

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Ghardaia



Faculté des Sciences de la Nature et de Vie et Sciences de la Terre

Département de Biologie

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : Science biologiques

Spécialité : Biochimie appliquée

Par : - GUETTAF Fatim el Zohra

- HABIB Maroua

Thème

Etude des caractéristiques physico-chimiques d'huile de noyaux des dattes des deux variétés (Dagla Bida, Tafazouine) des dattes de la région de Ghardaia.

Soutenu publiquement, le 12/06/2023, devant le jury composé de :

Mme. Bensania Wafa	Maître de conférences B	Univ. Ghardaia	Présidente
M. Belhachemi Mohammed Habib	Maître de conférences B	Univ. Ghardaia	Directeur de mémoire
Mme. Boutarfaia Amira	Maître de conférences B	Univ. Ghardaia	Examinatrice

Année universitaire 2022\2023

Remerciement

Tout d'abord, nous remercions « ALLAH » le clément et miséricordieux, pour nous adonner la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer nos profondes gratitude envers notre promoteur Mr. BELHACHEMI Mohammed Habib pour son soutien, ses conseils éclairés et son dévouement tout au long de ce projet de recherche. Sa précieuse expertise a été essentielle pour la réussite de ce mémoire.

Nos remerciements, les plus vifs, et nos respects s'adressent à Mr BEN AMARA Ali pour sa générosité, son aide et son soutien inestimable. Nous sommes sincèrement reconnaissants pour sa précieuse contribution afin de faciliter notre accès au département du chimie de l'université de Ouargla pour réaliser notre partie pratique.

Nos chaleureux remerciement au professeur Mohamed Lakhdar BELFAR chef du département de chimie pour avoir mis à notre disposition tout le matériel nécessaire et disponible pour mener à bien ce travail et à Mr BENALI Moustapha Ahmed, enseignant à l'université de Ouargla, pour précieux ses conseils et ses encouragements.

Nous tenons également à remercier, du fond de nos cœur, tous les professeurs qui m'ont aidé et orienté. Mr BELGUIDOM Mahdi et surtout Mme BACHIRA pour le temps qu'ils nous ont consacrés, pour les conseils et encouragements tout au long de la réalisation du présent travail, les ingénieurs de Laboratoire de Valorisation et Promotion des Ressources Sahariennes (VPRS) au Ouargla.

Nous voudrions remercier également les membres de notre jury, Mme BENSANIA Wafa d'avoir accepté de présider le jury et Mme BOUTARFAIA Amira pour avoir bien accepté d'examiner notre travail et d'y avoir manifesté le plus grand intérêt.

Enfin, nous remercions tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin.



Dédicace

Merci mon Dieu de m'avoir donné la volonté d'écrire et de réfléchir, la santé, le courage, la force et la patience durant toutes ces années d'études.

*Je dédie ce modeste travail avec grand plaisir : **À mes chers parents**, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études.*

***À mes sœurs** les plus chères, qui sont la prunelle de mes yeux : "SADAIA" et "FATIHA", mon jumeau qui m'a beaucoup aidé dans mes études. Merci pour les sacrifices qu'elle a faits pour mon éducation, ainsi que pour la confiance et l'amour qu'elle m'a toujours accordés. Et **à mes adorables sœurs** : "Faiza", "Hayat", "Messouda", "Meriem" et à mes enfants : "Hamid, Mohamed, Abd Mohimen, Abd Arahmen, karim ,Abd Allah, Aïssa, Fatima, Aïcha et la princesse Khadija". Merci pour votre soutien et vos encouragements.*

***A mon cher frère** : Lamine*

***À ma binôme** Maroua.*

Je n'oublie pas BEN AMARA ROMISSA et à son Père, Merci à vous deux pour votre générosité pour votre soutien inconditionnel, votre présence et soutien ont été d'une valeur inestimable tout au long de travail.

***À MES AMIS** : Meriem, Sihem, Safa, Meghnia, Sara, Fatima, Zana, Fatiha, Souad*

***Surtout** : "BOULGHITI ASSMA", "GHRIGA ALIA", "BOUKERMA BASMA", "MEDJELLED SALMA", "BENS DIRA ZAHRA", "SARA HADADDA" et "AHMED BOUAROUA ". Merci pour vos encouragements, votre soutien dans les moments les plus difficiles, votre aide et votre disponibilité.*

À tous mes ami(e)s et collègues de la promotion 2022-2023.

À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à ce travail. Merci d'être toujours là pour moi.



FATIM ZOHRA



Dédicace

À l'aide de dieu "Allah" tout puissant qui m'a tracé le chemin de ma vie,

J'ai pu réaliser ce travail. Que je dédie :

A mes chers parents Mohammed et Fatima Qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'encourager pour poursuivre mes rêves.

A mes chères sœurs Zohra et Ines et mes frères Belkacem et Ibrahim, Qui m'ont aidés et supportés dans les moments difficiles. Je souhaite que ce travail soit pour vous un exemple à suivre et vous incite à mieux faire.

A mon cher grand-père Faleh, qui je souhaite une bonne santé.

A ma chère tante Messaouda et son mari Ben Amara Ali. A qui je suis infiniment reconnaissante pour votre générosité, accueil et le temps que vous m'avez réservés.

Qui ont ajoutés une valeur inestimable dans ce travail.

A mes plus chers copines Sara, Roufaïda, Roumaïssa, Hana et Tina pour leurs soutiens moral et leurs conseils précieux tout au long de mes études.

A mes chers cousines Romy, Ikram, Sara, Chaima, Saoussen, Adaouia, Zohra, Anissa, safaa, Imene, Amina, Sirine, Douaa, Nafissa. Je vous souhaite beaucoup de bonheur et plein de succès dans votre vie, que dieu vous garde et vous protège.

À toute ma famille et spécialement la famille Habib et mes amis qui mon soutenu d'une manière ou d'une autre.

A ma cher binôme Guettaf Fatim El Zohra pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long ce travail.



Maroua

Liste des figures

Figure 1..Datte entière (à gauche) et coupe longitudinale (à droite) (Boulal, 2017)	5
Figure 2. Opération de transformation (Estanove, 1990).....	7
Figure 3. Morphologie et anatomie du datte et du noyau de datte (Munier, 1973).....	10
Figure 4. La composition des corps gras avec le pourcentage des grandes classes de composés (Morin et Pagés-Xatart-Parés ,2012).....	14
Figure 5. Datte et noyaux des dattes de la variété Degla Beida. (Photo original).....	21
Figure 6. Datte et noyau de datte de la variété Tafzouine. (Photo original)	22
Figure 7. Préparation de la poudre de noyaux des dattes. (Photo original).....	23
Figure 8.A. L'extraction d'huile au soxhlet ; B. Extrait après 6h d'extraction ;.....	23
Figure 9. Le procédé de titrage pour identifier l'indice d'acidité. (Photo original)	26
Figure 10. Le procédé de titrage pour identifier l'indice d'iode. (Photo original).....	27
Figure 11. La procède de saponification par Reflux. (Photo original).....	29
Figure 12. Huile extrait de noyaux des dattes des deux variétés Degla Beida et Tafzouine (Photo original)	35
Figure 13. Courbe d'étalonnage du cholestérol.	42
Figure 14. Courbe d'étalonnage de α –tocophérol.....	43

Liste des tableaux

Tableau 1. La production et le nombre de palmier dattier en Algérie (Madrap, 2016)	3
Tableau 2. Les caractérisations morphologiques de noyau selon les variétés de dattes (Sayah et Ould El Hadj, 2010).	10
Tableau 3. Les principaux constituants des noyaux de dattes	11
Tableau 4. Profils d'acides gras de différentes huiles de graines de dattes (%)	16
Tableau 5. Teneur en huile des noyaux des dattes.	33
Tableau 6. Teneur en huile de quelques graines oléagineuses (Benali, M.2018).	34
Tableau 7. Caractéristiques physiques des huiles des noyaux des dattes.....	36
Tableau 8. Caractéristiques chimiques des huiles des noyaux des dattes.	40
Tableau 9. Teneur des chlorophylles et caroténoïdes totaux d'huile des noyaux des dattes. ...	41
Tableau 10. Quantité des stérols totaux présentent en huiles des noyaux des dattes.	42
Tableau 11. Quantité des tocophérols totaux présentent en huiles des noyaux des dattes.....	44

Liste d'Abbreviations

% : Pourcentage

AFANOR : Association Française de Normalisation

AINS : Anti-Inflammatoires Non Stéroïdiens

Ca : Calcium

CE : Equivalent cholestérol

CHCL₃ : Chloroforme

Cu : Cuivre

DB : Degla Beida

EO₂ : Equivalent d'oxygène

FAO: Food Agrico Organisation

Fe: Fer

FeCl₃ : Chlorure de fer

HCl : Acide chlorhydrique

HND : Huile des noyaux des dattes

IA : Indice d'acidité

ICl : Monochlorure d'iode

COI : Conseil Oléicole International

II : Indice d'iode

IP : Indice de peroxyde

IS: Indice de saponification

ISO: International Organization for Standard

K : Potassium

KI : Iodure de potassium

MADRP : Ministère de l'agriculture, du développement rural et de la pêche.

Mn : Manganèse

N : Normalité

Na : Sodium

Na₂SO₄ : Sulfate de sodium

NaOH : Hydroxyde de sodium

ND : Noyaux de Dattes

P : Phosphore

PHB : poly(3-hydroxybutyrate)

TAF : Tafzouine

UVA : Ultraviolet A

UV B : Ultraviolet B

VPRS : Laboratoire de Valorisation et Promotion des Ressources Sahariennes

α -TE : équivalents de α -tocophérol.

Sommaire

Remerciement	iii
Dédicace	iv
Liste des figures	vi
Liste des tableaux	vii
Liste d’Abréviations	viii
ملخص	xiv
Résumé	xv
Abstract	xvi
Introduction	xvii
Partie 1 :Synthèse bibliographique	3
Chapiter I: la datte	4
I.1 Production des dattes en Algérie	3
I.2 La datte	4
I.3 Description morphologique	4
I.4 Classification des dattes	5
I.4.1 Selon la consistance	5
I.4.2 Selon la période de maturation	6
I.4.3 Selon la commercialisation	6
I.5 Transformation de la datte	6
I.5.1 Importance économique de la transformation de la datte	8
Chapiter II : Noyaux des dattes	9
II.1 Noyaux des dattes	9
II.2 Description morphologique du noyau des dattes	9
II.3 Composition biochimique du noyau des dattes	11
II.4 Valorisation des noyaux des dattes :	12
II.4.1 En alimentation humaine	12

II.4.2 En alimentation animale	12
II.4.3 En cosmétologie	12
II.4.4 En industrie.....	12
Chapiter III : Huile de Noyau de datte	14
III.1 Huiles végétales	14
III.2 Huile de noyau de datte.....	15
III.2.1 Caractéristiques organoleptiques de l’huile du noyau de datte	15
A. La viscosité	15
B. La couleur et l’odeur	15
III.2.2 Composition chimique de l’huile de noyau de datte	15
A. Fraction Saponifiable.....	15
a. Acide gras	15
B. Fraction non saponifiable.....	16
a. Les polyphénols	16
b. Les tocophérols	17
c. Les stérols	17
III.2.3 Application de l’huiles de noyaux des dattes	17
A. Application culinaire	17
B. Application cosmétique	18
C. Application thérapeutique.....	18
D. Application industrielle	18
Partie 2 :Matériel et Méthodes	20
Matériel et méthode	21
IV.1 Le critère de choix	21
IV.2 Matériel végétal	21
IV.3 Préparation de la poudre de noyaux des dattes	22
IV.4 Extraction de l’huile par Soxhlet	23
IV.4.1 Le rendement d’huile	24
IV.5 Analyses physicochimiques de l’huile de noyaux des dattes	24
IV.5.1 Analyses physiques	24
A. Indice de réfraction.....	24

B. Densité relative.....	25
IV.5.2 Analyses chimiques	25
A. Les indices chimiques.....	25
a) Indice d'acidité (IA).....	25
b) Indice d'Iode (II).....	26
c) Indice de peroxyde (IP).....	28
d) Indice de saponification (IS).....	28
e) Indice d'ester (IE).....	30
IV.5.3 Les dosages chimiques.....	30
a) Dosages de la chlorophylle et des caroténoïdes.....	30
b) Dosage des stérols totaux.....	30
c) Dosage des tocophérols totaux.....	31
Partie 3 :Résultats et discussion	32
Résultats et discussion	33
V.1 Rendement en huile :	33
V.2 Caractéristiques physico-chimiques des huiles des noyaux des dattes.....	34
V.2.1 Caractéristiques organoleptiques.....	34
V.2.2 Analyses physiques	35
A. Indice de réfraction.....	35
B. La densité relative	36
V.3 Analyses chimiques	37
V.3.1 Les indices chimiques	37
a) Indice d'acide.....	37
b) Indice de saponification	37
c) Indice d'iode	38
d) Indice de peroxyde	38
e) Indice d'ester.....	39
A. Dosage chimique	40
a) Dosage de la chlorophylle et des caroténoïdes totaux	40
b) Dosage des stérols.....	41
c) Dosage des tocophérols.....	43

Conclusion	45
Références bibliographiques	48

ملخص

يستغل سكان الصحراء المنتجات الثانوية لنخيل التمر، مثل الجذع والأوراق والنواة وما إلى ذلك. غالبًا ما يتم إلقاء أو استخدام نواة التمر، من عمليات تحويل التمر المختلفة، كمكونات للتغذية الحيوانية. يُعتبر منتجًا ثانويًا ثمينًا يمكن تقديره لإنتاج مختلف المنتجات ذات القيمة المضافة، والتي كانت موضوع دراستنا، لقد سعينا إلى بحث عن طريقة لتثمين نواة تمر، عن طريق تحويلها إلى زيت له خصائص مثيرة للاهتمام. للقيام بذلك، قمنا بإجراء عملية استخراج الزيت من نواة لنوعين من تمر التي تم شراؤها من سوق وسط مدينة غرداية والقرارة (Tafzouine وDegla Beida) بواسطة Soxhlet باستخدام ether de pétrole. بعد ذلك، أجرينا العديد من التحليلات لدراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية للزيت، وكذلك تقدير كمية الكاروتينات، الكلوروفيل، توكوفيرول وستيرول الكلي. يعتبر مردود الزيت الذي تم الحصول عليه مرتفع بالنسبة لنوعية دقلة بيضاء (7.396%) ومنخفضة بالنسبة لنوعية تافزوين (5.265 %). بالنسبة لخصائص الفيزيائية والكيميائية لزيوت أظهرت قيم متقاربة من الكثافة ومعامل الانكسار وكذلك مؤشر الحمض (TAF: 1.66±0.004, DB: 2.66 ± 0.1, TAF: 2.20 ± 0.1, DB: 1.306 ± 0.20)، اليود (DB: 85.32 ± 3.74, TAF: 84.95 ± 1.33)، بيروكسيد (DB: 231.94 ± 3.54, TAF: 226.35 ± 4.35). من ناحية أخرى، فإن الزيتين تشكلان اختلافًا ملحوظًا فيما يتعلق بالكاروتينات، الكلوروفيلات والتوكوفيرول الكلي (TAF: 0.55 ± 0.05 DB: 0.73±0.01) والستيرول الكلي (TAF: 6.44 ± 0.35, DB: 7.53 ± 3.02) يعتمد على عدة عوامل (الصنف، الظروف البيئية، وما إلى ذلك). يمكن استخدام هذا الزيت المستخرج في قطاعات مختلفة بسبب ثرائها وأهمية التركيب الكيميائي، مثل صناعة مواد الغذائية ومستحضرات التجميل والمنتجات الصيدلانية لقيمتها المضافة.

الكلمات المفتاحية: نوى التمر، الخصائص الفيزيائية والكيميائية، التثمين، الزيت، غرداية

Résumé

Les populations du Sahara exploitent les sous-produits du palmier dattier, tels que le tronc, les feuilles, les noyaux, etc. Les noyaux de dattes, issus de divers processus de transformation des dattes, sont souvent jetées ou utilisées comme ingrédients pour l'alimentation animale. Elle est considérée comme un sous-produit précieux qui peut être valorisé pour produire divers produits à valeur ajoutée, ce qui a fait l'objet de notre étude, nous avons cherché une voie de valorisation des noyaux de dattes, en les transformant en huile qui possède des caractéristiques intéressantes. Pour ce faire, nous avons procédé à une extraction d'huile à partir la poudre de noyaux de dattes des deux variétés ,qui ont été achetées du marché du centre-ville et el Guerrara respectivement dans la wilaya de Ghardaïa. (Degla Beida et Tafzouine) par soxhlet en utilisant de l'éther de pétrole. Ensuite, nous avons effectué de nombreuses analyses pour étudier les caractéristiques physico-chimiques de l'huile, ainsi que le dosage colorimétrique des caroténoïdes, chlorophylles, tocophérols et stérols totaux. Le rendement de l'huile obtenu est supérieur pour la variété Degla Beida (7.396%) et faible pour la variété Tafzouine (5.265%), pour la caractérisation physico-chimique, a démontré que ces derniers présentent des valeurs proches de l'indice de réfraction, la densité ainsi que l'indice d'acide (DB : $1,306 \pm 0,16$, TAF : $1,66 \pm 0,004$), d'iode (DB : $84,95 \pm 1,33$, TAF : $85,32 \pm 3,74$), de peroxyde (DB : $2,66 \pm 0,11$, TAF : $2,20 \pm 0,20$), et l'indice de saponification (DB : $231,94 \pm 3,54$, TAF : $226,35 \pm 4,35$). En revanche, les deux huiles ont une différence remarquable concernant leurs teneurs en caroténoïdes, chlorophylles, tocophérols totaux (DB : $0,73 \pm 0,01$, TAF : $0,55 \pm 0,05$) et stérols totaux (DB : $7,53 \pm 3,02$, TAF : $6,44 \pm 0,35$) dépend de plusieurs facteurs (le cultivar, les conditions environnementales etc...).

