



Université Mohamed khider – Biskra

Faculté des Sciences exactes et sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences de la nature et de la vie

MÉMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Biotechnologie

Spécialité : Biotechnologie et valorisation des plantes

Réf. :

Présenté par :

Mme Bendjama amira

Thème

**Etude comparative de l'extraction
des huiles des noyaux du palmier dattier
(*Phoenix dactylifera* L.)**

Jury :

Mme. Bouatrous Yamina MCA Université de Biskra Président

Mme. Megdoud Amel MAA Université de Biskra Rapporteur

M. Guemaz Fateh MAA Université de Biskra Examineur

Année universitaire : 2020 – 2021

Remerciements

Je tiens à remercier Dieu, le tout puissant pour nous avoir donné la santé, la force, la patience, le courage et la volonté pour réaliser ce travail.

Je remercie profondément mon encadreur Mme. Megdoud A. d'avoir accepté de m'encadrer et diriger ce travail, pour sa disponibilité, son aide, sa patience, ainsi que pour ses précieux conseils ; pour le privilège et la confiance qu'elle m'a accordé, et je ne peux Madame, que sincèrement vous exprimer mon respect et ma gratitude.

Des remerciements également aux **Membres du Jury**, président et examinateur, pour l'intérêt qu'ils ont porté à ma modeste étude et pour avoir accepté d'examiner, d'évaluer et d'enrichir par leurs propositions, cette recherche et je leurs exprime mes profondes considérations.

Enfin, je tiens à remercier tous ceux qui ont participé de près ou de loin, directement ou indirectement, à la réalisation de la présente étude.

Dédicaces

Qu'il me soit permis à travers ce modeste mémoire d'exprimer ma plus profonde reconnaissance et mes vifs sentiments de gratitude et remerciement :

A ma très chère mère Fatima, la femme dont je suis fière d'être sa fille, qui a toujours peiné pour me créer les conditions nécessaires pour bien réussir dans mes études et qui n'a jamais cessé de m'apporter tout ce dont j'ai besoin. Je ne saurais jamais te rendre le centième de ce que tu m'as donné. Je t'aime maman que ton âme repose en paix.

A mon cher père, le symbole de courage, de patience et de tendresse, celui qui a permis de me former et de m'encourager pendant ma formation. Que dieu te protège et te garde en bonne santé.

Merci Papa

A l'homme de ma vie, mon soutien moral, ma Source de joie et de bonheur "Mon cher Mari Hani " Quoi que je dise je ne saurais t'exprimer ma gratitude pour ta patience, tes sacrifices et tes encouragements tout au long de la réalisation de ce travail.

A mes chers frères et sœurs : Imen, Mohamed, Mouna, Amir et Aymen, en témoignage de mes sentiments les meilleurs.

*Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mes profonds sentiments à ma belle mère Messouda, mon beau père Mohamed et ma belle sœur Loubna **Qu'Allah** vous Protège et vous comble de Bonheur !*

A mes chères amies : SELMA, KHALIDA, MANEL, MOUNA, ALIMA, HANIA, MARWA, WAFI, RAHMA, MAISSA, SAHAR, FIFI, SALHA, SANA, AMINA, MERIEM, KAMAR qui sont le témoignage d'une fidélité et d'une amitié infinie.

A toute ma famille

Amira

Table des matières

Remerciements

Dédicaces

Table des matières

Liste des tableaux I

Liste des figures II

Liste des abréviations..... III

Introduction 1

Première partie : Synthèse bibliographique

Chapitre 1 : Généralités Sur les dattes et les noyaux de dattes

1.1 Les dattes 3

1.1.1 Aspect botanique 3

1.1.2 Classification des dattes 3

1.1.3 Evolution et maturation de la datte 4

1.1.4 Production des dattes en Algérie 4

1.2 Noyaux des dattes 5

1.2.1 Description morphologique du noyau des dattes 5

1.2.2 Composition chimique du noyau des dattes 5

1.2.3 Valorisation des noyaux des dattes 6

Chapitre 2 : Les huiles végétales et l'huile de noyaux des dattes

2.1 Les huiles végétales 8

2.1.1 Définition 8

2.1.2 Composition des huiles végétales 8

2.1.3 Classification des huiles végétales 8

2.1.4 Utilisation des huiles végétales 9

2.2 Huile de noyaux des dattes 9

2.2.1	Caractéristiques physico-chimiques de l'HND	10
2.2.2	Application de l'huiles de noyaux des dattes	10
2.2.2.1	Application culinaire	10
2.2.2.2	Application cosmétique	11
2.2.2.3	Application thérapeutique.....	11
2.2.2.4	Application en biodiesel	11

Deuxième partie : Partie expérimentale

Chapitre 3 : Matériel et méthodes

3.1	Matériel végétal	12
3.2	Méthodes	13
3.2.1	Préparation des noyaux	13
3.2.2	Extraction de l'huile	13
3.2.2.1	Choix du solvant.....	14
3.2.3	Paramètres physico-chimiques de l'HND	14
3.2.4	Détermination des sels minéraux par l'AAS.....	15
3.2.5	Détermination des acides gras par la GC-MS	15
3.2.6	Dosages de la chlorophylle et des caroténoïdes	15
3.2.7	Dosage des polyphénols totaux	16
3.2.8	Dosage des tocophérols totaux	16
3.2.9	Dosage des stérols totaux	17
3.2.10	Evaluation de l'activité anti-oxydante.....	17

Chapitre 4 : Résultats et discussion

4.1	Extraction de l'huile	19
4.1.1	Rendement de l'huile	20
4.1.1.1	Effets du solvant d'extraction sur le rendement de l'huile.....	21
4.1.1.2	Effets des méthodes d'extraction sur le rendement de l'huile.....	22
4.2	Etude des Paramètres physico-chimiques.....	23

4.2.1	Paramètres chimiques.....	23
4.2.2	Paramètres physiques	26
4.3	Détermination des sels minéraux.....	28
4.4	Détermination des acides gras	29
4.4.1	Identification des acides gras	30
4.5	Dosage de la chlorophylle et des caroténoïdes	32
4.5.1	Identification des caroténoïdes.....	33
4.6	Dosage des polyphénols totaux	35
4.6.1	Identification des polyphénols totaux	36
4.7	Dosage des Tocophérol totaux	37
4.7.1	Identification des tocophérols totaux	39
4.8	Dosage des Stérols.....	40
4.8.1	Identification des Stérols	41
4.9	Evaluation de l'activité anti-oxydante	42
Conclusion.....		44
Références bibliographiques		46
Résumés		

