDT Oran, Avril 2014.p7-9

Larbi, B., Farouk, M., Mohammed, M., Bounaga, N., & Dore, J. C. (1994). Analyse typologique d'une population de palmiers dattiers mâles (*Phoenix dactylifera* L.) au moyen de différentes approches multiparamétriques. L'amélioration de la productivité agricole en milieu aride, 6, 263-280.

Lecheb, F. (2010). Extraction et caractérisation physico-chimique et biologique de la matière grasse du noyau des dattes : essai d'incorporation dans une crème cosmétique de soin. Thèse de Magister. Université M'Hamed Bougara. Boumerdas , 179.

M

MADRP., (2017). Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural et de la pêche. Les statistiques agricole

Mallhi T. H., Qadir M. I., Ali M., Ahmad B., Khan Y. H., Rehman A. U., (2014). Ajwa Date (*Phoenix dactylifera*): An Emerging Plant in Pharmacological Research. Pakistan. journal of pharmaceutical sciences, vol.17(3): 607-616

Messar, E. M. (1996). Le secteur phoenicicole algérien : Situation et perspectives à l'horizon 2010. Options Méditerranéennes, 28, 23-44.

Mohammad, R., Suchitra, M. R., Parthasarathy, S., & Bhuvaneswari, S. (2023). Extraction of phenolic oil from date seed (*Phoenix dactylifera*) and evaluation of its antibacterial, anti-inflammatory, antioxidant and anticorrosion activity. Journal of Pharmaceutical Negative Results, 14(1), 163–179. <https://doi.org/10.47750/pnr.2023.14.01.24>

Moudache M., Zaidi F., Nerin C., et Colon M. (2017). Antioxidant effect of an innovative active plastic film containing olive leaves extract on fresh pork meat and its evaluation by Raman spectroscopy. Food chemistry, 229, pp : 98-103.

Mrabet A., Jiménez-Araujo A., Guillén-Bejarano R., Rodríguez-Arcos R., et Sindic M., 2020. Date Seeds: A Promising Source of Oil with Functional Properties, Foods, 9,787, p3-6.

Mrabet, A., Araujo, A. J., Bejarano, R. G., Arcos, R. R., & Sindic, M. (2020). Date Seeds: A Promising Source of Oil with Functional Properties. Journal of Foods , 1-14.

Mrabet, A., Jiménez-Araujo, A., Guillén-Bejarano, R., Rodríguez-Arcos, R., Sindic, M. (2020). Date seeds: A promising source of oil with functional properties. Foods, 9(6), 787

Munier P., (1973). Le palmier dattier, techniques agricoles et productions tropicales. Ed maison neuve et la rosse, Paris, 221

Munier, P. (1973). Le palmier dattier, Ed. Maisonneuve. Paris, 221.

Munier, P. (1973). Le palmier dattier. Ed. G. P. Maisonneuve & Larousse. Paris.

O

Oucif Khaled, M. T. (2017). Mise en valeur des dérivés de dattes de la région d'Oued Souf pour la production de bioéthanol. Université Kasdi Merbah Ouargla.

Özcan, M. M., & Al Juhaimi, F. (2015). Effect of date (*Phoenix dactylifera* L.) seed extract on stability of olive oil. Journal of food science and technology, 52, 1218-1222.

R

Rahman M.S., Kasapis S., Al-Kharusi N.S.Z., Al-Mahruqi I.M., Khan A.J., (2007). Composition characteristics and thermal transition of date pits powders. Journal of Food Engineering, vol. 80, pp. 1–10

Rahman, M. S., Kasapis, S., Al-Kharusi, N. S. Z., Al-Marhubi, I. M., & Khan, A. J. (2007). Composition characterisation and thermal transition of date pits powders. *Journal of food Engineering*, 80(1), 1-10.

Rahman, M. S., Kasapis, S., Al-Kharusi, N., Al-Marhubi, I., & Khan, A. J. (2007). Composition characteristics and thermal transition of date pits powders. *Journal of Food Engineering*, 1-10

Rup, S. (2009). Oxydation catalytique de l'acide oléique sous ultrasons par le tetraoxyde de ruthenium : Valorisation de l'acide pelargonique pour la précipitation selective de cations metallique. Thèse de Doctorat. Université de Paul Verlaine-Metz, 192.

S

Saci M., Tliba C., (2019). Composition chimique et activités biologiques des dattes de la cuvette de Ouargla. Mémoire Master en sciences de Biochimie Appliqué. Université Kasdi Merbah Ouargla, Pp 32-37.

Sasikumar, Y., Adekunle, A. S., Olasunkanmi, L. O., Bahadur, I., Baskar, R., Kabanda, M. M., ... & Ebenso, E. E. (2015). Experimental, quantum chemical and Monte Carlo simulation studies on the corrosion inhibition of some alkyl imidazolium ionic liquids containing tetrafluoroborate anion on mild steel in acidic medium. *Journal of Molecular Liquids*, 211, 105-118.

Shinde, U. A., Phadke, A. S., Nair, A. M., Mungantiwar, A. A., Dikshit, V. J., & Saraf, M. N. (1999). Membrane stabilizing activity — a possible mechanism of action for the anti-inflammatory activity of *Cedrus deodara* wood oil. *Fitoterapia*, 70(3), 251–257.

Sirisena, S.; Ng, K.; Ajlouni, S., (2016). Antioxidant activities and inhibitory effects of free and bound polyphenols from date (*Phoenix dactylifera L.*) seeds on starch digestive enzymes. *Int. J. Food Stud.* 5, 212–223.

T

Tafti, G. A., Dahdivan, S. N., & Ardakani, Y. S. (2017). Physicochemical properties and applications of date seed and its oil. *International Food Research Journal*, 1399-1406.

Toutain, G., & Station Centrale d'Agronomie Saharienne, M. (1979). Eléments d'agronomie saharienne : de la recherche au développement.

V

Van Hoed, V. (2010). Phenolic compounds in seed oils. *Lipid Technology*, 22(11), 247–249. <https://doi.org/10.1002/lite.201000063>

W

Wahini M., (2016). Exploration of making date seed's flour and its nutritional contents analysis. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 1-6

Winfo Nutrition. (2011, 01 24). Fabrication et obtention des huiles végétales. Winfo sprl, Rue B bruyères d'incébroux 41, B-1325 chaumont-gistoux.

Z

Zovi, O. (2009). Fonctionnalisation et photopolymérisation de l'huile de lin en vue de l'élaboration de nouveaux matériaux sans émission de composés organiques volatils (COV). Thèse de Doctorat. Institut National des sciences appliquées de Rouen, 280.