Cette huile extraite peut être utilisée dans différents secteurs en raison de sa richesse et l'importance de la composition biochimique, tels que l'industrie alimentaire, cosmétiques et les produits pharmaceutiques pour leur valeur ajoutée.

Mots clés : Noyaux des dattes, caractéristiques physicochimiques, valorisation, huile, Ghardaïa.

Abstract

The people of the Sahara exploit the by-products of the date palm, such as the trunk, leaves, pits and so on. Date pits, which result from various date processing operations, are often discarded or used as an ingredient in animal feed. It is considered a valuable by-product that can be used to produce a variety of value-added products. In our study, we looked for a way to add value to date pits by transforming them into oil, which has some interesting characteristics. To do this, we extracted the oil from powdered date pits of two varieties, which were bought from the market of downtown and el Guerrara respectively in the wilaya of Ghardaïa (Degla Beida and Tafzouine) by soxhlet using petroleum ether. We then carried out a number of analyses to study the physico-chemical characteristics of the oil, as well as the colorimetric determination of carotenoids, chlorophylls, total tocopherols and sterols. The oil yield obtained was higher for the Degla Beida variety (7.396%) and lower for the Tafzouine variety (5.265%). The physico-chemical characterisation showed that these varieties had similar values for refractive index, density and acid number (DB: 1.306 ± 0.16 , TAF: 1.66 ± 0.004), iodine (DB: 84.95 ± 1.33 , TAF: 85.32 ± 3.74), peroxyde (DB: 2.66 ± 0.11 , TAF: 2.20 ± 0.20), and saponification number (DB: 231.94 ± 3.54 , TAF: 226.35 ± 4.35). On the other hand, the two oils differed remarkably in carotenoid, chlorophyll, total tocopherols (DB: 0.73 ± 0.01 , TAF: 0.55 ± 0.05) and total sterols (DB: 7.53 ± 3.02 , TAF: 6.44 ± 0.35) content, depending on a number of factors (cultivar, environmental conditions, etc.).

This extracted oil can be used in various sectors because of its richness and the importance of its biochemical composition, such as food industry, cosmetics and pharmaceutical products for their added value.

Keywords: Dates nuclei, physicochemical characteristics, valorisation, oil, Ghardaïa.



Introduction

Au cours des dernières années, le secteur algérien du palmier dattier a gagné en importance pour l'économie nationale, suscitant un intérêt accru en matière d'exportation, de subventions et de promotion. Aujourd'hui, La superficie totale consacrée à la culture de palmiers dattiers en Algérie est de 162 372 hectares, (Benzouche, 2013 ; Bouguedoura et al., 2015 ; Benmehaia, 2018 ;). Cependant, selon la FAO en 2020, cette superficie serait plutôt de 170 500 hectares.

Au cours d'une campagne de production donnée, la production nationale de dattes en Algérie est de l'ordre de 500 000 tonnes, dont environ 47% représentent la variété commerciale de haute qualité appelée « Deglet Nour ». Cela permet à l'Algérie d'être le leader mondial en termes de qualité. Le reste de la production, soit environ 53% ou environ 260 000 tonnes, étaient constitués de variétés dites « communes » (Saouli, 2005 ; Feliachi, 2005), dont seulement 120 000 tonnes sont commercialisables et plus de 14 000 tonnes sont de qualité très faible marchandes (Saouli, 2005 ; Touzi, 2005). Les variétés communes de dattes, estimées à environ 940 cultivars (Hannachi et al., 1998), sont souvent marginalisées voire complètement ignorées malgré leur nombre important, ce qui réduit leur importance économique. Elles sont utilisées presque exclusivement comme aliment de bétail. La valorisation de ces 30 % de de la production annuelle dattes de faible qualité marchande pourrait avoir un impact économique positif important (Didi et al., 2012).

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera*) est l'arbre qui produit la datte qui joue un rôle central sur la vie économique et sociale dans les régions du monde arabe. La datte quant à elle, est constituée d'un noyau et d'une chair charnue nommée péricarpe, et même si le noyau représente uniquement 10% du poids total du fruit, il est considéré comme un sous-produit précieux de l'industrie de transformation des dattes, pouvant être recyclé pour produire différents produits à valeur ajoutée (Suresh et al., 2013).

L'industrie de la datte rencontre des problèmes environnementaux liés à la production de coproduits tels que la chair et les graines, En fait, des tonnes de graines de dattes environ 10 à 15% du poids frais des dattes sont souvent jetées, (Chandrasekaran et Bahkali, 2013 ; Rahman et al., 2007), créant ainsi un surplus de déchets pour les zones de culture et transformation. Actuellement utilisées principalement comme nourriture pour le bétail, les moutons et les chameaux (Rahman et al., 2007).

Plusieurs études ont été menées pour chercher des façons de valoriser les noyaux de dattes, notamment la production de charbon actif (Girgis et al., 2002 ; ElNemr, et al., 2007 ;

Alhamed, 2009), leur utilisation comme complément alimentaire pour le bétail (Hussein, et al., 2003), leur utilisation en médecine traditionnelle pour leur propriétés antimicrobiennes et antivirales (Ali, et al., 1999 ; Hamada, et al., 2002 ; Sabah, et al., 2007) , et la production d'acide citrique et de protéines (Abou-Zeid et al., 1983). En outre, des études de caractérisation de l'huile extraite des noyaux de dattes ont révélé une teneur en matière grasse élevée ainsi que la présence de plusieurs composés biochimiques importants tels que les polyphénols, les stérols, les tocophérols et les caroténoïdes (Besbes, et al., 2005).

En effet, il existe diverses utilisations pour l'huile extraite des noyaux de dattes. Dans l'industrie alimentaire, elle peut servir à la cuisson, la friture, l'assaisonnement, ainsi comme alternative à l'oléine de palme (Nehdi et al., 2018), à la fabrication de margarine (Nehdi et al., 2010), et pour remplacer l'huile de maïs dans la production de mayonnaise (Basuny et Al-Marzooq, 2011). Dans l'industrie cosmétiques, l'huile de noyaux de dattes peut être utilisée pour la formulation de crèmes cosmétiques (Lecheb et Benamara, 2015). Dans l'industrie pétrochimique, elle a été utilisée pour produire du biodiesel et les résultats des études ont indiqué que la qualité du biodiesel en respectant les normes réglementaires en vigueur (Azeem et al., 2016 ; Al-Zuhair et al., 2017 ; Al-Muhtaseb et al., 2018). De plus, dans une autre étude a utilisé avec succès l'huile extraite des noyaux de dattes comme source de carbone pour la croissance de *Cupriavidus necator*, produisant ainsi un polymère biodégradable appelé poly (3)-hydroxybutyrate, (Yousuf et Winterburn, 2017).

Partant de ces données et dans le but de contribuer à la valorisation des noyaux de dattes de deux variétés (Degla-baida, Tafizouine) sous forme d'huile. Cette valorisation consiste à étudier les principales caractéristiques physico-chimiques des huiles extraites et leur composition.

Notre travail est divisé en trois parties, à savoir la partie bibliographique, qui contient trois chapitres dont le premier, des généralités sur dattes alors que le deuxième est consacré à la définition, et la caractérisation physico-chimique des noyaux de dattes, leur valorisation. Compositions d'huile de noyaux de dattes, ses caractérisations, et leurs applications, dans un troisième chapitre. La deuxième partie est consacrée à l'étude expérimentale qui a porté sur l'extraction d'huile des noyaux de dattes, sur la détermination des principales caractéristiques physico-chimiques, et la quantification des caroténoïdes, chlorophylles, tocophérols et stérols

Une troisième partie, nous présenterons les principaux résultats obtenus avec la discussion par rapport à ceux obtenus dans la littérature.

Enfin, on termine par une conclusion

Partie 1 :
Synthèse bibliographique



Chapter I : *la*
datte

I.1 Production des dattes en Algérie

Les statistiques officielles montrent que l'Algérie est le premier pays d'Afrique du Nord (par rapport à la Tunisie et au Maroc) en termes de production, de rendement et d'effectif des dattes communes, selon une enquête menée par Scanagri en 2003.

Quantitativement, la production de dattes en Algérie est estimée à 492.217 tonnes dont 50 % environ 244.636 tonnes de dattes demi molles (Deglet Nour), 33 % soit environ 164.453 tonnes des dattes sèches (Degla Beida et analogues) et 17 % soit environ 83.128 tonnes des dattes molles (Ghars et analogues). La palmeraie algérienne est compte de plus de 11 millions de palmiers répartis dans 9 wilayas sahariennes (tableau 1).

Tableau 1. La production et le nombre de palmier dattier en Algérie (Madrap, 2016)

Wilaya	Nombre de palmier	Production (tonnes)
El-oued	3 788500	2474000
Biskra	4315100	4077900
Ouargla	2576600	1296300
Adrar	379900	910300
Bechar	1639800	300500
Ghardaïa	1246500	565000
Tamanrasset	688900	109400
Illizi	129100	15600
Tindouf	45200	8400

Le palmier dattier est présent dans d'autres régions, situées dans des zones de transition entre la steppe et le Sahara (Tébessa, Khenchella, Batna, Djelfa, Laghouat, M'Sila, Naâma, El-Bayed, M'Ghaïr, Touggourt, Timimoune, In-Salah, Béchar, Tamanrasset, Djanet) (Belguedj, 2014)., qui sont considérées comme "marginales" par rapport aux palmeraies sahariennes, (Belguedj, 2007).

Au cours des dernières années, il y a eu une augmentation significative de la production de dattes en Algérie, passant de 600 096 tonnes en 2012 à environ 1 100 000 tonnes en 2017, dont seulement 3% sont exportées. L'Algérie est considérée comme l'un des principaux producteurs de dattes, occupant la quatrième place mondiale avec 14% de la production mondiale. Cependant, selon la Chambre Algérienne de Commerce et d'Industrie (2017), le montant des exportations de dattes d'Algérie en 2016 était de 37 millions de dollars, ce qui est considéré comme insignifiant par rapport au potentiel existant.

I.2 La datte

La datte est le fruit du palmier dattier (*Phoenix dactylifera*), sont composées d'un péricarpe charnu et d'une graine généralement oblongue, sillonnée ventralement, avec un petit embryon et un endosperme dur, qui représente environ 10 à 15% du poids de la datte. Les caractéristiques des grains de dattes varient en fonction de la variété et de facteurs environnementaux tels que la fertilisation du sol (Basha et Abo-Hassan, 1982), l'irrigation, les températures quotidiennes, la durée de la saison de croissance et les traitements post-récolte tels que le séchage ou l'humidification supplémentaire du fruit. Ces facteurs ont un effet sur les caractéristiques physiques des dattes et peuvent également avoir un impact sur celles des grains de dattes. (Habib et Ibrahim, 2009).

I.3 Description morphologique

La datte est une baie de forme généralement allongée oblongue ou arrondie. Elle est composée de deux parties (figurer1) :

- **Une partie non comestible** : constitué de la graine ou du noyau et ayant une consistance dure, entourée de chair, représentant environ 10 à 15 % du poids total de la date (Hossain et al., 2014)
- **Une partie comestible "pulpe" ou "chair"** est composée de :
 - Un enveloppe cellulosique fine ou péricarpe appelée peau ;
 - Un mésocarpe généralement charnu avec une consistance varie en fonction de la quantité de sucre présente et de couleur soutenue ;
 - Un endocarpe de teinte plus clair et de texture fibreuse, parfois réduit à une membrane parcheminée entourant le noyau. (Ben Abbes, 2011)

Sa couleur va du blanc jaunâtre au noir, en passant par l'ambres, rouge et les brunes plus ou moins foncées. Les dimensions de la datte sont très variables selon les variétés, de 2 à 8 cm de longueur et d'un poids de 2 à 8 grammes (Djerbi, 1994).

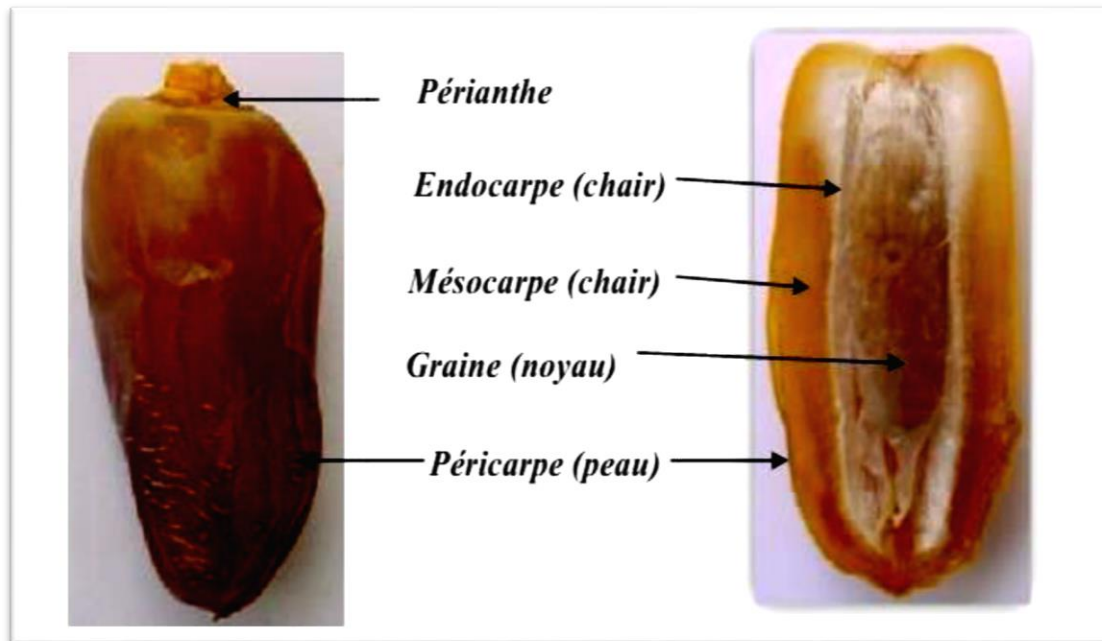


Figure 1.Datte entière (à gauche) et coupe longitudinale (à droite) (Boulal, 2017)

I.4 Classification des dattes

I.4.1 Selon la consistance

D'après Espiard (2002), la consistance de la datte est variable. Selon cette Caractéristique, les dattes sont divisées en trois catégories :

- **Dattes molles** : elles sont à base de fructose et glucose, avec taux d'humidité supérieur ou égal à 30 %, par exemple : Ghars ;
- **Dattes demi-molles** : elles sont à base de saccharose, et taux d'humidité de 20% à 30 %, par exemple : Daglet Nour ;
- **Dattes sèches** : elles sont riches de saccharose et taux d'humidité moins de 20 %, par exemple : Mech-Dagla, Degla Beidha (Absi., 2010).

I.4.2 Selon la période de maturation

Selon la période de maturation, les variétés des dattes sont divisées en trois groupes (Absi, 2013) :

- Variétés précoces : Ghars
- Variétés demi-précoces : Haloua, Ytima
- Variétés tardives : Deglet Nour

I.4.3 Selon la commercialisation

La qualité du fruit est l'un des critères à la base de la classification des différentes variétés de dattes disponibles sur le marché national et international. Selon leur valeur marchande ou valeur commerciale les dattes sont classées en deux catégories : la première comprend les dattes de haute valeur marchande, représentées en grande partie par la variété Deglet Nour, qui représente 46% de la production nationale. La seconde catégorie est composée de dattes communes, qui ont généralement peu de valeur commerciale (Absi, 2013).

I.5 Transformation de la datte

D'après Estanove (1990), la technologie de la datte englobe toutes les étapes qui vont de la récolte à la commercialisation en veillant à conserver toutes les qualités des fruits. Elle permet également de transformer les dattes qui ne sont pas consommables sous leur forme actuelle en divers produits bruts ou finis destinés à la consommation humaine, animale ou industrielle. Les opérations technologiques impliquées dans la transformation des dattes sont diverses et quasi-illimitées, selon Estanove, 1990 (Figure2).