Liste des tableaux

Tableau 1 : Composition chimique des noyaux des dattes de la variété deglet noir (Lecheb, 2010) ; Mistrello et <i>al.</i> , 2014).	6
Tableau 2 : Classement des huiles végétales en fonction de leur indice d'iode (Gilles, 2007). 9	9
Tableau 3 : Paramètres physico-chimiques de deux variétés saoudienne Kadary et Succary (Soliman et <i>al.</i> , 2014).	10
Tableau 4 : Origines des différentes variétés étudiées.	12
Tableau 5 : Différentes méthodes d'extraction de l'huile de noyaux des dattes.	13
Tableau 6 : Solvants utilisés pour l'extraction et leurs caractéristiques.	14
Tableau 7 : Rendement de l'huile de noyaux des dattes par différents solvants.	21
Tableau 8 : Différents méthodes d'extraction utilisées pour l'huile des variétés : Ghras et Deglet Nour.	22
Tableau 9 : Paramètres chimiques des différentes variétés étudiées.	24
Tableau 10 : Paramètres physiques des variétés étudiés.	27
Tableau 11 : Sels minéraux présents dans l'huile de noyaux des dattes de deux variétés Soudaniennes.	28
Tableau 12 : Acides gras identifiés dans l'huile extraite de 3 variétés Tunisiennes par 2 solvants d'extraction.	30
Tableau 13 : Acides gras identifiés dans l'huile extraite de 2 variétés par plusieurs méthodes.	31
Tableau 14 : Teneur des chlorophylles et caroténoïdes présents dans l'huile de quelques variétés.	32
Tableau 15 : Caroténoïdes détectés dans l'huile de noyaux des dattes de 18 variétés.	34
Tableau 16 : Polyphénols identifiés dans l'huile de noyaux des dattes de quelques variétés étudiées.	36
Tableau 17 : Tocophérols identifiés dans l'huile de noyaux des dattes de quelques variétés étudiées.	39
Tableau 18 : Stérols identifiés dans l'huile de noyaux des dattes de 3 variétés étudiées.	41

Liste des figures

Figure 1 : Coupe longitudinale d'une datte (Harrak et Boujnah, 2012).....	3
Figure 2 : Stades de maturation de la datte (Ghnimi et <i>al.</i> , 2017).	4
Figure 3 : Schéma d'un noyau de datte (Munier, 1973).....	5
Figure 4 : Huile de noyaux des dattes (Ali et <i>al.</i> , 2015).	19
Figure 5 : Rendement de l'huile de noyaux des dattes des variétés étudiés.....	20
Figure 6 : Pourcentage d'acides gras libres de quelques variétés.	29
Figure 7 : Teneur des composés phénoliques de quelques variétés étudiées.	35
Figure 8 : Teneur des tocophérols de l'huile de noyaux des dattes de différentes variétés.	38
Figure 9 : Teneur de stérols présents dans l'huile de noyaux des dattes de 5 variétés étudiés.	40
Figure 10 : Evaluation de l'activité antioxydante de différentes variétés par le test DPPH.....	42

Liste des abréviations

AAS	Spectroscopie d'absorption atomique
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
AOCS	American oil chemists' society
C°	Degré Celsius
Ca	Calcium
CCl₄	Tétrachlorure de carbone
CCM	Chromatographie sur couche mince
CO₂	Dioxyde de carbone
cP	Centipoise
DPPH	1, 1-Diphényl-2-picryl-hydrazyl
EC	Equivalent cholestérol
EO₂	Equivalent d'oxygène
EαT	Equivalent α Tocophérol
Fe	Fer
FeCl₃	Chlorure de fer
GC	Chromatographie en phase gazeuse
GC-MS	Chromatographie en phase gazeuse couplé à un spectrométrie de masse
H₂SO₄	Acide sulfurique
HND	Huile des noyaux des dattes
HPLC	Chromatographie en phase liquide à haute performance
I%	Pourcentage d'inhibition
I_A	Indice d'acidité
I_I	Indice d'iode
Intl	International
I_P	Indice de peroxyde

I_s	Indice de saponification
ISO	Organisation internationale de normalisation
K	Potassium
KHz	Kilohertz
KOH	Hydroxyde de Potassium
LDL	Lipoprotéine de basse densité
M	Concentration molaire
MADRP	Ministère de l'agriculture, du développement rural et de la pêche.
MeTHF	Méthyltétrahydrofurane
Mg	Magnésium
Min	Minute
MO	Micro-ondes
n	Indice de réfraction
Na	Sodium
Na₂SO₄	Sulfate de sodium
NaCl	Chlorure de sodium
NaOH	Hydroxyde de sodium
NR	Non reporté
Ppm	Partie par million
Tab	Tableau
Tr/min	Tours par minute
US	Ultrasons
UVA	Ultraviolet A
UVB	Ultraviolet B

Introduction

Introduction

Dans le Sahara, il y a une grande diversité des plantes et des arbres qui sont adaptées au climat désertique pour vivre dans les conditions extrêmes. Parmi ces plantes et la plus connue dans le milieu oasien " le palmier dattier " (Ghania *et al.*, 2017).

Ce dernier ; appelé aussi *Phoenix dactylifera* L., est une espèce monocotylédone et dioïque appartenant à la famille des Arécacées, est la plus importante culture des zones arides et semi-arides. Il joue un rôle important dans la vie économique et sociale des populations de ces régions (Sedra, 2003). Cette importance réside du fait que toutes les parties de l'arbre peuvent être utilisées soit directement comme alimentation humaine et animale soit indirectement à travers les processus industrielle et traditionnelle (Sedra, 2003).

En Algérie, la phoeniculture occupe le premier rang dans l'agriculture saharienne et une place importante dans le système de production agricole, plus encore elle occupe une superficie de 167 269 hectares avec 18,5 millions de palmiers et une production de 1 029 596 tonnes (MADRP, 2017).

En effet, le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) est une espèce de plantes à fleurs qui donne des fruits comestibles sucrés (Chitra et Mothil, 2016), vitale pour les régions désertiques, et constitue une base de survie à leurs populations (Al-Hooti *et al.*, 2002).

Les dattes sont les fruits du palmier dattier. Elles font partie des habitudes alimentaires de la population saharienne et montrent un intérêt de plus en plus croissant aussi bien chez les consommateurs que chez les diététiciens et les nutritionnistes (Ben Abbas, 2011).

Les sous-produits du palmier dattier (tronc, feuilles, pédicelles....) sont exploités par les habitants du Sahara, en particulier, les noyaux des dattes issus, de plusieurs procédés de transformation des dattes (dattes dénoyautés, pâte de dattes, sirop de dattes, jus de dattes,...) sont valorisés à grande échelle (Boussena et Khali, 2016).

Plusieurs travaux de recherches sont consacrés à la valorisation des noyaux de datte sous différentes formes : en charbon actif (Cherifi, 2007), alimentation des bétails (Chehma et Longo, 2001), pour la fabrication de la farine (Wahini, 2016), la préparation d'une boisson semblable au café (Fikry *et al.*, 2019), la production d'une huile à des caractéristiques très intéressantes (Abdul Afiq *et al.*, 2013) et pour leurs propriétés antimicrobiennes et antioxydantes (Jassim et Naji, 2007 ; Benmeddour *et al.*, 2012), ils s'ensuivent que des

formulations aussi bien alimentaires que non alimentaires intégrant les noyaux sous de multiple forme peuvent apporter à celui-ci une valeur ajoutée conséquente (Lecheb, 2010).

L'objectif de ce travail est de faire une étude comparative des travaux traitant la valorisation des noyaux de dattes sous forme d'une huile riche en composés bioactifs.

Cette étude, comporte :

- Une partie bibliographique englobant les généralités sur les dattes et leurs noyaux, dans un premier chapitre et celles sur les huiles végétales et l'huile de noyaux de dattes, dans un deuxième chapitre.
- Une partie expérimentale subdivisée en deux chapitres :

L'un présentant la rubrique « matériel et méthodes » apportant les détails sur la mise en place des différents analyses biochimiques sur l'huile de noyaux de dattes de différents pays, portant sur les analyses physico-chimiques, le dosage des polyphénols, tocophérols, stérols et acides gras ainsi que sur un test de DPPH (1, 1-Diphényl-2-picryl-hydrazyl) pour évaluer l'activité antioxydante.

La rubrique « résultats et discussion » est une synthèse de recherche fondamentale arborant et discutant les résultats de 26 publications scientifiques traitant d'un ou de plusieurs paramètres faisant l'objet de cette étude.

Première partie :
Synthèse bibliographique

Chapitre 01 :
Généralités Sur les dattes
et les noyaux des dattes

Chapitre 1 : Généralités Sur les dattes et les noyaux de dattes

1.1 Les dattes

1.1.1 Aspect botanique

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

➤ **Une partie comestible**, dite aussi chaire ou pulpe, comporte une enveloppe fine cellulosique, l'épicarpe. La graine est entourée par une zone interne de teinte plus claire et de texture fibreuse, l'endocarpe, réduite à une membrane parcheminée (Figure 01). Les deux sont séparés par le mésocarpe charnu et fibreux dont la consistance varie selon les variétés, le climat ainsi que la période de maturation (Harrak et Boujnah, 2012).

➤ **Une partie non comestible**, formée par la graine ou noyau, ayant une consistance dure (corné). Le noyau représente **10 à 30%** du poids de la datte, il est constitué d'un albumen très dure protégé par une enveloppe cellulosique (Chniti, et *al.*, 2017).

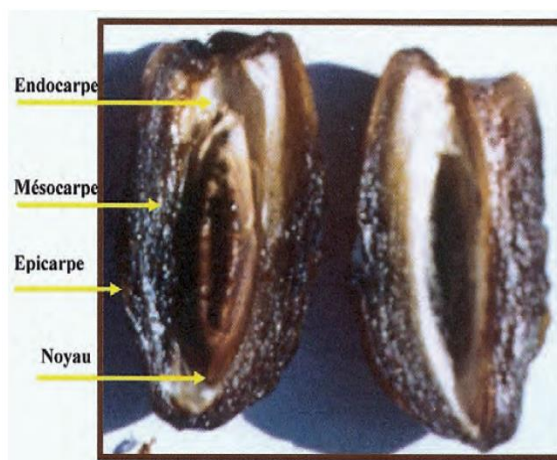


Figure 1 : Coupe longitudinale d'une datte (Harrak et Boujnah, 2012).

1.1.2 Classification des dattes

Selon Harrak et Boujnah, (2012), la consistance constitue aussi une caractéristique du cultivar, et selon elle on peut classer les dattes en trois classes :

❖ **Dattes molles** : à pulpe très aqueuse lorsqu'elles sont fraîches et nécessitant un traitement visant la réduction de leur teneur en eau partielle pour une bonne conservation. Ex : la variété Bouffegous (Maroc), Rhas (Algérie), Barhi (Iraq).

❖ **Dattes demi-molles** : à teneur en eau moins élevée (18% d'eau), telle que la Deglet Nour (Algérie), Zahidi (Iraq), Mejhoul (Maroc).

❖ **Dattes sèches** : dont la pulpe est naturellement sèche (12% d'eau), telle que la Deglet Beida (Algérie), Ademou (Maroc), Kentichi (Tunisie).

1.1.3 Evolution et maturation de la datte

Les dattes passent par cinq étapes à savoir Hababouk (première étape qui dure 4 à 5 semaines après fécondation), Kimri (stade vert, dure 9e14 semaines), Khalal (stade de couleur), Rutab (stade de maturité douce) et Tamar (plein stade mûr) (Figure 02) (A lHarthi et *al.*, 2015).

Les fruits deviennent comestibles dans les trois derniers stades en raison de la diminution de l'amertume, de l'augmentation de la douceur ainsi leur succulence (Ghnimi et *al.*, 2017).

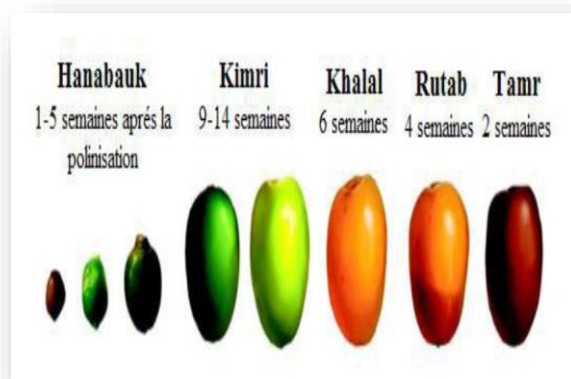


Figure 2 : Stades de maturation de la datte (Ghnimi et *al.*, 2017).

1.1.4 Production des dattes en Algérie

Les régions phoenicicoles se situent généralement au Sud de l'Atlas Saharien et couvrent 17 wilayas (en réalité 16 wilayas seulement car la wilaya de M'sila a perdu son potentiel phoenicicole). La wilaya de Biskra est la première région phoenicicole avec 25.6% de la superficie totale, 23,1 % du nombre total de palmiers dattiers, 37% de la production nationale de dattes. Elle est suivie par la wilaya d'El Oued avec respectivement 22%, 20,5%

et 25,6%. Ces deux wilayas totalisent à elles seules 62,6% de la production nationale de dattes (Ocif, 2017).

1.2 Noyaux des dattes

1.2.1 Description morphologique du noyau des dattes

Les noyaux du palmier dattier sont des déchets de beaucoup d'industries de transformation des dattes, ils constituent un sous-produit très intéressant (Djerbi, 1994).