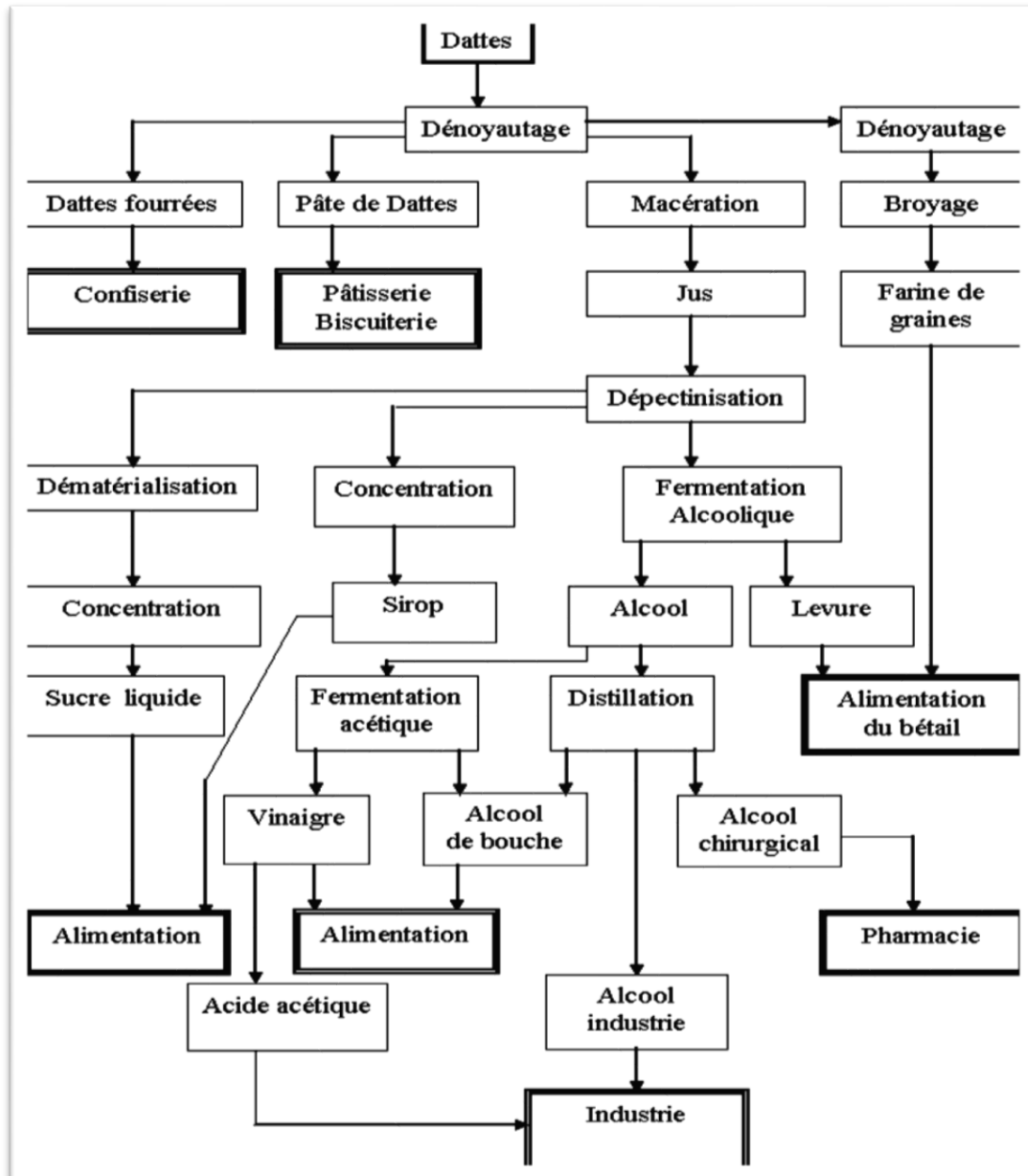


Figure 2. Opération de transformation (Estanove, 1990)

I.5.1 Importance économique de la transformation de la datte

La datte est considérée comme un produit bénéficiant d'avantages comparatifs sans créer de problèmes de concurrence entre les pays sous-développés et développés. Bien que la variété Deglet-Nour soit la plus largement commercialisée, d'autres variétés peuvent être transformées en divers produits offrant un impact socio-économique significatif en termes de création d'emplois et de stabilisation des populations dans les zones écologiquement fragiles. De plus, l'utilisation des sous-produits issus de la transformation de la datte permettrait de réduire la dépendance économique vis-à-vis des pays étrangers pour certains sous-produits et permettrait d'économiser des devises qui pourraient être utilisées dans d'autres secteurs (Touzi, 1997).



Chapiter II :
Noyaux des dattes

II.1 Noyaux des dattes

Les noyaux de dattes sont représentés 10 à 15% de la masse total du fruit de la datte en fonction de la variété, de la maturité et de la qualité (Al-Shahib et Marshall 2003 ; Besbes et al. 2004).

Les graines de dattes représentent une quantité importante de déchets, étant donné que la production mondiale de fruits de dattes s'élevait à plus de 8 millions de tonnes en 2018 Selon FAOSTAT. Par conséquent, plus de 800 000 tonnes de graines de dattes pourraient être produites. Conventionnellement, les graines de dattes sont généralement utilisées comme aliments pour animaux et volailles ou comme engrais pour le sol (Vandepopuliere, Al-Yousef et Lyons 1995).

II.2 Description morphologique du noyau des dattes

Les noyaux de la datte ont une forme allongée avec une texture dure, et sont enveloppés dans un endocarpe parcheminé. Ils peuvent varier en volume, lisses ou avec des protubérances latérales en arêtes ou ailettes, ainsi qu'un sillon ventral (Dammak et al., 2007). Les noyaux ont une longueur de 0,5 à 3 cm et un poids de 0,4 à 2 grammes. Il représente une proportion de 6 à 15 % du poids total de la date, en fonction de la variété et de la qualité des dates (Jassim et Naji, 2007). La couleur du ND peut varier du blanc jaunâtre au noir, ainsi que des teintes ambre, rouge et brune plus ou moins foncée (tableau 02) (Djerbi, 1994). Il est composé d'un albumen blanc dur et corné, entouré d'une enveloppe cellulosique, avec un embryon dorsal (Figure 03) (Espiard, 2002).

Tableau 2. Les caractérisations morphologiques de noyau selon les variétés de dattes (Sayah et Ould El Hadj, 2010).

Caractère de noyau	Variétés de dattes		
	Deglet-Noor	Deglet-Baida	Ghars
Couleur	Marron	Beige	Marron
Forme	Ovoïde	Ovoïde	Ovoïde
Taille(cm)	2.33	2.47	2.73
Poids (g)	0.7	1.47	1.13

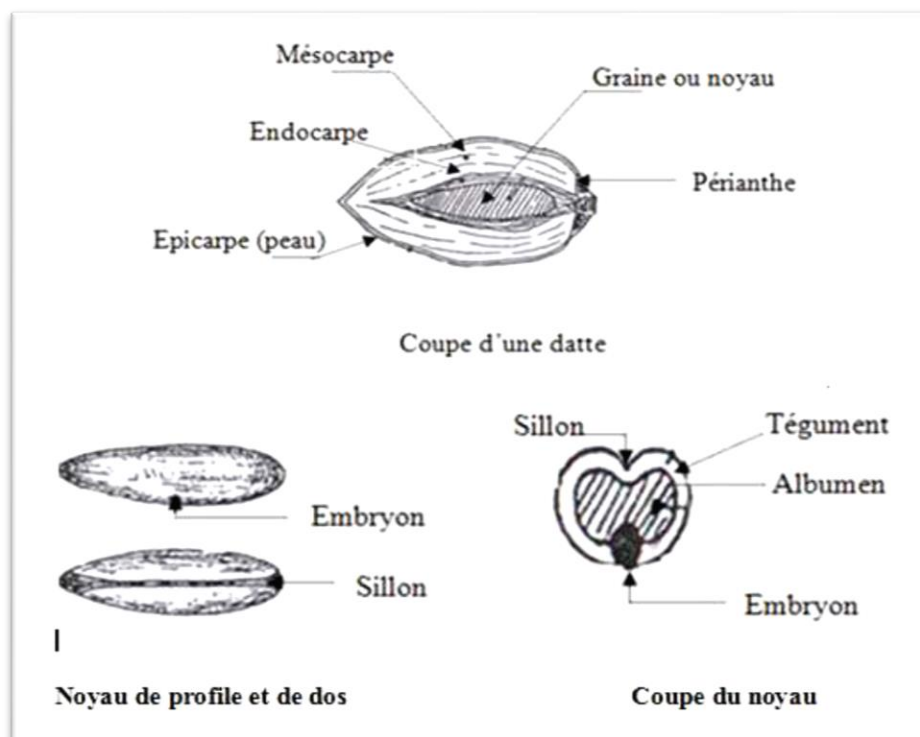


Figure 3. Morphologie et anatomie du datte et du noyau de datte (Munier, 1973)

II.3 Composition biochimique du noyau des dattes

L'analyse biochimique du noyau de quelques variétés de dattes de l'Arabie Saoudite a révélé la présence de protéines, de glucides, de lipides et de minéraux comme le potassium (K), le phosphore (P), le calcium (Ca), le sodium (Na), le fer (Fe), le manganèse (Mn), le zinc (Zn) et le cuivre (Cu) (Ben Abes, 2011). En plus, les acides gras comme l'acide oléique, le palmique, le laurique, le linoléique et le palmitique ont été identifiés dans l'huile extraite de noyaux de dattes (Al Houti et al., 1998). (tableau 3)

Tableau 3. Les principaux constituants des noyaux de dattes

Composant biochimique	Teneur	Références
Teneur en eau	7 et 19 %	(Boudechiche et al., 2009).
Teneur en fibre : solubles (Pectine et hydrocolloïde) et insolubles (Cellulose, lignine et hémicellulose)	(71 à 94 %)	(Al-Farsi et Lee, 2008)
Teneur en sucre	4,4 et 4,6 %	(Lecheb, 2010)
Teneur en polyphénols	3102 à 4430 mg d'équivalents d'acide gallique/100 g de poudre de graine	(Afifi et al., 2017)
Matière protéique	2 à 7 %	(Djerbi, 1994 ; Rahman et al., 2007 ;Al Farsi et al., 2007 ; Lecheb, 2010)
Matière grasse	7 à 10 %	(Barreveld, 1993 ; Daddi et al., 2017)
Cendres	0,89 et 1,16% de la matière sèche	(Rahman et al., 2007 ; Lecheb, 2010)
Eléments minéraux :	(*mg 100.g-1 de MS)	
K	0,23-0,28 % (MS)	
Ca	0,026-0,034 % (MS)	
Mg	0,048 % (MS)	
P	0,058-0,07 % (MS)	
Na	9,57-10,37*	
Fe	1,76-1,88*	
Zn	1,18-1,36*	
Cu	1,04-1,12*	
Mn	0,27-0,35*	(Chaira et al., 2007)

II.4 Valorisation des noyaux des dattes :

Les noyaux de dattes présentent une large gamme de propriétés intéressantes qui leur confèrent des possibilités d'utilisation dans divers domaines comme l'industrie agroalimentaire, cosmétique et pharmaceutique. En effet, ils contiennent des composants extractibles à forte valeur ajoutée qui peuvent être utilisés pour améliorer la valeur nutritionnelle des produits dans lesquels ils sont incorporés (Khali et al., 2014), On peut citer :

II.4.1 En alimentation humaine

- Selon une étude menée par Khali et al. (2015), les noyaux de dattes ont été valorisés en les combinant avec de la farine de blé tendre à des taux de 5%, 10%, 15% et 20%. Les noyaux ont été séchés et broyés en poudre fine avant d'être mélangés à la farine de blé commerciale.
- Une alternative intéressante pour éviter la caféine est de remplacer le café par des noyaux de dattes torréfiés dans les boissons décaféinées. Dans le monde arabe, cette pratique est courante pour préparer une boisson chaude en mélangeant de la poudre de noyaux de dattes grillées avec de la poudre de café, offrant une alternative pour réduire la quantité de caféine dans la boisson, selon l'étude de Rahman et al. (2007).

II.4.2 En alimentation animale

Les noyaux de dattes sont des sous-produits intéressants qui peuvent être utilisés comme aliments pour le bétail. (Chahma et al., 2000 ; Noui, 2017 ; Adrar, 2016 ; Djoudi, 2013 ; Benahmed, 2012 ; Ben Abbes, 2011).

II.4.3 En cosmétologie

La poudre des noyaux de dattes est utilisée comme masque pour les cheveux. Elle a la capacité de traiter les infections oculaires et peut être utilisée dans la fabrication de produits cosmétiques pour les yeux et le maquillage (Chaira et al., 2007). L'extrait du noyau de dattes abaisserait clairement et rapidement les rides du visage (Bouza et al. 2002).

II.4.4 En industrie

- Les polysaccharides végétaux sont des macromolécules ont la capacité de se dissoudre dans l'eau pour former des solutions colloïdales ou des gels. Cette propriété est utilisée pour produire des épaississants, gélifiants et viscosifiants pour les industries alimentaires et pharmaceutiques. Le fractionnement des polysaccharides dans les noyaux de dattes est considéré comme importante et exploitable, selon une étude menée par Bouanani et al. (2007) sur la variété algérienne Degla Baïda, et les résultats obtenus étaient encourageants.

- Les déchets agricoles lignocellulosiques contiennent une forte concentration de carbone (Banat et al., 2003), ce qui en fait une source attrayante pour la production de charbon actif (Haimour et Emeish, 2006). Selon une étude menée par Addoun et al. (2000), la carbonisation des noyaux de dattes pourrait également être une source intéressante pour produire du charbon actif, qui peut être utilisé dans diverses applications telles que l'élimination des phénols, le traitement des eaux polluées la purification des gaz et en pharmacologie (Bouchelta et al., 2008 ; Alhamed., 2009).

Chapiter III : *Huile de Noyau de datte*

III.1 Huiles végétales

Les huiles d'origine végétale ou huiles fixes sont des composés non-volatils présents dans les cellules oléifères des plantes telles que les graines ou les noyaux, Elles jouent un rôle important dans la consommation quotidienne mondiale. De 1996 à 2000, la production mondiale annuelle moyenne d'huile végétale était de 105×10^6 tonnes, et de 2016 à 2020, elle devrait dépasser $184,7 \times 10^6$ tonnes (Wang et al 2012). En général, huile végétale est constituée d'une grande variété de composants (figure 04) (Morin et Pagés-Xatart-Parés ,2012).

Cependant, ces huiles restent coûteuses à extraire et se distinguent par leur faible disponibilité.

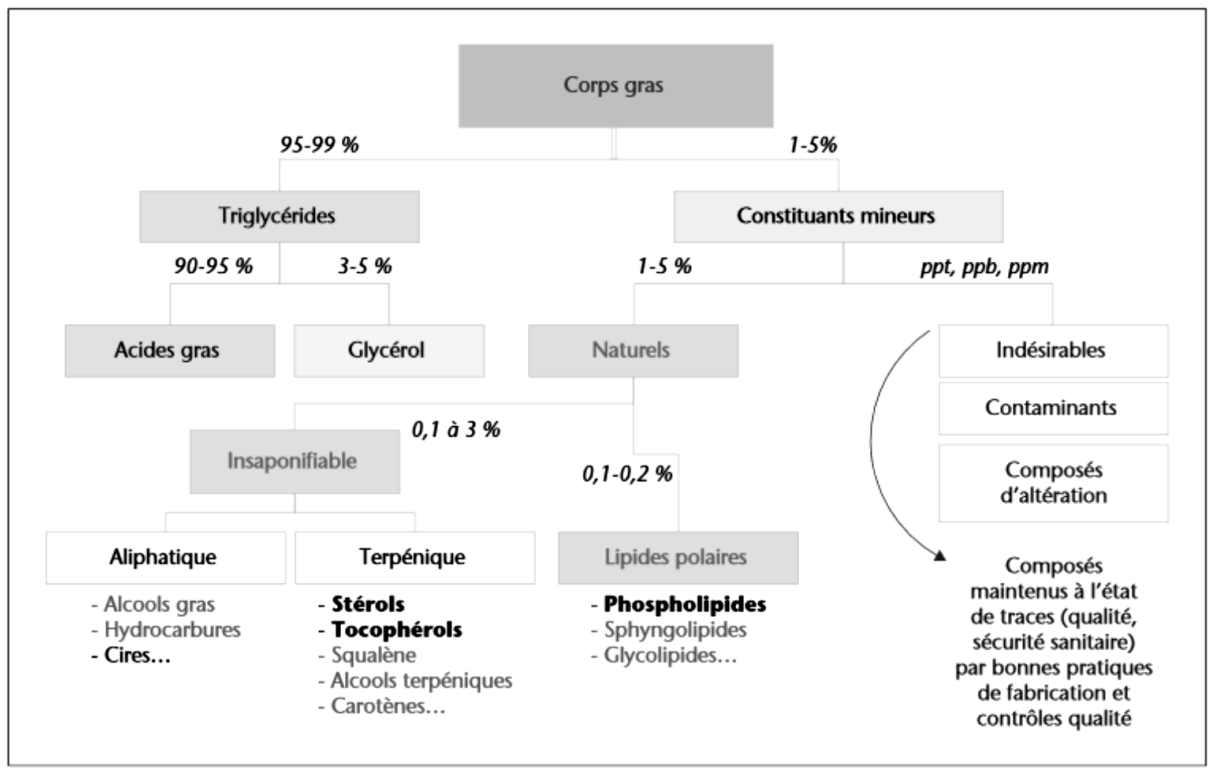


Figure 4. La composition des corps gras avec le pourcentage des grandes classes de composés (Morin et Pagés-Xatart-Parés ,2012).

III.2 Huile de noyau de datte

Les noyaux de dattes sont considérés un sous-produit agricole prometteur. Ils constituent une source d'huile, de bonne stabilité oxydative et comparable à celle de l'huile d'olive (Besbes et al . , 2004 ; Mohamed Basuny et Al - Marzooq , 2011) .

III.2.1 Caractéristiques organoleptiques de l'huile du noyau de datte

A. La viscosité

Il existe peu d'études portant sur les caractéristiques rhéologiques de l'huile de noyau de datte. La viscosité de l'huile extraite de deux variétés de dattes, Deglet Nour et Allig, a été évaluée respectivement à 20-40 mPa.s, Selon étude menée par Besbes et al. (2004a). Selon la littérature scientifique, cette viscosité est légèrement inférieure à celle de l'huile d'olive (60 mPa.s) (Fomuso et Akoh, 2002). Par contre, Oomah et al. (2000) ont montré que la viscosité de l'huile de framboise est similaire à celle de l'huile extraite des noyaux de dattes. En effet, La présence d'acides gras à chaîne courte est directement liée à la viscosité de l'huile (Geller et Goodrum, 2000 ; Gustone et al., 1986).

B. La couleur et l'odeur

D'après Barreveld (1993), l'huile extraite des noyaux de dattes possède une couleur jaunâtre vert pâle et une odeur agréable. Celui-ci est confirmé par une étude menée par Besbes et al. (2005) concernant la couleur de l'huile extraite de deux variétés de dattes Deglet Nour et Allig tunisiennes, Cette même étude a montré que ces huiles avaient une couleur jaune plus foncée que les huiles de palme, de soja, de maïs, de tournesol et d'olive (Hsu et Yu, 2002).

Selon Besbes et al. (2004a) cette couleur des huiles est due à la présence des caroténoïdes.

III.2.2 Composition chimique de l'huile de noyau de datte

A. Fraction Saponifiable

a. Acide gras

Selon Al Juhaimi et al. (2012), L'analyse du profil des acides gras de l'huile extraite des noyaux de dattes (tableau 3) montre la présence de 13 acides gras, avec l'acide oléique dominant. L'huile extraite des noyaux de dattes est une huile oléique (Besbes et al., 2004 ; Besbes et al., 2005). Les acides gras les plus présents dans cette huile sont l'acide oléique (40,51-45,74%), l'acide laurique (17,95-25,01%), l'acide myristique (12,07-13,94%), l'acide palmitique (9,75-11%) et l'acide linoléique (7,03-9,28%).

Tableau 4. Profils d'acides gras de différentes huiles de graines de dattes (%)

	Soughi	Monaif	Soulag	Soukari	Barhi	Khulas	Rozaiz
Acide caproïque (C 6 :0)	0.33	0.39	0.38	0.46	0.28	0.47	0.31
Acide caprylique (C 8 :0)	0.44	0.30	0.47	0.44	0.34	0.85	0.25
Acide laurique (C 12 :0)	23.53	21.31	22.69	23.40	19.21	25.01	17.95
Acide myristique (C14 :0)	13.94	12.69	13.37	13.28	12.22	12.94	12.07
Acide palmitique (C 6 :0)	10.33	10.45	10.16	10.21	9.95	9.75	11.00
Acide palmitoléique (C 6 :1)	0.040	0.10	0.05	0.08	0.056	0.05	0.16
Acide stéarique (C 18 :0)	2.15	2.49	2.53	2.30	2.61	2.43	2.73
Acide oléique (C 18 :1)	40.51	43.13	42.40	40.41	45.41	40.73	45.74
Acide linoléique (C 18 :2)	7.97	7.72	7.27	8.66	9.28	7.03	8.76
Acide linoléique (C 18 :3)	0.11	0.25	0.16	0.19	0.19	0.22	0.26
Acide arachidique (C 20 :0)	0.09	0.36	0.03	0.06	0.08	0.18	0.09
Acide gadoléique (C 20 :1)	0.33	0.35	0.34	0.28	0.28	0.21	0.34
Acide béhénique (C 22 :0)	0.08	0.22	0.06	0.05	0.06	0.07	0.09

B. Fraction non saponifiable

a. Les polyphénols

Les huiles contiennent des composés phénoliques qui sont une partie de la matière insaponifiable ou "constituants mineurs". Ces composés sont cruciaux pour certaines propriétés des huiles telles que la saveur, la durée de conservation et la résistance à l'oxydation (Besbes et al., 2004).

Selon étude Boukouada et al. Ont montré la présence possible de composés phénoliques antioxydants dans toutes les huiles de graines de dattes. Une autre étude menée par Besbes et ses collègues en 2004 sur les composés phénoliques présents dans l'huile de graine de dattes tunisiennes « Deglet Nour et Allig ». Les résultats ont montré que les huiles extraites de ces graines contenaient huit composés phénoliques en quantités différentes : Hydroxytyrosol, Acide protocatechiques, Tyrosol, Acide gallique, Acide caféique, Acide p-coumarique, Oleuropeine et Acide 3,4- dihydroxyphenylacetique. L'huile extraite de ces graines présentait une concentration significativement plus élevée en composés phénoliques que l'huile d'olive et peut être une bonne source naturelle de ces composés (Besbes et al., 2004).

b. Les tocophérols

L'HND est une source importante de tocophérols, d'après Nehdi et al., 2018 la teneur moyenne en tocophérols dans l'huile de noyaux de dattes est de 70.75 mg/100g, Cette teneur est plus élevée que celle des huiles d'olive et d'arachide, qui étaient respectivement de 23,39 et 66,39 mg/100g. Les huiles de graines de toutes les variétés de dattes étudiés par ces auteurs contenaient 7 isomères de vitamine E, : α , β , γ et δ -tocophérol, et α -, γ - et δ -tocotriénol.

Ces composés ont des propriétés anti-oxydantes et sont actifs en tant que vitamine E, ce qui les rend particulièrement importants pour la santé humaine (Besbes et al., 2004).

c. Les stérols

Selon Salvador et al.2001, l'huile extraite des noyaux de dattes contient des stérols (3000 à 3500 mg/kg), présents à des taux plus élevés que dans l'huile d'olive (1500 mg/kg) .

D'après Besbes et al. (2004), L'HND l'huile extraite des noyaux de dattes contient différents types de stérols tels que le cholestérol, le campestérol, le stigmastérol, le β -sitostérol, le Δ^5 -avenasterol et le $\Delta^5.2,4$ -stigmastadienol. Parmi ces composants, le β -sitostérol et le campestérol sont les principaux composants, représentant environ 90g/100g du total des stérols. La majorité des huiles végétales contiennent également des taux élevés de β -sitostérol (huile d'olive, huile de tournesol).

III.2.3 Application de l'huiles de noyaux des dattes

Il existe plusieurs applications pour l'huile de noyaux de datte :

A. Application culinaire

Le HND possède une composition chimique et des propriétés physico-chimiques intéressantes qui lui permettent d'être utilisé comme huile comestible. Il est riche en acide oléique, ce qui lui confère une importance nutritionnelle. En raison de sa richesse en acides gras saturés et de la présence de nombreux autres composés antioxydants (composés phénoliques, tocophérols, caroténoïdes, etc.) le rendent très stable face au rancissement oxydatif (Nehdi et al., 2010) et au traitement thermique (Besbes et al., 2004), et adaptés à une utilisation comme huile de cuisson, de friture ou d'assaisonnement, ou même comme substitut de palme oléine (Nehdi et al., 2018).

Sa teneur en caroténoïdes est adaptée à la fabrication de margarine car elle donne une couleur naturelle jaunâtre similaire à celle du beurre sans ajout de colorants synthétiques (Nehdi et al., 2010), Il peut également être utilisé pour fabriquer de la mayonnaise à la place de l'huile de mayonnaise traditionnelle et améliorer ses propriétés organoleptiques (Basuny et Al-Marzooq, 2011).

Cependant, toute application destinée à la consommation humaine doit être étudiée pour son entière sécurité.

B. Application cosmétique

Le HND est utilisé dans la fabrication de produits cosmétiques et pharmaceutiques comme la formulation de protecteurs UV (Nehdi et al.,2010), qui également protègent contre la lumière UV-A et UV-B grâce à son spectre d'absorption des lumières UV qui est responsables de nombreux dommages cellulaires (Besbes et al., 2004).

Les huiles de graines de dattes possèdent également des propriétés distinctes par rapport aux autres huiles végétales et pourraient facilement être conservées, ce qui les rend intéressantes pour une utilisation dans les domaines cosmétiques, pharmaceutiques et alimentaires (Besbes et al. 2004).

Par exemple, Lecheb et Benamara ont formulé une crème cosmétique à base de l'huile de graines de dattes et d'extrait aqueux de graines, qui avait des propriétés similaires à celles d'autres crèmes commerciales en termes de tartinabilité et de viscosité et de comportement rhéologique, avec l'avantage de remplacer les composants synthétiques par des composants naturels. Ces crèmes biologiques pourraient être très bien acceptées par les consommateurs qui sont de encore en plus préoccupés par l'utilisation de produits chimiques dans les cosmétiques (Abdul Afiq et al.,2013).

C. Application thérapeutique

En plus de l'activité antioxydante, huile de graine de datte a une activité antibiotique, en particulier contre les bactéries *Escherichia coli*, α et β hemolytic streptococci, *staphylococcus aureus*, et *Aspergillus fumigates* (Tafti et al., 2017), , ainsi qu'une activité anti-inflammatoire, ce qui rend son la formulation à utiliser dans les formulations de médicaments anti-inflammatoires n'est pas en tant qu'ingrédient actif, mais en tant qu'adjuvant, car ils améliorent l'absorption transdermique des AINS (Mrabet et al., 2020).

D. Application industrielle

Huile de graine de datte est une ressource renouvelable intéressante pour de nombreuses applications industrielles, notamment pour la production de biodiesel en raison de sa faible teneur en acides gras libres (Azeem et al.,2016). Une autre application prometteuse est la synthèse de poly(3-hydroxybutyrate) (PHB), un polyester biodégradable pouvant remplacer les plastiques contaminant l'environnement.

Une autre application industrielle qui a été explorée est celle de la matière première pour la synthèse du poly(3-hydroxybutyrate) (PHB), un polyester biodégradable qui pourrait

remplacer les plastiques contaminants (Yousuf et Winterburn.,2017). Le PHB obtenu à partir d'huile de graines de dattes présente des caractéristiques physicochimiques similaires à celles du PHB standard. L'utilisation d'huiles comme matière première, qui sont peu coûteuses et qui n'entrent pas en concurrence avec les aliments pour la production de biodiesel et d'autres produits chimiques est fortement recommandée. C'est le cas de l'huile extrait à partir le noyau de datte souvent considéré comme déchet agroalimentaire abondant dont la composition chimique est convient à ces fins.

Partie 2 :
Matériel et Méthodes

Matériel et méthode

L'extraction de l'huile de noyaux des dattes et les analyses des paramètres chimiques (les indices chimiques) ont été effectuées au Laboratoire de Valorisation et Promotion des Ressources Sahariennes (VPRS) au Ouargla. Les autres analyses ont été réalisées au laboratoire du département des sciences de la nature et la vie au Ghardaïa.

IV.1 Le critère de choix

Selon les critères suivants :

- ❖ Les noyaux de dattes sont des déchets non valorisés.
- ❖ Contient un taux en matières grasses.
- ❖ Une large consommation des dattes.

IV.2 Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est constitué des noyaux de deux variétés de dattes Tafzouine et Degla Beida de la région de Ghardaïa.

Les variétés Tafzouine et Degla Beida ont été achetées du marché du centre-ville (sahet el andalous) et el Guerrara respectivement dans la wilaya de Ghardaïa.

A. Degla Beida

Est une variété de datte qui a une forme fuselée, elle est aplatie du côté du périanthe et rétrécie sur l'autre extrémité. Sa couleur varie du jaune au marron clair, pour devenir beige à maturité complète. Son épicarpe est épais et lisse, tandis que son mésocarpe est charnu, sec et a une texture farineuse. Le calice, qui est plat et de couleur jaune à orange, adhère fortement à la chair de la datte. (Hannachi et al, 1998 ; Belguedj, 2002).



Figure 5. Datte et noyaux des dattes de la variété Degla Beida.
(Photo original)

B. Tafzouine

Présente une couleur jaune lorsqu'elle est à son stade Bser. Au stade suivant, appelé Rotab, une partie de la datte devient ambrée tandis que l'autre reste jaune, pour ensuite évoluer vers une couleur ambrée à marron à maturité complète. L'épicarpe de cette date est lisse, brillant et se décolle facilement. Son mésocarpe est légèrement charnu, avec une consistance molle et une texture fibreuse. Le périanthe est plat et de couleur jaune. En termes de goût, cette date est agréable. (Dakhia et al, 2016)



Figure 6. Datte et noyau de datte de la variété Tafzouine. (Photo original)

IV.3 Préparation de la poudre de noyaux des dattes

La préparation de poudre noyaux comprend les étapes suivantes :

A. Dénoyautage

Les dattes récoltées ont été dénoyautés manuellement ; la séparation pulpe et noyau est facile, elle se fait à la main.

B. Lavage

Les noyaux obtenus ont été rincés abondamment à l'eau de robinet afin d'éliminer les impuretés adhérentes aux noyaux, puis ils ont été séchés à l'air libre pendant quelques heures.

C. Séchage

Après lavage les noyaux sont placés dans une étuve et portée à une température de 105 °C pendant 24 heures afin d'éliminer les traces d'eau et pour facilite le broyage.

D. Broyage

Chaque variété a été ensuite broyée séparément à l'aide d'un moulin à café et épices « KITCHEF ».



Figure 7. Préparation de la poudre de noyaux des dattes. (Photo original)

IV.4 Extraction de l'huile par Soxhlet

L'huile de chaque variété de graines (100 g) a été extraite à l'aide d'un appareil Soxhlet, en utilisant l'éther de pétrole comme solvant pendant 6 heures (AFNOR.1984), puis une quantité de sulfate de sodium anhydre Na_2SO_4 lui est ajoutée pour éliminer les traces d'eau, puis la solution est filtrée (Ben Ali,2018). En suite l'huile a été pesés après évaporation du solvant à l'aide d'un évaporateur rotatif à 40°C , puis stockés dans un congélateur à 4°C jusqu'à l'analyse (Laghouiter et al,2018).

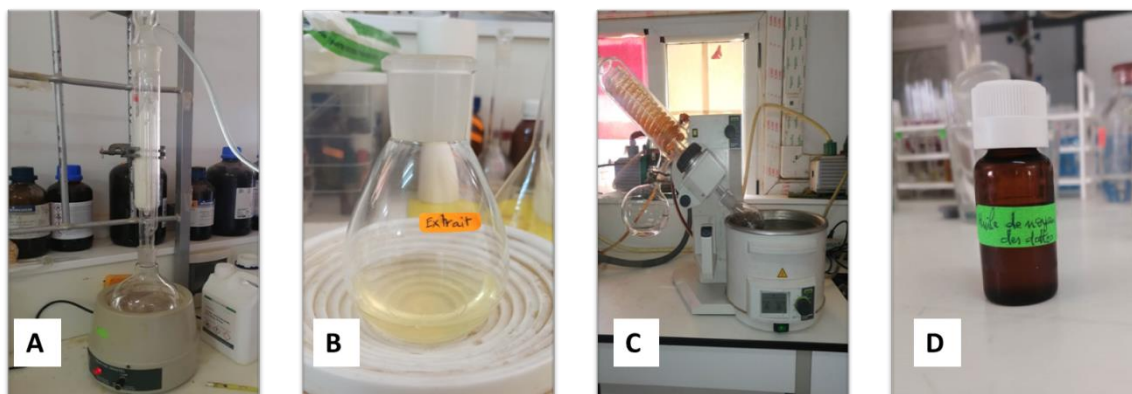


Figure 8.A. L'extraction d'huile au soxhlet ; **B.** Extrait après 6h d'extraction ; **C.** Evaporation par "Rota-vapeur" ; **D.** l'huile de noyau des dattes. (Photo original)

IV.4.1 Le rendement d'huile

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

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

P1 : Poids du ballon vide (g) ;

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

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

IV.5 Analyses physicochimiques de l'huile de noyaux des dattes

IV.5.1 Analyses physiques

A. Indice de réfraction

Les mesures sont effectuées à température ambiante à l'aide d'un réfractomètre, en utilisant la méthode décrite dans la norme AFNOR T 60-212 :

2ou 3 gouttes d'huile de noyau de datte ont été placer au milieu du prisme du réfractomètre, puis la lecture de la valeur d'indice à travers l'oculaire.

Pour ramener à 20C la lecture de l'indice de réfraction mesuré à une température donnée on appliquant la formule suivante :

$$\eta_D^{20} = \eta_D^{\theta} + (\theta - 20) \times 0.00035$$

η_D^{20} :indice de réfraction à 20oC

η_D^{θ} : indice de réfraction à la température de l'échantillon

θ : température de l'échantillon (°C)

0.00035 : variation de l'indice de réfraction en fonction de la température par degré.

B. Densité relative

La densité relative à 20 °C est définie comme le rapport de la masse d'un volume donné d'un liquide analysé à la masse du même volume d'eau à la même température. La densité relative est une valeur sans unité (Kaloustian et Hadji,2012).

Les valeurs de la densité ont été obtenue, en mesurant la masse d'un volume de l'huile de noyau de datte et le même volume d'eau, le calcul de la densité se fait par l'équation suivante :

$$\text{Densité} = \text{Masse d'huile de noyau de datte} / \text{Masse d'eau}$$

IV.5.2 Analyses chimiques

A. Les indices chimiques

Les indices chimiques qui caractérisent les matières grasses ont été déterminés (l'indice d'acidité, d'iode, de peroxyde, de saponification et indice d'ester).