Ces derniers sont entourés d'un endocarpe parcheminé ; de forme allongée, plus ou moins volumineux, lisses ou pourvus de protubérances latérales en arêtes ou ailettes, avec un sillon ventral (Figure 03) (Dammak et *al.*, 2007), ayant une consistance dure, les dimensions de noyau de la datte sont très variables, de 0.5 à 3cm de longueur et d'un poids de 0.4 à 2 grammes, ils représentent une proportion de 6 à 15 % du poids total de la datte selon la variété et la qualité des dattes (Jassim et Naji, 2007). Leur couleur va du blanc jaunâtre au noir passant par les couleurs ambre, rouges, brunes plus en moins foncées (Djerbi, 1994).

Ils sont composés d'un albumen blanc dur et corné protégé par une enveloppe cellulosique dont l'embryon est dorsal (Espiard, 2002).

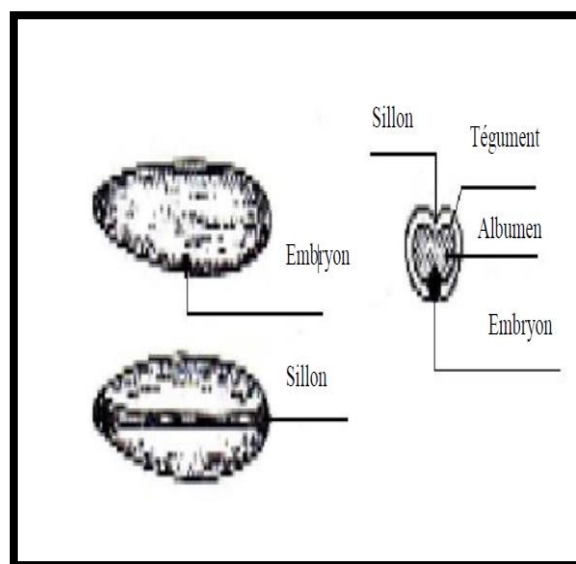


Figure 3 : Schéma d'un noyau de datte (Munier, 1973).

1.2.2 Composition chimique du noyau des dattes

la composition chimique des noyaux de dattes varie selon les variétés, le tableau 01 représente les différents composants chimiques et leurs teneurs dans un noyau de datte de la variété deglet Nour (Lecheb, 2010) ; Mistrello et *al.*, 2014).

Tableau 1 : Composition chimique des noyaux des dattes de la variété deglet noir (Lecheb, 2010) ; Mistrello et *al.*, 2014).

Composants chimique	Teneur
Protéine (%)	4.35
Eau (%)	10.21
MG (%)	8.74
Fibre (%)	71 – 94
Cendre (%)	1.24
Sucre (%)	5.65
Carbohydrates (%)	75.46
Minéraux (mg/100g)	
K	280.55
Ca	12.34
Mg	44.52
Na	10.17
Fe	0.51
Mn	0.35
Polyphénols totaux (mg/100g)	2983

1.2.3 Valorisation des noyaux des dattes

Les noyaux de dattes montrent également une large gamme de propriétés intéressantes qui leurs confèrent une possibilité d'utilisation dans différents domaines et intéresser les différents secteurs de l'activité humaine telles les industries agro-alimentaire, cosmétiques et pharmaceutiques, ils renferment généralement des composants extractibles à valeur ajoutée élevée et peuvent être utilisés pour l'amélioration de la valeur nutritionnelle des produits incorporés (Khali et *al.*, 2014).

De nombreux travaux de recherche consacrés à la valorisation des noyaux de dattes sous forme d'acide acétique et charbon actif (Cherifi, 2007), crème cosmétique à base de l'huile des noyaux de dattes (Tafti et *al.*, 2017) et alimentation de bétail utilisé comme provende pour les animaux ; leur valeur fourragère équivaut à celle du Kilogramme d'orge (Aldhaheri et *al.*, 2004).

L'absence du gluten dans la farine des noyaux de dattes présente également un intérêt pour les industries alimentaires. Ainsi, ces sous produits peuvent constituer une source peu coûteuse de fibres et de sucres fermentescibles, une caractéristique très recherchée pour la fabrication du pain (Khali et *al.*, 2014).

Les noyaux de dattes sont aussi utilisés pour la production d'une huile à haute capacité antioxydante ou pour la préparation des extraits à activité anti-rides ou comme source d'énergie renouvelable dans les fonctionnements des fours (Chaira et *al.*, 2007).

D'autres travaux s'intéressent aux métabolites primaires des noyaux de dattes, comme la matière grasse, les protéines et les acides aminés ainsi, les arabes traitaient les noyaux de dattes comme les grains de café pour préparer une boisson très proche du café (Rahman et *al.*, 2007).

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

Chapitre 2 : Les huiles végétales et l'huile de noyaux des dattes

2.1 Les huiles végétales

2.1.1 Définition

L'huile végétale est une matière grasse, onctueuse et épaisse, souvent liquide à température ambiante et qui est insoluble dans l'eau, les huiles se composent de lipides formées de triglycérides composés des molécules des acides gras estérifiées par le glycérol (une molécule d'alcool). Se sont des composants majeurs de l'énergie du corps humain, car les matières grasses fournissent des calories en grand nombre (Zovi, 2009).

Les huiles végétales ont une double fonction :

- Nutritive, sources d'acides gras divers, de vitamines et de molécules diverses;
- Hédonique, conférant sapidité aux aliments et plats qu'elles accompagnent (Lecerf, 2011).

2.1.2 Composition des huiles végétales

Contrairement aux autres corps gras (beurre, margarine, crème fraîche, saindoux, suif, autres corps gras d'origine animale) qui contiennent une proportion variable d'eau, les huiles ne contiennent pas d'eau, mais près de 100 % de lipides (Lecerf, 2011).

Les triglycérides, triesters d'acides gras et de glycérol, sont les constituants essentiels des huiles végétales. Ils doivent aux longues chaînes hydrocarbonées des acides gras leurs propriétés physiques principales comme la polarité et l'hydrophobie. Les techniques d'extraction des huiles végétales à partir des fruits ou des graines provoquent une destruction partielle des cellules oléifères. Ainsi des constituants cellulaires liposolubles peuvent être entraînés dans les triglycérides. Ces constituants sont dits mineurs et sont toujours présents dans les huiles brutes et raffinées. Parmi ces constituants on rencontre les phospholipides, les phosphatides, les stérols, les alcools gras, les pigments colorés, les cires, les hydrocarbures (Jahouach, 2009).

2.1.3 Classification des huiles végétale

Les huiles végétales peuvent se diviser en 4 grands groupes, l'indice d'iode servant à les discriminer (Gilles, 2007). Les différentes classes des huiles sont mentionnées dans le tableau 02.

Tableau 2 : Classement des huiles végétales en fonction de leur indice d'iode (Gilles, 2007).