Leur détermination a été effectué en appliquant les méthodes conformes à la norme française (AFNOR, 1984).

a) Indice d'acidité (IA)

La mesure de la quantité de potasse, exprimée en milligrammes, requise pour neutraliser les acides gras libres présents dans un gramme de corps gras permet d'évaluer le niveau de détérioration de l'huile et d'estimer la concentration d'acides gras libres dans l'huile, exprimée en acide oléique (Perrin. J.L, 1992).



Pour cette mesure, une quantité de 0.2g d'huile est dissoute dans 10 ml de chloroforme, plus quelques gouttes de phénolphtaléine comme indicateur. La solution organique obtenue est ensuite soumise à un dosage à l'aide d'une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium 0,1N, jusqu'à l'apparition du changement de couleur (rose). (AFNOR NFT 60-204).



Figure 9. Le procédé de titrage pour identifier l'indice d'acidité. (Photo original)

L'indice d'acide est calculé par la relation suivante :

$$IA = \frac{V \cdot N \cdot 56.1}{m}$$

IA : indice d'acide

N : normalité de solution éthanóique de KOH

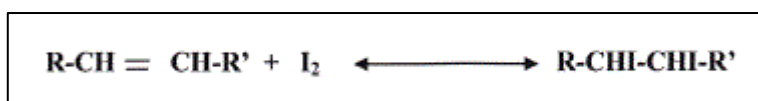
V : volume de la solution éthanóique de KOH exprimé en ml

m : masse de la prise d'essai d'huile en gramme

56.1 : masse molaire de KOH (mol/g)

b) Indice d'Iode (II)

L'indice d'iode (I.I) d'un corps gras est une mesure exprimée en grammes d'halogène fixé par 100 grammes de matière grasse. Ce test est basé sur la capacité des doubles liaisons présentes dans les acides gras insaturés de fixer des halogènes, ce qui permet d'évaluer le degré d'insaturation moyen de l'huile (Mordret. F, 1992).



Pour réaliser cette analyse, une quantité de 0,2 g d'huile est dissoute dans 15 ml de chloroforme (CHCL₃). Ensuite, 20 ml de réactif de Wijjs, qui est une solution contenant 0,1 M de monochlorure d'iode (ICl), sont ajoutés à la solution. Le mélange est bouché et mis à l'abri de la lumière pendant une heure. Ensuite, 10 ml d'une solution d'iodure de potassium (KI) à 10 % et 150 ml d'eau distillée sont ajoutés au mélange précédent. Enfin, l'excès d'iode est dosé en utilisant une solution de thiosulfate de sodium (Na₂S₂O₃) de concentration 0,2N, avec de l'amidon comme indicateur, jusqu'au changement du couleur en bleu transparent (AFNOR NFT 60-203).



Figure 10. Le procédé de titrage pour identifier l'indice d'iode. (Photo original)

L'indice d'iode est calculé suivant la relation suivante :

$$II = \frac{(V_0 - V) \cdot C \cdot 12.69}{m}$$

II : indice d'iode ;

V₀ : volume de thiosulfate de sodium dans le test à blanc exprimé en ml ;

V : volume de thiosulfate de sodium nécessaire pour la neutralisation de l'excès d'iode exprimé en ml ;

C : concentration molaire de la solution de thiosulfate de sodium ;

m : masse prise d'essai d'huile en gramme ;

c) Indice de peroxyde (IP) (ISO 3960 Quatrième édition 2007)

La méthode consiste à préparer un échantillon d'huile en pesant environ 0.5 g et en le mettant dans une fiole. Ensuite, un mélange de solvants composé de 10 ml de chloroforme et 15 ml d'acide acétique est ajouté à l'huile et bien agité. Pour poursuivre, 1 ml d'iodure de potassium dissous dans 1 ml d'eau distillée est ajouté, puis en fermant la fiole et bien agitée pendant 1 à 2 minutes. La fiole est ensuite placée sous agitation magnétique dans l'obscurité pendant 5 minutes à une température de 15-25°C. Ensuite, 75 ml d'eau distillée et quelques gouttes d'empois d'amidon sont ajoutées et le mélange est agité vigoureusement jusqu'à ce que la couleur devienne noire. Le titre de l'iode libéré est mesuré en utilisant une solution de thiosulfate de sodium Na₂S₂O₃ (0,01 N) jusqu'à ce que la décoloration soit atteinte. En parallèle, un essai à blanc sans huile est également effectué.

Expression des résultats :

$$IP = (V1 - V0) \times N \times 1000 / M$$

IP : indice de peroxyde en milliéquivalent gramme d'oxygène actif par kilogramme d'huile ;

V0 : volume en ml de Na₂S₂O₃ pour l'essai à blanc ;

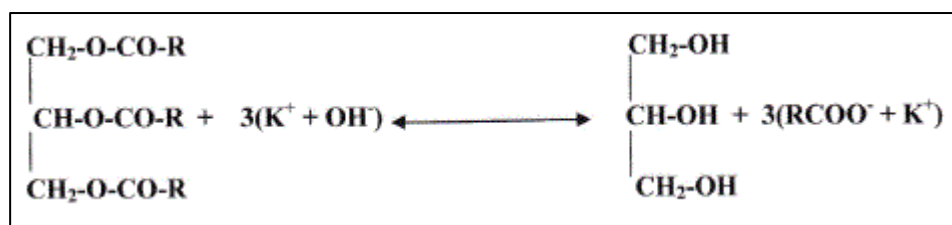
V1 : volume en ml de thiosulfate Na₂S₂O₃ ;

N : normalité de la Na₂S₂O₃ (0,01 N) ;

M : la masse en gramme de prise d'essai.

d) Indice de saponification (IS)

L'indice de saponification correspond au nombre de milligrammes d'hydroxyde de potassium requis pour saponifier un gramme de corps gras selon la réaction chimique suivante :



La valeur de l'indice de saponification nous permet d'estimer les longueurs des chaînes de carbone des acides gras qui composent l'huile, ainsi que de calculer les masses moléculaires moyennes des acides gras et des triglycérides présents dans l'huile.

0,2 g d'huile est saponifiée à reflux pendant 30 minutes en présence de 20 ml de KOH éthanoïque (0,1 N). Ensuite, l'excès de KOH est neutralisé en ajoutant de l'acide chlorhydrique HCl (0,1 N) en présence de phénolphaléine comme indicateur coloré. Un essai à blanc est également effectué dans les mêmes conditions, mais sans l'ajout d'huile (AFNOR. NFT60-206).



Figure 11. La procède de saponification par Reflux. (Photo original)

L'indice de saponification est calculé par la relation suivante :

$$IS = \frac{(V_0 - V).N.56.1}{m}$$

IS : Indice de saponification

V₀ : volume de HCl dans le teste à balans en ml

V : volume de HCl en ml nécessaire pour neutraliser la potasse

m : masse prose d'essai en gramme

N : normalité de la solution potassique

56.1 : masse molaire de KOH (mol/g)

e) Indice d'ester (IE)

L'indice d'ester est le nombre de milligramme d'hydroxyde de potassium nécessaire à la saponification d'un gramme de l'huile neutralisée qui ne contient pas des acides gras.

L'indice d'ester est calculé par la relation suivante :

$$IE = IS - IA$$

IE : indice d'ester

IS : indice de saponification

IA : indice d'acide

IV.5.3 Les dosages chimiques**a) Dosages de la chlorophylle et des caroténoïdes**

La teneur en caroténoïdes des huiles a été mesurée selon la méthode calorimétrique de (Minguez-Mosquera et al,1991). 0,6 g de chaque échantillon ont été dilués dans 2 ml de cyclohexane.

Après agitation, la teneur en caroténoïdes a été déterminée à 470 nm à l'aide d'un spectrophotomètre (Herchi et al,2014).

La teneur a été calculée selon la formule :

$$\text{Chlorophylle (mg/kg)} = (A_{670} \times 10^6) / (613 \times 100 \times d)$$

$$\text{Caroténoïde (mg/kg)} = (A_{470} \times 10^6) / (2\,000 \times 100 \times d)$$

A : l'absorbance

d : épaisseur des alvéoles (1 cm).

Les valeurs des coefficients de l'extinction spécifique appliquée étaient $E_0 = 613$ pour la phéophytine en tant que principal composant dans la fraction chlorophyllienne et $E_0 = 2\,000$ pour la lutéine comme composant majeur de la fraction caroténoïde.

b) Dosage des stérols totaux

La teneur totale en stérols a été déterminée à l'aide de la méthode de Lieberman-Burchard. 1 ml de solutions d'échantillon diluées a été mélangé avec 2 ml de réactif de Lieberman-Burchard (réactif de Liebermann constitué de 60 ml d'acide acétique anhydre + 10 ml d'acide sulfurique concentré + 30 ml d'acide acétique). Le mélange a été incubé dans l'obscurité pendant

30 minutes et la couleur verte formée a été mesurée à 550 nm à l'aide d'un spectrophotomètre (Iaghouter et al, 2018).

Le cholestérol a été utilisé comme standard pour la courbe d'étalonnage. Les résultats sont exprimés en mg d'équivalent de cholestérol par gramme d'huile (mg CE/g d'huile).

c) Dosage des tocophérols totaux

Selon Iaghouter et al, (2018) la teneur totale en tocophérols a été quantifiée à l'aide de la méthode colorimétrique décrite par Emmerie-Engel. Pour cela, 1 ml d'échantillon dilué a été mélangé avec 1 ml d'ortho-phénantroline à 0,4% et 0,5 ml de FeCl₃ (solution éthanolique à 0,12%). Le mélange a été incubé dans l'obscurité pendant 3 minutes, puis la couleur rouge orangé formée a été mesurée à 510 nm à l'aide d'un spectrophotomètre.

L' α -tocophérol a été utilisé comme étalon pour la courbe d'étalonnage. Les résultats sont exprimés en mg d'équivalent α -tocophérol par gramme d'huile (mg α -TE/g d'huile).

Partie 3 :
Résultats et discussion

Résultats et discussion

V.1 Rendement en huile :

- Le tableau (5) représente les teneurs en huile des noyaux des deux variétés des dattes Degla Beida (DB) et Tafzouine (TAF).

Tableau 5. Teneur en huile des noyaux des dattes.

	Degla Beida	Tafzouine
Teneur (%)	7.396	5.265

D'après les résultats du tableau (5), DB montre une teneur en huile supérieure au TAF, la différence de la teneur en huile entre les deux variétés peut être expliquée par leurs compositions chimiques distinctes.

Le rendement en huile de TAF est similaire au résultat de la même variété par l'étude de Laghouiter, et al (2018) avec une valeur de 5.67%. Et celui de la variété DB est moins similaires pour la même variété étudiée par Boussena, et al (2016) avec une valeur de 8.72%.

Selon Ourradi et al (2021) la variété marocaine Khalat z a montré une teneur en huile de 7.75%, ce qui est proche à la variété DB.

Des valeurs plus élevées (de 10,19 à 12,67 %) ont été rapportées par Besbes et al (2004a) sur deux variétés tunisiennes Deglet Nour et Allig.

Les différences entre ces résultats et les nôtres pourraient être attribuées à l'effet variétal, les conditions culturelles locales qui affectent la composition à la fois de la chair et des graines (Saafi et al, 2008), la quantité et le type de solvant utilisé et les conditions expérimentales....

En comparant les résultats d'huile de noyaux des dattes avec d'autres huiles issues des grains oléagineuses mentionnées dans le tableau (6), il est possible de constater que nos variétés contiennent une proportion relativement faible de matières grasses. Les graines de datte ne peuvent pas être considérées comme des graines oléagineuses telle que l'arachide, l'olive et les graines de tournesol, qui contiennent entre 30 et 40% d'huile. Bien que les graines de datte ne puissent pas être considérées comme des graines porteuses d'huile

(contient moins de 10% de matière grasse), leur teneur en huile se situait dans la plage des autres matières végétales utilisées comme composants de santé ou ayant des applications industrielles ou pharmaceutiques (Charef et al,2008).

Tableau 6. Teneur en huile de quelques graines oléagineuses (Benali, M.2018).

Huile	Rendement%
Huile de noix de coco	68-63
Huile de coton	25-15
Huile d'olive	70-35
Huile de palm	50
Huile d'arachide	55-45
Huile de sésame	45-44
Huile de soja	20
Huile de tournesol	36-22

V.2 Caractéristiques physico-chimiques des huiles des noyaux des dattes

V.2.1 Caractéristiques organoleptiques

Autrefois, l'évaluation de la valeur d'une huile végétale reposait uniquement sur sa caractérisation organoleptique, c'est-à-dire ses caractéristiques sensorielles telles que l'apparence, la couleur, l'odeur et le goût. Cependant, cette méthode de caractérisation ne fournit qu'une information limitée sur ces huiles. Par conséquent, il est devenu nécessaire de recourir à d'autres techniques de caractérisation.

Une odeur spécifique, pour l'huile du Degla Beida (DB) était agréable mais pas vraiment pour Tafzouine (TAF) l'odeur était acceptable légèrement désagréable.

Les huiles de noyaux des dattes étudiées étaient semi solides (liquide à température ambiante et solide au 4 C°).

La couleur d'huile a varié entre jaune claire pour la variété DB et jaune foncé pour la variété TAF.

Selon l'étude menée par Boukouada et Yousfi (2009) sur l'huile extraite des noyaux des trois variétés, il a été observé que la couleur de l'huile variait du jaune verdâtre au brun jaunâtre.

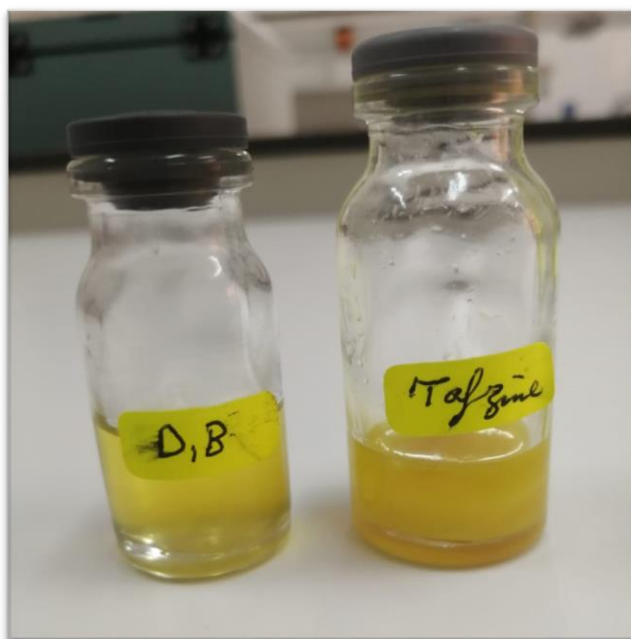


Figure 12. Huile extrait de noyaux des dattes des deux variétés Degla Beida et Tafzouine. (Photo original)

V.2.2 Analyses physiques

A. Indice de réfraction

La valeur de l'indice de réfraction d'huile de noyaux des dattes été identique pour les deux variétés (DB et TAF) a une valeur de 1.464.

Boukouada et al (2014) ont trouvé aussi que les variétés DB et TAF ont le même indice de réfraction mais d'une valeur de 1.4800, quelle est supérieur à notre résultat.

L'étude de Boukouada et Yousfi (2009) sur 3 différents variétés (Deglet Nour, Ghars, Tamdjouhert), à relever des valeurs supérieures dont l'intervalle de 1.4778-1.4792.

Les huiles de graines de dattes présentaient un faible indice de réfraction, ce qui indique qu'elles peuvent contenir des acides gras avec des chaînes hydrocarbonées de longueur moyenne à courte (Besbes et al,2004b).

La valeur moyenne de l'indice de réfraction des huiles de graines de dattes (1,4642) est comparable à celle des huiles de palme oléine (1,4641 à 1,4650) et inférieure à celles de l'huile de soja (1,477) et de l'huile de tournesol (1,4775) (Nehdi 2011, Nehdi et al. 2013). L'indice de réfraction est proportionnel au degré d'insaturation des huiles et est donc corrélé à la valeur d'iode.

B. La densité relative

La variété DB a montré une valeur de densité relative légèrement supérieure à la variété TAF avec des valeur de (0.831-0.8094) respectivement.

Les valeurs de l'indice de réfraction et de la densité relative des huiles de graines des dattes étaient comparables à celles d'autres huiles végétales. Ainsi, ces résultats suggèrent que les huiles contiennent une quantité importante d'acides gras insaturés (Boukouada et al,2014).

D'après Nehdi et al (2018), la densité moyenne des huiles de dattes est de 0,9172 pour six variétés saoudiennes.

- Les résultats des caractéristique physiques des huiles des noyaux des dattes des deux variétés Degla Beida et Tafzouine et d'autres variétés des travaux antérieurs, qui sont résumé dans le tableau suivant :

Tableau 7. Caractéristiques physiques des huiles des noyaux des dattes.

	η_D^{20}	d^{20}	Références
Degla Beida	1.464	0,831	Résultat de notre étude
Tafzouine	1.464	0.8094	Résultat de notre étude
Deglet Nour			
Ghars	[1.4778-1.4792]	–	Boukouada et Yousfi (2009)
Allig			
Degla Beida et			
Tafzouine	1.4800	–	Boukouada et al (2014)
Six variété			
Saoudiennes	–	0,9172	Nehdi et al (2018)

η_D^{20} : indice de réfraction ; d^{20} : la densité relative.

V.3 Analyses chimiques

V.3.1 Les indices chimiques

a) Indice d'acide

L'indice d'acidité est un critère permettant d'évaluer la stabilité de l'huile et sa compatibilité avec la consommation humaine (Nyam et al,2009).

La variété TAF avait une valeur d'indice d'acide élevé ($1,66 \pm 0,004\text{mgKoh/g}$) par rapport à la variété DB ($1,306 \pm 0,16\text{mgKoh/g}$).

En comparant nos résultats avec l'étude de Boukouada et al (2014) sur les mêmes variétés des dattes, ont trouvé que TAF avait une valeur d'indice d'acide de 1.3 mgKoh/g qu'elle est inférieur au celle de la variété DB avec une valeur de 1.4 mgKoh/g .

Selon l'étude de Ourradi et al (2021) sur huit variétés marocaines, les valeurs d'indice d'acide été entre 1.05 et 2.75 mgKoh/g .

La valeur d'acidité était faible dans les deux huiles de notre étude, ce qui indique que les huiles contiennent une petite quantité d'acides gras libres. Cette faible valeur pourrait être due à la courte période d'exposition des graines à l'air pendant la maturation des fruits. Le faible contenu en acides gras libres des huiles montre qu'elles sont comestibles ($IA < 2$) et pourraient avoir une longue durée de conservation (Boukouada et al, 2014).

b) Indice de saponification

La valeur de saponification donne une indication sur la nature des acides gras présents dans les matières grasses, et cela dépend de la masse moléculaire moyenne de ces acides gras (Bouhlali et al,2017)

La valeur de saponification de nos huiles de graines varie entre $231,94 \pm 3,54$ et $226,35 \pm 4,35\text{mg KOH/g}$ d'huile pour les huiles de graines de DB et TAF respectivement. Ces valeurs étaient proches de celles rapportées par Ourradi et al (2021) de 225.34 ± 4.28 à $250.58 \pm 3.24 \text{ mg KOH/g}$ pour huit variétés marocaines et supérieures à celles présentées par Herchi et al (2014) de 193 mg KOH/g pour la variété tunisienne Kentichi.

Selon Nehdi et al (2018) La valeur moyenne de saponification des huiles étudiées est plus élevée ($205,97 \text{ mg KOH/g}$) que celle des huiles de palme oléine ($197,09 \text{ mg KOH/g}$) et de certaines huiles conventionnelles telles que l'huile de soja ($179,45 \text{ mg KOH/g}$).

La valeur de saponification élevée des huiles de graines de dattes indique que les acides gras présents dans les huiles ont un grand nombre d'atomes de carbone. Cela signifie que les huiles de graines de dattes, après hydrogénation, pourraient également être utilisées en remplacement de certaines huiles conventionnelles dans l'industrie du savon et du shampoing (Akintayo et Bayer, 2002 ; Falade et al, 2008).

c) Indice d'iode

La valeur d'iode est une mesure de l'insaturation des graisses et des huiles (El Tom et Yagoub, 2007)

Les valeurs d'indices d'iodes des huiles étudiés été trop proche entre $84,95 \pm 1,33$ $\text{mgI}_2/100\text{g}$ et $85,32 \pm 3,74$ $\text{mgI}_2/100\text{g}$ pour les variétés DB et TAF respectivement. Ces valeurs sont supérieures aux ceux de Boukouada et al (2014) pour les mêmes variétés avec des valeurs de 72,9 pour DB et de 74,4 ($\text{mgI}_2 /100\text{g}$) pour TAF.

Nos résultats sont presque semblables à la variété soudanienne Alquundeila, quelle a enregistré une valeur de 83,31 $\text{g}/100\text{g}$, rapportée par Abdalla et al. (2012).

Les huiles sont classées en huiles siccatives, semi-siccatives et non siccatives en fonction de leurs valeurs d'iode (Boukouada et Yousfi, 2009).

Étant donné que la valeur d'iode de l'huile de graines de datte est inférieure à 100, elle peut seulement être classifiée comme une huile non siccative, hautement insaturée.

d) Indice de peroxyde

La valeur de peroxyde est un paramètre qui fournit des informations sur la qualité et la stabilité de l'huile en testant les réactions de rancidité qui se sont produites. Le Conseil Oléicole International (COI) a autorisé une valeur maximale de peroxyde de 20 $\text{mEq O}_2/\text{kg}$ d'huile.

La valeur du peroxyde dans l'huile de graines de DB ($2,66 \pm 0,11\text{mEqO}_2/\text{Kg}$) est supérieure à celle de l'huile de graines de TAF ($2,20 \pm 0,20$ mEqO_2/Kg).

Bouhlali et al (2017), ont trouvé des valeurs inférieures à nos valeurs, entre 1,01 mEqO_2 /Kg et 1,243 mEqO_2 /Kg pour les variétés Boufgous et Bousthammi (variétés marocaines) respectivement.

Dans l'étude de Ourradi et al,2021, ont trouvé des valeurs de peroxyde d'huile de noyaux des dattes supérieures des huit variétés marocaines, allant de $6,80 \pm 0,10$ à $7,2 \pm 0,12$ mEqO₂ /Kg.

Ces variations peuvent être causées par différents facteurs tels que le degré d'insaturation des acides gras présents dans l'huile spécifique, le stockage, l'exposition à la lumière, ainsi que la teneur en métaux ou autres composés pouvant catalyser les processus d'oxydation (Choe et Min, 2006).

En général, l'huile de graines de datte peut être considérée comme sûre pour la consommation humaine en raison de sa faible valeur en peroxyde, qui est inférieure à 30 meq de peroxyde/kg (Gotoh et Wada, 2006).

e) Indice d'ester

L'indice d'ester d'un corps gras représente la quantité de milligrammes d'hydroxyde de potassium (KOH) nécessaire pour neutraliser les acides libérés par l'hydrolyse des esters présents dans 1 gramme de corps gras. Plus spécifiquement, l'indice d'ester est équivalent à l'indice de saponification dans le cas des glycérides purs. Toutefois, cet indice n'est pas mesuré expérimentalement, mais il est plutôt calculé en faisant la différence entre l'indice d'acide et l'indice de saponification.

L'indice d'ester de DB (228.148 mgKoh/g) est élevé au celle de TAF (221.614 mgKoh/g).

L'huile de garine de *Griffonia simplicifolia* présente une valeur d'indice d'ester faiblement inférieure à notre huile d'une valeur de $(163,50 \pm 0,19)$ mg KOH/g d'huile (Novidzro et al, 2019).

D'après les résultats de l'étude de Alajtal et al (2018), les valeurs de l'indice d'ester des huiles de tournesol, l'huile de maïs et l'huile d'olive sont extrêmement basse avec des valeurs de 20.81 mg/g ;20.89 mg/g ;14.92 mg/g respectivement.

Cela indique que les huiles extraites des noyaux des dattes des deux variétés DB et Taf contiennent une quantité appréciable d'acides gras libres.

- Les résultats des indices chimiques des huiles des noyaux des dattes des deux variétés Degla Beida et Tafzouine et d'autres variétés des travaux antérieurs, qui sont résumé dans le tableau suivant :

Tableau 8.Caractéristiques chimiques des huiles des noyaux des dattes. (n=3)

	IA mg koh/g huile	IS mg koh /g huile	II mg I ₂ /100g huile	IP mEqO ₂ /K g	IE mg koh /g huile
Degla Beida (Résultat du notre étude)	1,306 ±0,16	231,94±3,54	84,95 ±1,33	2,66 ±0,11	230,634
Tafzouine (Résultat du notre étude)	1,66 ±0,004	226,35 ±4,35	85,32 ± 3,74	2,20± 0,20	224,69
DB et TAF (Boukouada et al,2014)	1.4 et 1.3	-	72.9 et 74.4	-	-
Huit variétés marocaines (Ourradi et al, 2021)	1.05-0.275	225.34±4.28 à 250.58±3.24	-	6.8 ± 0.10 à 7.2 ± 0.12	-
Kentichi Herchi et al,2014	-	193	-	-	-
Alqundeila (Abdalla et al, 2012)	-	-	83.31	-	-
Boufgous et Bousthammi (Bouhlali et al, 2017)	-	-	-	1.01 et 1.243	-

mEqO₂ : milliéquivalents d'oxygène peroxidique ; **IA** : indice d'acidité ; **IS** : indice de saponification ; **II** : indice d'iode ; **IP** : indice de peroxyde ; **IE** : indice d'ester.

A. Dosage chimique

a) Dosage de la chlorophylle et des caroténoïdes totaux

La composition totale des pigments caroténoïdes présents dans les huiles est un paramètre de qualité important car ils sont corrélés à la couleur, qui est un attribut fondamental pour l'évaluation de la qualité de l'huile. L'huile de graines de datte a une couleur jaune très intense par rapport aux autres huiles végétales. Cela suggère la présence d'une quantité significative du pigment jaune, les caroténoïdes. Ce pigment est responsable de l'absorption des radiations ultraviolettes (Besbes et al, 2004b; Al Juhaimi et al, 2012).

Les caroténoïdes sont bénéfiques car ils permettent de simuler l'apparence du beurre sans avoir recours à des colorants primaires tels que les carotènes, les annattos et les apocaroténals couramment utilisés dans l'industrie des huiles et des graisses (Oomah et al., 2000).

Le tableau (9) présente les résultats des teneurs en chlorophylles et caroténoïdes totaux d'huile des noyaux des dattes des deux Degla Beida et Tafzouine.

Tableau 9. Teneur des chlorophylles et caroténoïdes totaux d'huile des noyaux des dattes.

	Caroténoïdes (mg/g)	Chlorophylles (mg/kg)
Tafzouine	1.085	1.66
Degla Bida	4.22	5.008

La variété DB a montré les valeurs des caroténoïdes totaux et chlorophylles supérieure par rapport à la variété TAF.

La variété tunisienne Kentichi a montré des valeurs de 10.4 mg/kg pour les caroténoïdes totaux et 2.10 mg/kg pour les chlorophylles (Herchi et al, 2014).

Deglet Nour avait une valeur supérieure en chlorophylle de valeur de 8.6 mg/kg, par conséquent la variété Allig a montré une quantité similaire à la variété DB avec une valeur de 5.8 mg/kg (Besbes et al,2004b)

Selon Ourradi et al (2021), les résultats de la teneur en caroténoïdes pour huit huiles de graines de datte ont enregistré des valeurs supérieures par rapport aux autres variétés et aux différentes huiles végétales, variant de $12,35 \pm 0,03$ à $17,57 \pm 0,02$ mg/kg.

b) Dosage des stérols

Les stérols ont été identifiés comme les principaux composants de la fraction insaponifiable.

À partir d'une solution chloroformique de cholestérol d'une concentration de 1 mg/ml, nous avons préparé une série de solutions, afin de créer une courbe d'étalonnage reliant la densité optique à la concentration, comme le montre la figure suivante :

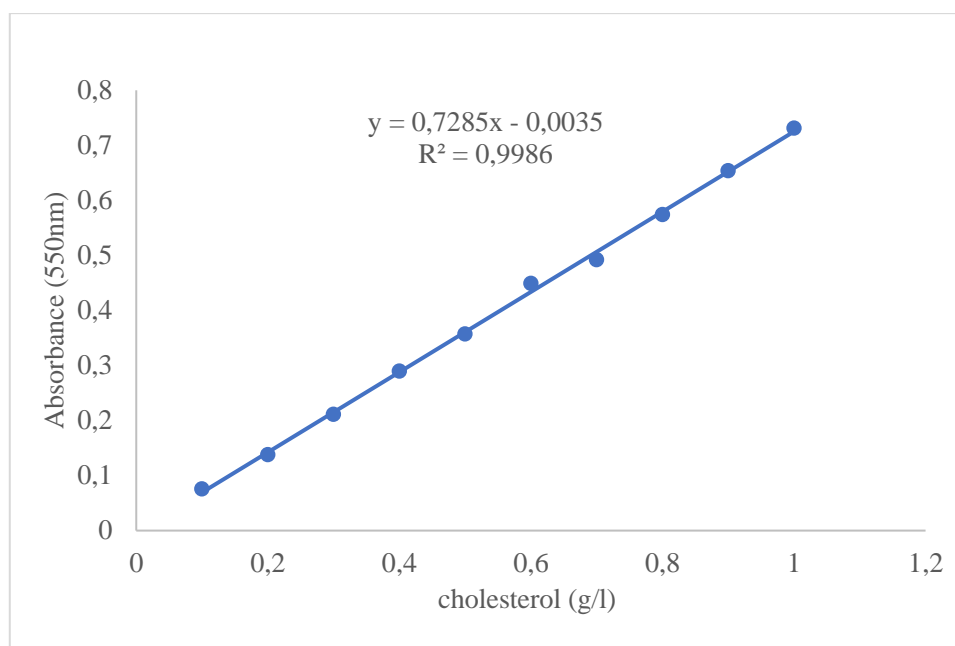


Figure 13. Courbe d'étalonnage du cholestérol.

Le tableau (10) présente les quantités des stérols totaux en huile des noyaux des dattes des deux Degla Beida et Tafzouine.

Tableau 10. Quantité des stérols totaux présentent en huiles des noyaux des dattes.

	Stérols (mg CE/g huile)
Tafzouine	6,44 ± 0,35
Degla Beida	7,53 ± 3,02

CE : équivalent de cholestérol.

Comme le montre le Tableau (10), des niveaux élevés de stérols ont été déterminés dans toutes les huiles de graines examinées. Parmi celles-ci, DB a été la plus riche en stérol avec une teneur $7,53 \pm 3,02$ mg CE/g d'huile. En revanche, Laghouiter et al. (2018) ont trouvé que TAF était la variété la plus riche en stérol parmi les neuf autres, avec une valeur de $8,45$ mg CE/g d'huile, supérieure à notre résultat pour le TAF de $6,44 \pm 0,35$ mg CE/g d'huile.

La teneur en stérols de nos huiles de graines de datte est très similaire à celle établie par Boukouada et Yousfi (2009), avec des valeurs comprises entre $5,40$ et $7,84$ mg/g. Par contre, ces valeurs sont supérieures à celles déterminées par Besbes et al. (2004a) sur deux variétés tunisiennes Deglet Nour ($3,50 \pm 0,60$ mg CE/g) et Allig ($3,00 \pm 0,20$ mg CE/g).

D'après Sabir et al (2003), les teneurs en stérols de nos huiles étudiées se situaient dans la fourchette des autres matières végétales : maïs (23 mg/g), soja (9 mg/g), colza (5 mg/g) et noix de coco (0,8 mg/g).

c) Dosage des tocophérols

Les tocophérols et les tocotriénols possèdent des propriétés antioxydantes et sont actifs en tant que vitamine E, bien que dans des proportions différentes, ce qui les rend particulièrement importants pour la santé humaine (Lercker et Rodriguez-Estrada, 2000; Mohamed et al., 2007). Ils sont largement utilisés dans l'alimentation, l'alimentation animale, les produits pharmaceutiques, les cosmétiques et les résines (Besbes et al, 2004a).

La vitamine E est indispensable car notre corps est incapable de la produire par lui-même, nous devons donc l'obtenir à travers notre alimentation. (Sen et al, 2006).

À partir d'une solution de α -tocophérol dilué en dichlorométhane d'une concentration de 0.06 mg/ml, nous avons préparé une série de solutions, afin de créer une courbe d'étalonnage reliant la densité optique à la concentration, comme le montre la figure suivante :

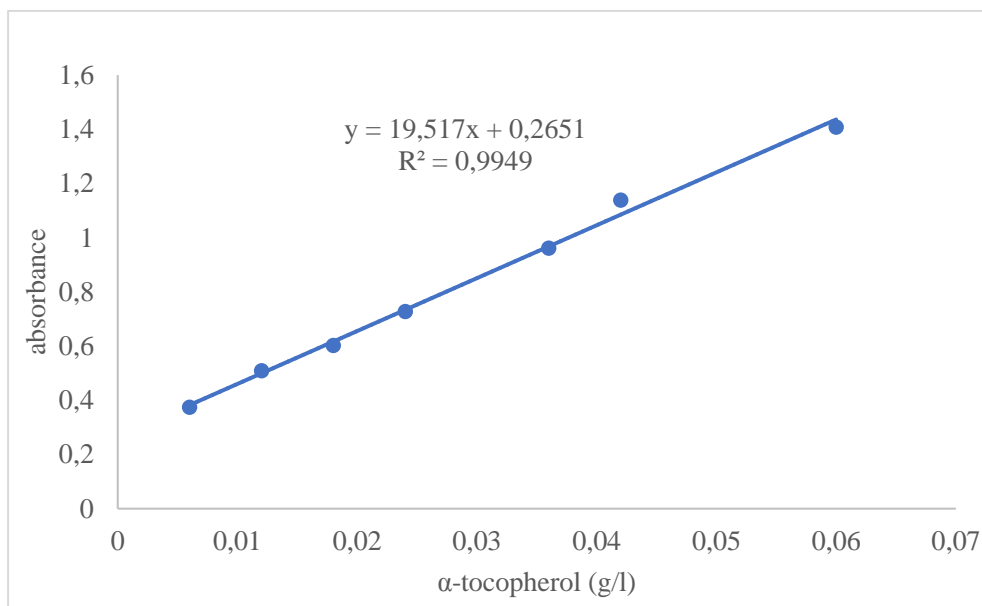


Figure 14. Courbe d'étalonnage de α -tocophérol.