Classe	Acide gras	Exemples	Indice d'iode
les huiles saturées	- lauriques : - palmitiques : - stéariques :	- coprah, palmiste, babassu - palme, buruti - karité	de 5 à 50
les huiles monoinsaturées (semi-siccatives)	- oléiques :	-olive, arachide, colza, sésame, jatropha curcas, ricin	de 50 à 100
les huiles di-insaturées (semi-siccatives)	-linoléique :	tournesol, coton, maïs, soja,	100 à 150
Les huiles tri-insaturées (siccatives)	- linoléiques : - éléostariques :	Lin huile de bois de chine	> 150

2.1.4 Utilisation des huiles végétales

Les huiles végétales sont généralement utilisées dans l'industrie agroalimentaire entre autre comme huiles d'assaisonnement. Mais ces huiles peuvent être valorisées pour des utilisations autres qu'alimentaires, elles possèdent en tant que telles des propriétés intéressantes pour des applications industrielles comme biocombustible, biocarburant et biolubrifiant (Rup, 2009).

Parmi les multiples usages industriels des corps gras, on peut citer la fabrication des savons, des acides gras, etc (Zovi, 2009).

Les triglycérides sont également à l'origine de nombreux produits chimiques qui peuvent entrer dans la composition d'une multitude de produits : lubrifiants, produits cosmétiques, produits pharmaceutiques, peintures, etc (Zovi, 2009).

Les huiles végétales les plus sollicitées actuellement sont les huiles de palmiste (provenant du noyau des fruits du palmier) et de coprah riches en acide laurique, utilisées particulièrement dans les lessives. Viennent ensuite les huiles de colza, de tournesol et de lin (Rup, 2009).

2.2 Huile de noyaux des dattes

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

La teneur en huile varie en fonction de la variété de dattes, du lieu de récolte, la taille et la méthode d'extraction. De plus, cette huile pourrait être considérée comme une source de

différents composés (acides gras, dérivés phénoliques, phytostérols et tocophérols) avec des propriétés pharmacologiques et intérêt alimentaire (Mrabet et *al.*, 2020).

C'est une huile de couleur jaunâtre verte pâle avec une odeur agréable plus foncée qu'huiles de palme, de soja, de maïs, de tournesol et d'olive. Cette couleur des huiles est due à la présence des caroténoïdes (Lecheb, 2010).

2.2.1 Caractéristiques physico-chimiques de l'HND

Le tableau 06 représente quelques paramètres physico-chimiques de l'HND de deux variétés saoudiennes Kadary et Succary (Soliman et *al.*, 2014).

Tableau 3 : Paramètres physico-chimiques de deux variétés saoudienne Kadary et Succary (Soliman et *al.*, 2014).

Paramètres physico-chimiques	Variétés de dattes	
	Kadary	Succary
Indice de réfraction (at 20 °C)	1.4601	1.4615
Indice d'acide (mg KOH/g)	2.54	2.55
Indice de Saponification (mg KOH/g)	213	215
Indice d'iode (g/100 g)	76.7	74.2

2.2.2 Application de l'huiles de noyaux des dattes

L'HND peut avoir des propriétés culinaires ou applications industrielles mais compte tenu de sa composition phytochimique, il pourrait aussi être d'un grand intérêt comme huile fonctionnelle.

2.2.2.1 Application culinaire

L'HND présente une composition chimique et des caractéristiques physico-chimiques précieuses pour son utilisation comme huile comestible (Besbes et *al.*, 2004). Elle peut être utilisée comme huile de cuisson, de friture ou d'assaisonnement grâce à sa richesse en nombreux antioxydants (composés phénoliques, tocols, caroténoïdes, etc.) qui la rendent très stable contre le rancissement oxydatif et les traitements thermiques (Nehdi et *al.*, 2018).

Sa teneur en caroténoïdes est adéquate pour la production de margarine car ils fournissent une couleur jaunâtre semblable au beurre sans ajout de colorants synthétiques il peut même remplacer l'huile de maïs conventionnelle pour produire de la mayonnaise, afin d'améliorer les caractéristiques sensorielles (Basuny et Al-Marzooq, 2011).

2.2.2.2 Application cosmétique

En raison de la stabilité élevée de l'HND, elle est utilisée pour la fabrication des produits cosmétiques et pharmaceutiques tels que les crèmes solaires qui offrent une protection contre les UV-A et UV-B responsables des dommages cellulaires (Dammak et *al.*, 2007), pour la production du savon en améliorant le pouvoir moussant (Tafti et *al.*, 2017), ainsi que la préparation des crèmes du corps, des shampooings et des formulations de savon à raser, elles peuvent aussi être utilisées comme produit de soin et/ou comme produit de maquillage (Dal farra et *al.*, 2006). En général, la qualité de ces formulations cosmétiques est encourageante (Al Farsi et *lee*, 2011).

2.2.2.3 Application thérapeutique

En outre que l'activité antioxydante, l'HND possède une activité antibiotique notamment contre les bactéries *Escherichia coli*, α et β *hemolytic streptococci*, *staphylococcus aureus*, et *Aspergillus fumigates* (Tafti et *al.*, 2017), et une activité anti-inflammatoire qui la rendent adaptée à la formulation de préparations pharmaceutiques anti-inflammatoires, non pas en tant qu'ingrédients actifs, mais en tant que coadjuvants, car ils améliorent l'absorption percutanée de médicaments anti-inflammatoires non stéroïdiens (Mrabet et *al.*, 2020).

2.2.2.4 Application en biodiesel

Une autre application d'HND qui vient d'apparaître est la production de biodiesel en raison de sa faible teneur en acides gras libres, ce qui la rend adéquate comme ressource renouvelable (Tafti et *al.*, 2017).

Deuxième partie : Partie expérimentale

Chapitre 03 :

Matériel et Méthodes

Chapitre 3 : Matériel et méthodes

3.1 Matériel végétal

Le matériel végétal sur lequel porte notre étude, est le noyau des dattes du palmier dattier. Les Noyaux utilisés sont issus de plusieurs variétés de dattes, originaires des régions et pays différents, et qui ont été sélectionnées selon des conditions standard : récoltés au stade final de la maturité Tamer, de taille uniforme, de même couleur exempts de dommages physiques, de blessures d'insectes et d'infections fongiques. Le tableau suivant représente les origines des différentes variétés utilisées.

Tableau 4 : Origines des différentes variétés étudiées.

Origine de variété	Région	Auteurs
L'Algérie	Ouargla Biskra Ghardaïa	Boukouada <i>et al.</i> , 2014 Boussena et Khali, 2016 Laghouiter <i>et al.</i> , 2018 Al-Juhaimi <i>et al.</i> , 2017 Laouer <i>et al.</i> , 2019
Tunisie	Degach Tozeur	Besbes <i>et al.</i> , 2004 Besbes <i>et al.</i> , 2004* Besbes <i>et al.</i> , 2005 Herchi <i>et al.</i> , 2014 Benyoussef <i>et al.</i> , 2017 Bouallegue <i>et al.</i> , 2015 Ben Mansour <i>et al.</i> , 2011
Maroc	NR	Al-Juhaimi <i>et al.</i> , 2017
Iraq	Karbala	Ali <i>et al.</i> , 2015 Yousuf et Winterburn, 2017
Iran	Bushehr, Khuzestan, Hormozgan, Kerman Fars Qom, Karaj	Akbari <i>et al.</i> , 2012 Biglar <i>et al.</i> , 2012 Kazemi et Dadkhah, 2012 Dehdivan et panahi, 2017 Mehran et Filsoof, 1975
Sudan	Omdurman	Abdalla <i>et al.</i> , 2012 Al-Juhaimi <i>et al.</i> , 2017
Arabie Saoudite	Al-Hasa Riyadh	Basuny et Al-Marzooq, 2011 Nehdi <i>et al.</i> , 2018
Oman	Sohar	Al-Sumri <i>et al.</i> , 2016
UAE	NR	Habib <i>et al.</i> , 2013
Libye	NR	Al-Juhaimi <i>et al.</i> , 2017
Pakistan	NR	Al-Juhaimi <i>et al.</i> , 2017
Malaysia	Shah Alam	Aris <i>et al.</i> , 2014
L'Inde	Mumbai	Jadhav <i>et al.</i> , 2016

NR : Non reporté

3.2 Méthodes

3.2.1 Préparation des noyaux

Avant d'accéder à l'extraction, des poids d'environ 750 g à 1000 g de noyaux de chaque variété de dattes matures ont été utilisés pour l'extraction de l'huile, les noyaux ont été séparés des fruits, lavés pour se débarrasser des particules étrangères puis séchés et broyés en minuscules granules à l'aide d'un broyeur automatique.

3.2.2 Extraction de l'huile

La méthode d'extraction la plus utilisée est l'extraction par Soxhlet avec un solvant approprié généralement l'hexane. Le processus d'extraction se poursuit pendant des heures. Le solvant ensuite est évaporé à l'aide d'un Rotavapeur sous pression réduite et l'huile produite (exempte de Solvant) est collectée, pesée, stockée dans un récipient sombre au congélateur jusqu'aux analyses ultérieures.

Il existe d'autres méthodes d'extraction utilisées récemment afin d'augmenter le rendement et réduire le temps d'extraction (Voir Tab 05).

Tableau 5 : Différentes méthodes d'extraction de l'huile de noyaux des dattes.

Méthode	Principe	Références
CO ₂ supercritique	Le CO ₂ d'une pureté de 99,99 % est alimenté en continu dans un extracteur avec un débit de solvant fixe et régulé par régulateur de contre-pression automatisé	Aris <i>et al.</i> , 2014 Laouer <i>et al.</i> , 2019
Macération	un mélange est soumis (échantillon – Solvant) sous agitation mécanique pendant des heures dans un réacteur en verre en double enveloppe thermostatique puis il est centrifuger et filter.	Jadhav <i>et al.</i> , 2016 Benyoussef <i>et al.</i> , 2017 Bouallegue <i>et al.</i> , 2015 Herchi <i>et al.</i> , 2014
Sonication	Le mélange de graines + solvant est irradié à l'aide d'un sonicateur à 20 kHz dans un réacteur en verre en double enveloppe thermostatique	Jadhav <i>et al.</i> , 2016 Benyoussef <i>et al.</i> , 2017
Micro-onde	Les micro-ondes chauffent le solvant jusqu'à le point d'ébullition. Les vapeurs de solvant pénètrent dans les graines et la condensation se produit sur un condenseur (extraction au reflux).	Benyoussef <i>et al.</i> , 2017

3.2.2.1 Choix du solvant

Plusieurs solvants ont été utilisés afin de trouver celui qui donne un meilleur rendement ces derniers sont indiqués dans le tableau 06.

Tableau 6 : Solvants utilisés pour l'extraction et leurs caractéristiques.

Solvant	Point d'ébullition	Densité	Indice de réfraction	Références
Methanol	79	0.789	1.3616	Ali et <i>al.</i> , 2015 Al-Sumri et <i>al.</i> , 2016 Yousuf et Winterburn, 2017
2-opropanol	82	0.785	1.3772	Ali et <i>al.</i> , 2015
Chloroform	61	1.498	1.4459	Ali et <i>al.</i> , 2015 Yousuf et Winterburn, 2017
Hexane	69	0.655	1.3723	Ali et <i>al.</i> , 2015 Yousuf et Winterburn, 2017 Laouer et <i>al.</i> , (2019)
Toluene	111	0.867	1.4941	Ali et <i>al.</i> , 2015
Ethanol	NR	NR	NR	Al-Sumri et <i>al.</i> , 2016
acetone	NR	NR	NR	Al-Sumri et <i>al.</i> , 2016
Ether de pétrole	NR	NR	NR	Yousuf et Winterburn, 2017
MeTHF	NR	NR	NR	Laouer et <i>al.</i> , (2019)

3.2.3 Paramètres physico-chimiques de l'HND

L'indice d'acidité, de peroxyde, de saponification et l'indice d'iode ont été déterminé selon les méthodes de L'American Oil Chemists ' Society (AOCS) ; la méthode Cd3d-63 (1999), la méthode Cd8-53 (1996), la méthode AOCS (2005) et la méthode Cd1-25 (1997) respectivement (Akbari et *al.*, 2012).

L'indice de réfraction a été mesuré à l'aide d'un réfractomètre selon la méthode d'AOCS Cc7-25 (2002), la viscosité a été mesuré à l'aide d'un viscosimètre 6 plus à 30°C et un rhéomètre à 25°C, la couleur a été lue directement avec un spectrophotocolorimètre ou un lovibond, alors qu'un densimètre a été utilisé pour mesurer la densité de l'huile (Besbes et *al.*, 2004).

3.2.4 Détermination des sels minéraux par l'AAS

La détermination des éléments minéraux de l'huile a été réalisée par méthode de la spectroscopie d'absorption atomique à l'aide de l'instrument Shimadzu (AAS-6800) décrite par (Price, 1979).

Pour le Mg, Fe, Ca, Na, K, 10 ml d'huile a été dissous dans un 1 ml tétrachlorure de carbone (CCl₄). A cette solution, 10 ml d'acide nitrique à 10 % v/v a été ajouté, après une agitation pendant environ 10 m le mélange est centrifugé à 2500-3000 tr/mn pour 2 min, le surnageant a ensuite été séparé et les éléments ont été déterminés par AAS en se référant à leurs normes respectives. Pour le sélénium la procédure est la même mais en utilisant 0.25 ml du nickel sulfate dissous dans 10 ml d'acide nitrique de 10% v/v (Abdalla et al., 2012).