Le tableau (11) présente les quantités des tocophérols totaux en huile des noyaux des dattes des deux Degla Beida et Tafzouine.

Tableau 11. Quantité des tocophérols totaux présentent en huiles des noyaux des dattes.

	Tocophérols (mg α -TE/g huile)
Tafzouine	0,55 \pm 0,05
Degla Beida	0,73 \pm 0,01

α -TE : équivalents de α -tocophérol.

Les résultats des teneurs en tocophérols totaux de nos huiles été entre $0,55 \pm 0,05$ et $0,73 \pm 0,01$ (mg α -TE/g huile) pour TAF et DB respectivement.

En comparant nos résultats avec l'étude de Boukouada et al. (2014), nous avons constaté une valeur supérieure en tocophérol pour la variété TAF, avec une valeur de $1,43 \mu\text{g}/\text{mg}$. En revanche, la variété DB a montré une valeur inférieure de $0,53 \mu\text{g}/\text{mg}$.

Cependant, l'étude menée par Laghouiter et al. (2018) a révélé des valeurs de tocophérols totaux comprises entre $0,32$ et $0,74 \text{ mg}/\text{g}$ et pour la variété TAF ont trouvé une valeur de $0,59 \pm 0,07 \text{ mg}/\text{g}$ quelle est similaire à celle obtenue dans notre étude.

Ensuite, nos résultats en tocophérols pour les huiles de graines de datte étaient supérieurs à ceux des huiles d'olive et d'arachide (respectivement $23,39$ et $66,73 \text{ mg}/100 \text{ g}$) (Nehdi et al., 2018). Ils étaient également plus élevés que ceux des huiles de graines de céréales ($0,17 \%$ - $0,32 \%$) (Hadbaoui et al., 2010) et des graines d'abricot ($3,10 \mu\text{g}/\text{g}$ - $22,45 \mu\text{g}/\text{g}$) (Lazos, 1991).

Conclusion

Les fruits du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L) sont reconnus comme l'un des fruits les plus nutritifs et bénéfiques pour la santé. Ils offrent un substrat idéal pour la production de divers produits à valeur ajoutée dans les industries alimentaires et nutraceutiques. Cependant, les graines de dattes, qui sont un sous-produit de ce fruit, posent actuellement un problème de déchet.

Cette modeste étude est faite dans le but de contribuer à la valorisation des noyaux de dattes de deux variété (Degla Beida, Tafzouine) sous forme d'huile, en déterminant les caractéristiques physicochimiques. Cette étude a permis d'obtenir des informations précieuses sur sa composition et sa qualité.

Les indices physiques nous ont donné des indications sur la densité et la réfraction de l'huile, ce qui peut avoir des implications pour son utilisation potentielle dans diverses applications industrielles.

Les indices chimiques tels que l'indice d'iode, d'acidité, de saponification et de peroxyde ont fourni des informations sur la stabilité, l'acidité, la réactivité de l'huile et que cette huile est non siccative et hautement insaturée.

De plus, la détermination des chlorophylles et caroténoïdes totaux, des stérols totaux et des tocophérols totaux nous a permis d'évaluer les composés bioactifs présents dans l'huile des deux variétés de dattes.

Les résultats de cette étude suggèrent que les noyaux de dattes Degla Beida et Tafzouine possèdent une huile riche en composés bénéfiques tels que les tocophérols et les stérols. Ces composés sont connus pour leurs propriétés antioxydantes et leurs effets bénéfiques sur la santé. Ces antioxydants jouent un rôle vital dans la protection contre les radicaux libres et la réduction du risque de nombreuses maladies, notamment les maladies cardiovasculaires, le cancer et les troubles neurodégénératifs.

De plus, les indices physiques et chimiques mesurés démontrent que l'huile des deux variétés de dattes présente des caractéristiques favorables, telles qu'une faible acidité et une stabilité adéquate.

En résumé, après les résultats obtenus dans notre étude, nous suggérons ce qui suit :

- ❖ Les résultats de cette étude suggèrent que l'huile extraite des noyaux de ces variétés de dattes pourrait être utilisée comme matière première dans divers secteurs industriels tels que l'industrie cosmétique, alimentaire et pharmaceutique. Par exemple, l'huile peut être utilisée comme ingrédient dans la fabrication de produits nutritionnels ou comme source d'antioxydants naturels dans les produits fonctionnels.

- ❖ Recherche en nutrition : Les composés bioactifs présents dans l'huile des noyaux de dattes peuvent avoir des effets bénéfiques sur la santé humaine. Des études supplémentaires pourraient être menées pour évaluer les propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires ou autres effets potentiels de cette huile sur la santé et le bien-être.

- ❖ Il est important de noter que les méthodes de Soxhlet d'extraction d'huile à partir des graines de dattes était souvent polluante, nécessitant ainsi une transition vers des méthodologies plus respectueuses de l'environnement. Les techniques plus récentes comme l'ultrasons assistée par extraction (UAE) et l'extraction au dioxyde de carbone supercritique (SC-CO₂) permettent une extraction plus efficace, avec un impact environnemental réduit, préservant ainsi les ressources naturelles et minimisant les effets négatifs sur l'écosystème.

*Références
bibliographiques*

- **Abdalla, R. S. M., Albasheer, A. A., El-Hussein, A. R. M., & Gadkariem, E. A., 2012.** Physico-chemical characteristics of date seed oil grown in Sudan. *American Journal of Applied Sciences*, 9(7), 993-999.
- **Abdul Afiq, M.J.; Abdul Rahman, R.; Che Man, Y.B.; Al- Kahtani, H.A.; Mansor, T.S.T.** Date seed and date seed oil. *Int. Food Res. J.* **2013**, 20, 2035–2043.
- **Abou Zied A.A., Baghlef A.O., 1983.** Utilization of date seeds and cheese whey in production of citric acid by *Cnadida lipolytica*. *Agricultural Wastes*, 8,131-142.
- **Absi R. 2013.** Analyse de la diversité variétale du Palmier Dattier (*Phoenix dactylifera L.*), Cas des Ziban (Région de Sidi Okba). Mémoire de Magister. Université Mohamed Khider Biskra. pp 20-21.
- **Absi R., 2010.** Analyse de la diversité variétale du palmier Dattier (*Phoenix dactylifera L.*). Mémoire de Magister en science agronomiques. Université Mohamed KHIDER Biskra .105p .
- **Addoun A., Zoulikha Merzougui et Meriem Belhachemi., 2000.** Preparation et caractérisation de matériaux à grand pouvoir adsorbant .Thèse Magistère.
- **Adrar I. 2016.** Utilisation des noyaux de dattes pour l'élimination des ion Fe²⁺. Université Mouloud Mammeroi.
- **Affi H, Hashim I, Altubji S, 2017.** Optimizing extraction conditions of crude fiber, phenolic compound, flavonoids and antioxidant activity of date seed powder. *Food Sci Technol.* 4149 - 4161.
- **Akintayo, E. T., & Bayer, E., 2002.** Characterisation and some possible uses of *Plukenetia conophora* and *Adenopus breviflorus* seeds and seed oils. *Bioresource technology*, 85(1), 95-97.
- **Al Juhaimi, F., Ghafoor, K. and Özcan, M.M., 2012.** Physical and chemical properties, antioxidant activity, total phenol and mineral profile of seeds of seven different date fruit (*Phoenix dactylifera L.*) varieties. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 63 (1), 84-89.
- **Alajtal, A. I., Sherami, F. E., & Elbagermi, M. A., 2018.** Acid, peroxide, ester and saponification values for some vegetable oils before and after frying. *AASCIT Journal of Materials*, 4(2), 43-47.

Références bibliographiques

- **Al-Farsi M, Lee C.,2008.** Nutritional and functional properties of dates: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition.*877-887.
- **Al-Farsi M., Alasalvar C., Al-Abid C.M., Al-Shoaily K., Mansorah Al-Amry., Alrawahy F., 2007.**Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and there byproducts. *Food Chemistry*,vol. 104, pp.943–947.
- **Alhamed Y.A., 2009.** Adsorption kinetics and performance of packed bed adsorber for phenol removal using activated carbon from dates’ stones. *J. Hazard. Mater.* doi:10.1016/j.05.002;
- **Al-Hooti S., Sudhus S. and Gabazard H. ,1998.** Chemical composition of seeds of date fruit cultivars of United Arab Emirates. *J.Food Chem.Technol.* 35: 44-46.
- **Ali B.H, Bashir A.K., 1999.** Statut hormonal reproducteur de Hadrami G. d'Al des rats traités avec des puits de date. *Nourriture Chem*, vol. 66, pp 437-41.
- **Al-Muhtaseb, A., F. Jamil, L. AlHaj, M. T. Z. Myint, E. Mahmoud, M. Ahmad, A. Hasan and S. Rafiq, 2018.** Biodiesel production over a catalyst prepared from biomass-derived waste date pits. *Biotechnol. Rep.* 20: e00284.
- **Al-Shahib, W. and R. J. Marshall,2003.** The fruit of the date palm: its possible use as the best food for the future? *Int. J. Food Sci. Nutr.* 54: 247-259.
- **Al-Zuhair, S., H. Taher, S. Al-Dhaheri, S. Wajeih, M. Nour, E. El-Najjar and S. Hasan, 2017.** Biodiesel production from oils extracted from date pits. *Green Sustain. Chem.* 7: 71004.
- **Association Française de Normalisation (AFNOR)** Recueil de normes françaises des corps gras, graines oléagineuse, produits dérivés, 3éme édition, **1984**
- **Azeem, M.; Hanif, M.A.; Al-Sabahi, J.N.; Khan, A.A.; Naz, S.; Ijaz, A.** Production of biodiesel from low priced, renewable and abundant date seed oil. *Renew. Energy* **2016**, 86, 124–132.
- **Banat F.,Al-Asheh S., Al-Makhadmeh L., 2003.** Evaluation of the use of raw and activated date pits as potential adsorbents for dye containing waters. *Process Biochemistry* 39: 193 – 202
- **Barreto MC.** Lipid extraction and cholesterol quantification. *J Chem Educ.* **2005** ;82103-104.

Références bibliographiques

- **Barreveld W H,1993.** Date Palm Products. Agricultural Services Bulletin, N° 101, FAO, Rome, 39p
- **Basciny, A.M.M.; Al-Marzooq, M.A.** Production of mayonnaise from date pit oil. Food Nut Sci. **2011**, 2, 3–8.
- **Bauza E.,dal Farra C., Berghi A., Oberto G., Peyronel D., Domloge N., 2002.** Date palme kernel exhibites antiaging proprieties and significantly reduces skin wrinkles. Int.J.Tis.React. 24:131-136.
- **BELGUEDJ M., 2007.** Evaluation du sous-secteur des dattes en Algérie., INRAA El-Harrach.
- **Belguedj M., 2010 :** « Préservation des espèces oasiennes et stratégie à mettre en oeuvre. Cas du palmier dattier (*Phoenix dactylifera*.L). Atelier tenu à l'INRAA, les 13 et 14/12/2010. 22 diapos.
- **Belguedj, M.,2002.** Les ressources génétiques du palmier dattier:Caractéristiques des cultivars de dattier dans les palmeraies du sud-Est algérien. Revue annuelle de l'INRAA N°(1), pp228-289.
- **Ben Abbes F. 2011.** Etude de quelques propriétés chimiques et biologiques d'extraits de dattes « *Phoenix dactylifera* L. ». Thèse de Magistère, Université Ferhat Abbas, Sétif, 68pages.
- **Benahmed Dj. 2012.** Analyse des aptitudes technologiques des poudres de dattes (*Phoenix dactylifera* L.) améliorées par la spiruline. étude des propriétés rheologiques, nutritionnelles et antibactériennes,(Doctoral dissertation, Université de Boumerdès-M'hamed Bougara.
- **Benali, M.** Etude de la fraction lipidique et phénolique des noyaux de quelques cultivars de Palmier Dattier locales, thèse de doctorat, Université kasdi merbah Ouargla,**2018**.
- **Benmehaia, M. A., & Benmehaia, R.,2018,** March. Socioeconomic analysis of date palm sector: The case of Biskra region (Algeria). In Sixth International Date Palm Conference. Abu Dhabi, United Arab Emirates (pp. 19-21).
- **Benziouche, S.E., 2013.** The Sector of Dates in Algeria, Role in National Economy and Position on the International Market. Acta Horticulturae, 994 : 155- 162.

Références bibliographiques

- **Besbes S., Blecker C., Deroanne C., Bahloul N., Lognay G., Drira N.E.,** Date seed oil: Phenolic, tocopherol and sterol profiles, *J. Food Lipids*. 11 (2004) 251–265. doi:10.1111/j.1745-4522.2004.01141. x.
- **Besbes S., Christophe B., Claude D., Georges L., Nour-Eddine D., Hamadi A., 2005.** Heating effects on some quality characteristics of date seed oil. *Food Chemistry* 91: 469–476.
- **Besbes, S., Blecker, C., Deroanne, C., Drira, N. E., & Attia, H.,2004(a).** Date seeds: chemical composition and characteristic profiles of the lipid fraction. *Food chemistry*, 84(4), 577-584.
- **Besbes, S., Blecker, C., Deroanne, C., Lognay, G., Drira, N. E., & Attia, H.,2004(b).** 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.; Bahloul, N.; Lognay, G.; Drira, N.; Attia, H.** DATE SEED OIL: PHENOLIC, TOCOPHEROL AND STEROL PROFILES. *J. Food Lipids* 2004, 11, 251–265.
- **Besbes, S.; Blecker, C.; Deroanne, C.; Lognay, G.; Drira, N.; Attia, H.** Quality Characteristics and Oxidative Stability of Date Seed Oil During Storage. *Food Sci. Technol. Int.* 2004, 10, 333–338.
- **Bouanani, S; Zeggar, M ; Alouadi, S.,2007.** Valorisation des noyaux de dates (*Phoenix dactylifera*) variété Degla Baida par fractionnement des polysaccharides. *Revue des régions arides*, pp. 40-45.
- **Bouchelta C., Mohamed S.M., Odile B., Jean-Pierre B., 2008.** Preparation and characterization of activated carbon from date stones by physical activation with steam. *J. Anal. Appl. Pyrolysis* 82 , 70–77.
- **Boudechiche, L., Araba, A., Tahar, A., Ouzrout, R., 2009.** Etude de la composition chimique des noyaux de dattes en vue d'une incorporation en alimentation animale. Institut d'Agronomie Centre Universitaire d'El Tarf.
- **Bouguedoura, N., Bennaceur, M., Babahani, S. and Benziouche, S.E,2015.** Date Palm Status and Perspective in Algeria. In: *Date Palm Genetic Resources and Utilization*. Springer Netherlands. 125- 168.

Références bibliographiques

- **Bouhlali, E. D. T. Alem, C. Ennassir, J. Benlyas, M. Mbark, A. N., & Zegzouti, Y. F., 2017.** Phytochemical compositions and antioxidant capacity of three date (*Phoenix dactylifera* L.) seeds varieties grown in the South East Morocco. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 16(4), 350-357.
- **Boukouada, M. Yousfi, M.** 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*. 1 (3)(2009) 66-74
- **Boukouada, M., Ghiaba, Z., Gourine, N., Bombarda, I., Saidi, M., & Yousfi, M., 2014.** Chemical composition and antioxidant activity of seed oil of two Algerian date palm cultivars (*Phoenix dactylifera*). *Natural product communications*, 9(12), 1777 - 1780.
- **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., & Khali, M., 2016.** Extraction et composition chimique d'huile de noyaux de dattes algériennes [Extraction and chemical composition of algerian date seeds oil]. *Nutrition & Santé*.
- **Chahma A., Longo H., Siboukeur A. 2000.** Estimation du tonnage et valeur alimentaire de sous produits du palmier dattier chez les ovins. *Recherche Agronomique* 7(15).
- **Chaira N, Ferchichi A, Mrabet A, Sghairoun M, 2007.** Chemical Composition of the Flesh and the Pits of Date Palm Fruit and Radical Scavenging Activity of Their extracts. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 10: 2202 – 2207.
- **Chaira N., Ferchichi A., Mrabet A., Sghairoun M., 2007.** Chemical Composition of the Flesh and the Pit of Date Palm Fruit and Radical Scavenging Activity of Their Extracts. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 2202-2207p.
- **Charef, M., Yousfi, M., Saidi, M., & Stocker, P., 2008.** Determination of the fatty acid composition of acorn (*Quercus*), *Pistacia lentiscus* seeds growing in Algeria. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 85, 921-924.
- **Choe, E., & Min, D. B., 2006.** Mechanisms and factors for edible oil oxidation. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 5(4), 169-186.