3.2.5 Détermination des acides gras par la GC-MS

La méthode utilisée pour la détermination d'acide gras dans tous les études est la Chromatographie en phase gazeuse-spectrométrie de masse (GC-MS), d'abord les acides gras de l'huile doivent être convertie en leur ester méthylique afin d'améliorer la volatilité, et l'analyse ultérieure par GC avec une bonne précision et reproductibilité (Akbari et al., 2012).

Les esters méthyliques d'acides gras d'huile ont été préparés comme décrit dans la méthode (AOAC, 1990). 1 ml de l'huile produite a été ajouté à 7 ml de NaOH méthanolique (0,5 M) suivi de 7 ml de H₂SO₄ méthanolique avant agitation. La solution est restée toute la nuit. 2 ml de n-hexane ou d'heptane ont été ajoutés au mélange réactionnel suivi de NaCl saturé. Ce mélange est agité et laissé se séparer en 2 couches. 1 ml de la couche supérieure correspondante aux esters méthyliques d'acide gras a été transféré dans un nouveau tube et séché avec du Na₂SO₄ anhydrique puis injecté dans un système GC (Abdalla et al., 2012). L'hélium gazeux a été utilisé comme gaz vecteur à un débit de 1 mL/min (Nehdi et al., 2018).

3.2.6 Dosages de la chlorophylle et des caroténoïdes

Selon Herchi et al., (2014) la chlorophylle et les caroténoïdes ont été déterminés selon la méthode colorimétrique de Minguez-Mosquera et al., (1991), 600 mg de l'huile est dissoute dans 2 ml de cyclohexane puis une lecture de l'absorption est faite à l'aide d'un spectrophotomètre à des longueurs d'ondes 670nm et 470 nm pour la chlorophylle et les caroténoïdes respectivement. Les teneurs en pigments ont été calculées comme suit :

$$\text{Chlorophylle (mg/kg)} = (A_{670} \times 106) / (613 \times 100 \times d)$$

$$\text{Caroténoïde (mg/kg)} = (A_{470} \times 106) / (2\,000 \times 100 \times d)$$

Où A est l'absorbance et d est le spectrophotomètre épaisseur des alvéoles (1 cm). Les valeurs des coefficients de l'extinction spécificité 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.

L'identification des caroténoïdes a été faite par la chromatographie en phase liquide à haute performance, l'extrait lipidique a été reconstitué dans 1 mL de chloroforme et injecté dans un système HPLC. Le système a fonctionné en condition isocratique avec 100 % de phase mobile et un débit de 0,8 ml/min pendant une durée de fonctionnement de 20 min (Miller et *al.*, 1984).

3.2.7 Dosage des polyphénols totaux

Les phénols totaux contenus dans l'huile ont été déterminés par la méthode colorimétrique avec le réactif de Folin-Ciocalteu, l'absorbance a été effectuée à l'aide d'un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 725 nm (Besbes et *al.*, 2005 ; Basuny et Al-Marzooq, 2011).

L'identification des polyphénols totaux a été faite par la chromatographie en phase liquide à haute performance. Comme phases mobiles, 0,05 % un mélange d'acide acétique avec l'eau (A) et d'acétonitrile (B) a été utilisé. Le débit de la phase mobile et le volume d'injection étaient de 1 mL/min à 308°C et 20 ml, respectivement. Les records de pointe ont été réalisés à 280 et 330 nm. Le temps d'exécution total pour chaque échantillon était de 60 min (Singleton et *al.*, 1999).

3.2.8 Dosage des tocophérols totaux

La teneur des tocophérols totaux a été quantifiée par la méthode colorimétrique décrite par Emmerie et Engel, 1938. 1ml d'échantillon dilué a été mélangé avec 1 ml d'orthophénantroline, 0,4 % et 0.5 ml de $FeCl_3$. Le mélange est incubé à l'obscurité pendant 3min et la couleur rouge orangée formée est mesurée à 510 nm dans un spectrophotomètre. α -tocophérol a été utilisé comme standard pour la courbe d'étalonnage. Les résultats sont exprimés en mg d'équivalent α -tocophérol par 100 gramme d'huile (Laghouiter et *al.*, 2018).

Les tocols présents dans les huiles de noyaux de dattes ont été déterminés par le système HPLC selon l'Intl norme de l'Organisation de normalisation (ISO) 9936.

Les tocols ont été séparés sur une phase normale à température ambiante et avec un flux de phase mobile d'un débit de 0,5 mL/min. La phase mobile était un mélange 99,5/0,5 (v/v)

nhexane/isopropanol. Avant analyse, 0,5 g de l'huile a été diluée avec 50 ml d'hexane et 20 l ont été injectés dans la colonne.

3.2.9 Dosage des stérols totaux

Le dosage des stérols a été fait selon la méthode décrite par (Barreto, 2005). 1ml de l'échantillon dilué a été mélangé avec 2ml de réactif de Lieberman-Burchard (réactif de Liebermann constitué de 60 ml acétique anhydre + 10 ml d'acide sulfurique concentré + 30 ml d'acide acétique). Le mélange a été incubé à l'obscurité pendant 30min et la couleur verte formée a été mesurée à 550 nm à l'aide d'un spectrophotomètre. Le cholestérol a été utilisé comme standard pour la courbe d'étalonnage. Les résultats sont exprimés en mg de cholestérol équivalents par gramme d'huile (mg CE/g d'huile) (Laghouiter et *al.*, 2018).

L'identification des stérols a été réalisée par la Chromatographie en phase gazeuse-spectrométrie de masse (**GC-MS**) selon la méthode de l'AOCS (1997) Ca 6b-53.

La fraction de stérols a été diluée dans du chloroforme pur (1 : 10, v/v) puis séparée des autres insaponifiables par chromatographie sur couche mince (CCM) préalablement activée à 103°C sur une période de 30 min. Le solvant utilisé pour l'élution des stérols était l'hexane/diéthyle éther (70 : 30, v/v). Après homogénéisation, les stérols ont été analysés avec un système de chromatographie en phase gazeuse couplé à un spectromètre de masse.

L'hélium était le gaz vecteur avec un débit de 1 mL/min. La température de la colonne a été programmée de 180 à 280°C à 5°C/min, et les températures de l'injecteur et du détecteur ont été réglées à 280°C (Besbes et *al.*, 2004)*.

3.2.10 Évaluation de l'activité anti-oxydante

L'activité antioxydante de l'huile a été évaluée par la méthode de Gorinstein et *al.*, (2004) du test DPPH (1, 1-Diphényl-2-picryl-hydrazyl) test de piégeage des radicaux.