Références bibliographiques

- **Daddi Oubekka L, Djelali N, Chambat G, Rinaudo M, 2017.** Extraction de polysaccharides pariétaux des noyaux de dattes, variétéghars. Université M'hamed Bougara Boumerdes, Algérie. 98-113.
- **Dakhia Nadjat, Benahmed Khadidja, Belguedj Naima et Elbar Djannette., 2016.** Guide de bonnes pratiques orientations pour une meilleure conservation des dattes Choix de l'emballage et de la température de stockage. Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique CRSTRA Biskra.
- **Dammak I, Attia H, Ben Abdallah F, Besbes S, Boudaya S, El Gaid A, Hentati B, Keskes L, Turki H , 2007.** Date seed oil limit oxidative injuries induced by hydrogen peroxide in human skin organ. *BioFactors*. 29 : 137 - 145.
- **Détermination de l'indice d'acide : AFNOR NFT 60-204.** Recueil de normes françaises des corps gras, graines oléagineuse, produits dérivés, Ed. AFNOR, **1984.** Paris
- **Détermination de l'indice d'iode : AFNOR NFT 60-203.** Recueil de normes françaises des corps gras, graines oléagineuse, produits dérivés, Ed. AFNOR, **1984.** Paris
- **Détermination de l'indice d'acide: AFNOR NFT 60-204.** Recueil de normes françaises des corps gras, graines oléagineuse, produits dérivés, Ed. AFNOR, **1984.** Paris
- **Détermination de l'indice de réfraction : NF T60-212.** Recueil de normes françaises des corps gras d'origine animale et végétale, Ed, **1984.** Paris
- **Détermination de l'indice de saponification: AFNOR NFT 60-206.** Recueil de normes françaises des corps gras, graines oléagineuse, produits dérivés, Ed. **AFNOR, 1984.** Paris
- **Djerbi M , 1994.** Précis de phoeniciculture. Rome. Italie, FAO. 192.
- **Djerbi, M. 1994.** Précis de phoeniciculture. *Ed. FAO*, 192p.
- **Djoudi I. 2013.** Contribution à l'identification et à la caractérisation de quelques accessions du palmier dattier (*Phoenix Dactylifera* L.) dans la région de Biskra. Thèse de Magister, Université Mohamed Kheider Biskra, 97pages.

Références bibliographiques

- **El Nemer A., Khaled A., Abdelwahab O., El-Sikaily A., 2007.** Treatment of wastewater containing toxic chromium using new activated carbon developed from date palm seed. *J. Hazard. Mater.* doi: 10.1016/j.jhazmat.2007.06.091 (in press).
- **El Tom, O. A. O., & Yagoub, A. A., 2007.** Physicochemical properties of processed peanut (*Arachis hypogaea* L.) oil in relation to Sudanese standards: A case study in Nyala; South Darfur State; Sudan. *Journal of Food technology*, 5(1), 71-76.
- **Emmerie A, Engel C.** Colorimetric determination of α -tocopherol (vitamin E). *Recueil des Travaux Chimiques des Pays-Bas*. **1938** ;57 :1351-5.
- **Espiard E., 2002-** Introduction à la transformation industrielle des fruits. Ed. Tech et Doc- Lavoisier, 360 p.
- **Espirard E , 2002.** Introduction à la transformation industrielle des fruits. Ed. Tech ET Evaluation of Coffee-Like Beverage from Date Seeds (*Phoenix dactylifera*, L.). *Journal of Food Processing & Technology*. 6 (12) : 360.
- **ESTANOVE, P .1990.** Note technique Valorisation de la datte, en Méditerranéenes : Série A Séminaires Méditerranéens
- **Falade, O. S., Adekunle, A. S., Aderogba, M. A., Atanda, S. O., Harwood, C., & Adewusi, S. R., 2008.** Physicochemical properties, total phenol and tocopherol of some Acacia seed oils. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(2), 263-268.
- **Faostat (2020).** Production. Food and agriculture Organisation of the United Nations. Rome.
- **Fomuso L. B. ; Akoh C. C., 2002.** Lipase-catalyzed acidolysis of olive oil and caprylic acid in a bench-scale packed bed bioreactor . *Food research international* 35 (1): 15-21
- **Geller, D. P., et Goodrum, J. W., 2000.** Rheology of vegetable oil analogs and triglycerides. *Journal of American Oil Chemist's Society*, 77, 111–114.
- **Girgis, B. S.; El-Hendawy, A. A., 2002.** Porosity development in activated carbons obtained from date pits under chemical activation with phosphoric acid., *Micropor. Mesopor. Mat* (52): 105–117.
- **Golshan Tafti, A., Solaimani Dahdivan, N., & Yasini Ardakani, SA., 2017.** Propriétés physicochimiques et applications de la graine de datte et de son huile. *Journal international de recherche sur l'alimentation* , 24 (4).

Références bibliographiques

- **Gotoh, N., & Wada, S.,2006.** The importance of peroxide value in assessing food quality and food safety. *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 83(5), 473.
- **Gunstone F. D. Harwood J. L. & Padley F. B.,1994.** *The lipid handbook* (2nd ed.). Chapman and Hall.
- **Habib, H. M. and Ibrahim, W. H. 2009.** Nutritional quality evaluation of eighteen date pit varieties. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 60: 99-111
- **Hadbaoui, Z., Djeridane, A., Yousfi, M., Saidi, M., & Nadjemi, B.,2010.** Fatty acid, tocopherol composition and the antioxidant activity of the lipid extract from the sorghum grains growing in Algeria. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 3(3), 215-220.
- **Haimour N.M., Emeish S., 2006.** Utilization of date stones for production of activated carbon using phosphoric acid. *Waste Management* .26 651–660.
- **Hamada J.S., Hashim I.B., Sharif F; A., 2002.** Preliminary analysis and potential uses of date pits in foods. *Food Chemistry*, vol.76, pp. 135-137.
- **Hannachi, S., Khitri, D., Benkhalifa, A., et Brac de la perrière, R.,1998.** Inventaire variétal de la palmeraie algérienne.p. 225.
- **Herch, W., Kallel, H., & Boukhchina, S.,2014.** Physicochemical properties and antioxidant activity of Tunisian date palm (*Phoenix dactylifera* L.) oil as affected by different extraction methods. *Food Science and Technology*, 34, 464-470.
- **Hossain, M.Z., Waly, M.I., Sigh, V., Sequeira, V. and Rahman, M.S., 2014.** Chemical composition of date pits and it's potential for developing value-Added product-a Review. *Polish Journal of Food Nutrition Science*, 64 (4), 215-226.
- **Hsu, S. Y., Yu, S. H., 2002.** Comparisons on 11 plant oil fat substitutes for low-fat kungwans. *Journal of Food Engineering*, 51, 215–220.
- **Hussein A.S., Alhadrami G.A., 2003.** Effect of Enzyme Supplementation and Diets Containing Date Pits on Growth and Feed Utilization of Broiler Chicks. *mAgricultural and Marine Sciences*, vol.8, N°.2, pp. 67-71.
- **Isabel Minguéz-Mosquera, M., Rejano-Navarro, L., Gandul-Rojas, B., SanchezGomez, A. H., & Garrido-Fernandez, J.,1991.** Color-pigment correlation in virgin olive oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 68(5), 332-336.

Références bibliographiques

- **ISO 3960 : 2007** Corps gras d'origines animale et végétale — Détermination de l'indice de peroxyde — Détermination avec point d'arrêt iodométrique
- **Jassim S, Naji M ,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. 313-317.
- **Kaloustian, J., & Hadji-Minaglou, F.,2012. Contrôles physicochimiques. In *La connaissance des huiles essentielles : qualilogie et aromathérapie* (pp. 27-37). Springer, Paris.**
- **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.
- **Laghouiter, O. K., Benalia, M., Gourine, N., Djeridane, A., Bombarda, I., & Yousfi, M.,2018.** Chemical characterization and in vitro antioxidant capacity of nine Algerian date palm cultivars (*Phoenix dactylifera* L.) seed oil. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 11(2), 103-117.
- **Laghouiter, O. K., Benaliaa, M., Djeridanea, A., Bombardab, I., & Yousfi, M. ,2018.** Chemical characterization and in vitro antioxidant capacity of nine Algerian date palm cultivars (*Phoenix dactylifera* L.) seed oil. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism* , 1-15
- **Lazos, E. S. 1991.** Composition and oil characteristics of apricot, peach and cherry kernel. *Grasas y aceites*, 42(2), 127-131.
- **Lecheb F.,2010.** Extraction et caractérisation phyco-chimique et biologique de la matière grasse du noyau des dattes : essai d'incorporation dans une crème cosmétique de soin.Thèse Magister, Université M'HAMED BOUGARA, Boumerdès. 114 p.
- **Lecheb, F. and S. Benamara., 2015.** Feasibility study of a cosmetic cream added with aqueous extract and oil from date (*Phoenix dactylifera* L.) fruit seed using experimental design. *J. Cosmet. Sci.* 66: 1-12.
- **Lercker, G., & Rodriguez-Estrada, M. T.,2000.** Chromatographic analysis of unsaponifiable compounds of olive oils and fat-containing foods. *Journal of Chromatography A*, 881(1-2), 105-129.

Références bibliographiques

- **MADR, 2016.** Statistique agricole. ministère de l'agriculture et de développement rural. Algérie
- **Mohamed Basuny, A. M. and Al-Marzooq, M. A.,2011.** Production of mayonnaise from date pit oil. In *Food Nutrition Sciences*, 2, 938-943.
- **Mohamed, R., Fernandez, J., Pineda, M., & Aguilar, M.,2007.** Roselle (*Hibiscus sabdariffa*) seed oil is a rich source of γ -tocopherol. *Journal of food science*, 72(3), S207-S211.
- **Morin O, Pages-Xatart-Parés X.** Huiles et corps gras végétaux : ressources fonctionnelles et intérêt nutritionnel. *OCL* **2012**; 19(2): 63-75. doi: 10.1684/ocl.2012.0446
- **Munier P.1973.** La datte le palmier dattier. Paris : G,-P. maisonneuve et larose. 141-150.
- **Munier P.1973.** Le palmier dattier –techniques agricoles et production tropicales. ED maisonneuve et larose. Paris. 221.
- **Naudet N, Hautfenne A.** Méthode normalisée pour la détermination des stérols totaux dans les huiles et graisses. *Rev Fr Corps Gras*. **1986** ;33 :167.
- **Nehdi I. 2011.** Characteristics, chemical composition, and utilisation of *Albizia julibrissin* seed oil. *Ind Crops Prod* 33:30–4.
- **Nehdi IA, Sbihi H, Tan CP, Al-Resayes SI.,2013.** Evaluation and characterization of *Citrullus colocynthis* (L.) Schrad seed oil: Comparison with *Helianthus annuus* (sunflower) seed oil. *Food Chem* 136:348–53.
- **Nehdi, I. A., Sbihi, H. M., Tan, C. P., Rashid, U., & Al-Resayes, S. I.,2018.** Chemical composition of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) seed oil from six Saudi Arabian cultivars. *Journal of food science*, 83(3), 624-630.
- **Nehdi, I., S. Omri, M. I, Khalil and S. I. Al-Resayes, S. I.,2010.** Characteristics and chemical composition of date palm (*Phoenix canariensis*) seeds and seed oil. *Ind. Crops Prod.* 32: 360-365.
- **Nollet, L. M., & Toldra, F. (Eds.),,2012. Handbook of analysis of active compounds in functional foods. CRC Press.**
- **Noui Y. 2017.** Fabrication et caractérisation des produits alimentaires élaborés a base de dattes (*phoenix dactyléfira* L.). Université de Batna L'hadj Lakhdar.

Références bibliographiques

- **Novidzro, K. M., Wokpor, K., Fagla, B. A., Koudouvo, K., Dotse, K., Osseyi, E., & Koumaglo, K. H.,2019.** Etude de quelques paramètres physicochimiques et analyse des éléments minéraux, des pigments chlorophylliens et caroténoïdes de l'huile de graines de *Griffonia simplicifolia*. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13(4), 2360-2373.
- **Nyam, K. L., Tan, C. P., Lai, O. M., Long, K., & Man, Y. C.,2009.** Physicochemical properties and bioactive compounds of selected seed oils. *LWT-Food Science and technology*, 42(8), 1396-1403.
- **Oomah, B. D., Ladet, S., Godfrey, D. V., Liang, J., & Girard, B.,2000.** Characteristics of raspberry (*Rubus idaeus* L.) seed oil. *Food chemistry*, 69(2), 187-193.
- **Ould El Hadj Mohamed Didi, Cheick Mohamed, Hamdi Wassila, Sayah Zineb Etbouaziz Sabrina.** Etude comparative de la production d'éthanol brut à partir de trois variétés de dattes communes (Degla Beida, Tacherwit et Hamraya) réparties dans les différentes classes de dattes (molle, demi-molle et sèche) de la cuvette de Ouargla (Sahara septentrional Est algérien), *Algerian journal of arid environment* vol. 2, n° 2, Décembre 2012: 78-87
- **Ourradi, H., Ennahli, S., Martos, M. V., Hernadez, F., Dilorenzo, C., Hssaini, L., Elantari,A., Hanine, H.,2021.** Proximate composition of polyphenolic, phytochemical, antioxidant activity content and lipid profiles of date palm seeds oils (*Phoenix dactylifera* L.). *Journal of Agriculture and Food Research*, 6, 100217.
- **Perrin. J.L,** Manuel des Corps Gras, tome 2. Ed. Tekhnique et documentation Lavoisier, 1992, Paris
- **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*, vol.80, pp.1– 10.
- **Rahman, M.; Kasapis, S.; Al-Kharusi, N.; Al-Marhubi, I.; Khan, A.** Composition characterisation and thermal transition of date pits powders. *J. Food Eng.* 2007, 80, 1– 10.
- **Saafi, E. B., Trigui, M., Thabet, R., Hammami, M., & Achour, L.,2008.** Common date palm in Tunisia: chemical composition of pulp and pits. *International journal of food science & technology*, 43(11), 2033-2037.

Références bibliographiques

- **Sabah A. A., Jassim A., Naji.,2007.** In vitro Evaluation of the Antiviral Activity of an Extract of Date Palm(*Phoenix dactylifera L.*) Pits on a *Pseudomonas* Phage ; CAM , pp.1-6.
- **Sabir, S. M., Hayat, I., & Gardezi, S. D. A.,2003.** Estimation of sterols in edible fats and oils. *Pakistan Journal of Nutrition*, 2(3), 178-181.
- **Salvador, M. D., Aranda, F., Go´mez-Alonso, S., Fregapane, G., 2001.** Cornicabra virgin olive oil a study of five crop seasons: composition, quality and oxidative stability. *Food Chemistry*, 74, 274–276
- **Saouli N., 2005.**Préambule du recueil des résumés. Journées d'étude sur la transformation des produits du palmier dattier, Biskra, les 6 et 7 décembre : 1-2.
- **Sayah Z, Ould El Hadj M ,2010.** Etude comparative des caractéristiques physicochimiques et biochimiques des dates de la cuvette d'Ourgla. Université KasdiMerbah Ouargla. P : 89.
- **Scanagri. 2003, RAB98/G31 (2002)(a).** Rapport annuel du projet RAB98/G31- Algérie 2002.
- **Sen C.K., Khanna S., et Roy S.,2006.** Tocotrienols: Vitamin E beyond tocopherols. *Life Sciences (78)*, 2088–2098.
- **Suresh, S., Guizani, N., Al-Ruzeiki, M., Al-Hadhrami, A., Al-Dohani, H., Al-Kindi, I., & Rahman, M. S, 2013.** Thermal characteristics, chemical composition and polyphenol contents of date-pits powder. *Journal of Food Engineering*, 119(3), 668-679.
- **The International Olive Council IOC,** Norme commerciale applicable aux huiles d'olive et aux l'huiles de grignons d'olive, **2011.** T 15/NC n° 3/R'ev 6.
- **Touzi A., 2005.** Production de substances à forte valeur ajoutée à partir des produits de la palmeraie algérienne. Journées d'étude sur la transformation des produits du palmier dattier, Biskra, les 6 et 7 décembre 2005 : 6-7.
- **TOUZI, A., 1997.** Valorisation des produits et sous-produits de la datte par les procédés biotechnologiques. Rapport de synthèse de l'atelier "Technologie et qualité de la datte",CIHEAM - Options Méditerranéennes, pp. 214.
- **Vandepopuliere, J. M., Y. Al-Yousef and J. J. Lyons, 1995.** Dates and date pits as ingredients in broiler starting and coturnix quail breeder diets. *Poult. Sci.* 74: 1134-1142.

Références bibliographiques

- **W. Herchi, H. Kallel, S. Boukhchina**, Physicochemical properties and antioxidant activity of Tunisian date palm (*Phoenix dactylifera* L.) oil as affected by different extraction methods, *Food Sci. Technol.* 34 (3) (2014) 464–470
- **W. Herchi, H. Kallel, S. Boukhchina**, Physicochemical properties and antioxidant activity of Tunisian date palm (*Phoenix dactylifera* L.) oil as affected by different extraction methods, *Food Sci. Technol.* 34 (3) (2014) 464–470
- **Wang, W. C., Turner, T. L., Stikeleather, L. F., Roberts, W. L.**, Exploration of process parameters for continuous hydrolysis of canola oil, camelina oil and algal oil, *Chem. Eng. Process. Process Intensif.* 57-58 (2012) 51–58. doi : 10.1016/j.cep.2012.04.001.
- **WOLFF, J., MORDRET, F., & DIEFFENBACHER, A.,1992.** DETERMINATION OF TRIGLYCERIDES IN VEGETABLE OILS IN TERMS OF THEIR PARTITION NUMBERS BY HIGH PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHY. *Journal of Japan Oil Chemists' Society*, 41(4), 349-353.
- **Yousuf, R. G. and J. B. Winterburn., 2017.** Waste date seed oil extract as an alternative feedstock for Poly(3-hydroxybutyrate) synthesis. *Biochem. Eng. J.* 127: 68-76.