1 ml de solution de DPPH a été mélangé avec 1 mL de l'huile extraite. Le mélange a été agité et incubé à l'obscurité à température ambiante pendant 30 min, l'absorbance a été effectué à 517 nm contre un blanc (Boukouada et *al.*, 2014 ; Herchi et *al.*, 2014).

La capacité de piégeage du DPPH a été calculée selon l'équation suivante :

$$\text{Pourcentage d'inhibition} = (I \%) = [(A_0 - A_1) / A_0]$$

Où A_0 est l'absorbance du contrôle, A_1 est l'absorbance d'échantillon.

Chapitre 04 :

Résultats et discussion

Chapitre 4 : Résultats et discussion

Cette synthèse s'appuie sur 26 articles scientifiques publiés se concentrant spécifiquement sur l'étude de l'huile des noyaux de dattes de palmiers dattiers (*Phoenix dactylifera* L.) à travers divers pays. Ces derniers furent recherchés, collectés, étudiés, interprétés, confrontés et approfondis afin d'enrichir la rubrique « Résultats et discussion ».

4.1 Extraction de l'huile

D'après les différents travaux servant de support à la réalisation de ce document, le mode d'extraction le plus utilisé est l'extraction par soxhlet en servant de l'hexane comme solvant, mais certains auteurs ont utilisé d'autres méthodes avec des solvants différents ce qui a influencé sur le rendement de l'huile. Outre que l'influence du solvant, il existe d'autres paramètres qui avaient un effet sur le rendement tels que, la taille des particules, le temps et la température d'extraction. Certes, ces paramètres peuvent affecter la teneur des composés à dosés et leurs degré de solubilité durant l'extraction.

Toutes les huiles de noyaux de dattes extraites avaient l'aspect d'un liquide visqueux à température ambiante, semi-solide à des températures inférieures à 10°C avec une couleur jaunâtre pâle et une odeur agréable. La figure 04 représente l'huile de noyaux de dattes.

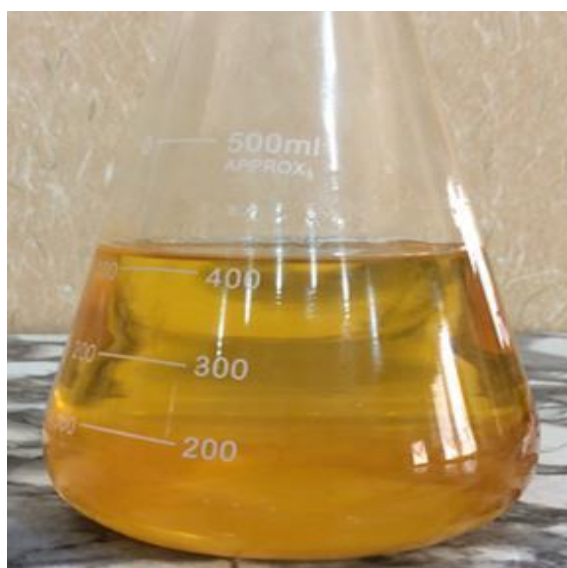


Figure 4 : Huile de noyaux des dattes (Ali et *al.*, 2015).

4.1.1 Rendement de l'huile

La synthèse sur le rendement de l'huile est réalisée en s'appuyant sur dix articles provenant de sept pays différents. La figure 05 présente les résultats des études traitant le rendement de l'huile en utilisant l'appareil de soxhlet et l'hexane

La figure 05 présente le rendement de l'huile de différentes variétés de noyaux dattes de plusieurs auteurs d'origine différente

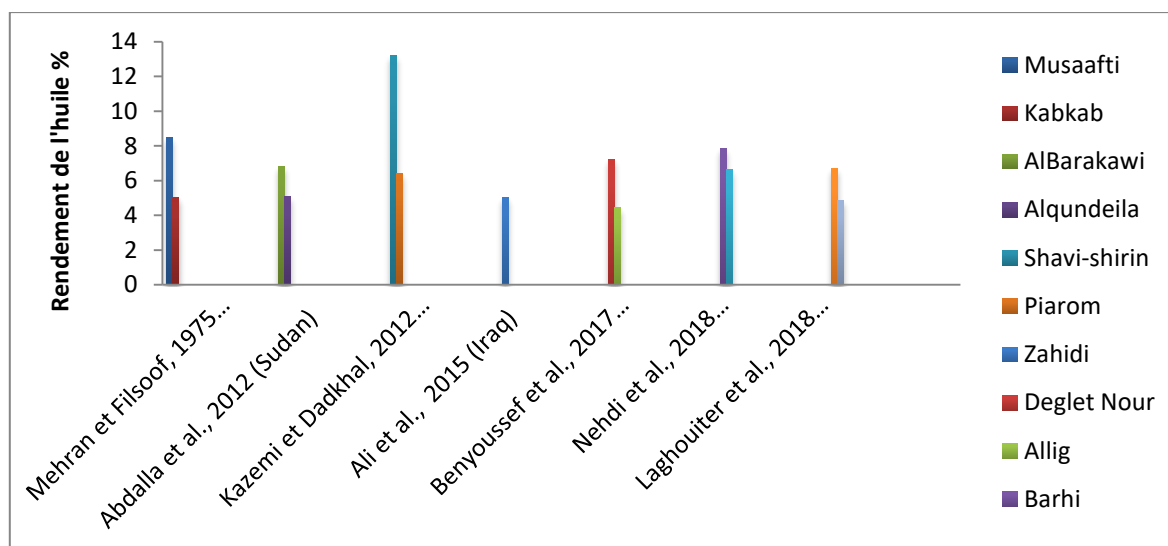


Figure 5 : Rendement de l'huile de noyaux des dattes des variétés étudiés.

La figure 05 présente le rendement de l'huile issue de l'extraction à base de soxhlet et d'hexane de différents cultivars. Les résultats sont exprimés en pourcentage. En effet, le rendement le plus élevée est d'une valeur de 13.2 % pour la variété Shavi-Shirin issue de Qom en Iran au compte de Kazemi et Dadkhah (2012). Quant à la plus faible valeur, elle est attribuée aux travaux du tunisien Benyoussef et *al.*, (2017), avec 4.44 % de la variété l'Allig de tozeur en Tunisie.

L'étude Iranienne de Mehran et Filsoof (1975) et de Kazemi et Dadkhah (2012) illustre significativement la différence pouvant exister entre les extraits de deux régions d'un même pays. La variété de Kazemi et Dadkhah Shavi-Shirin issus de Qom, avec 13.2 % comporte un rendement beaucoup plus important que les variétés Musaafati et Kabkab de Karaj avec 8.5 et 5 % respectivement. En revanche la variété Musaafati a présenté une valeur plus élevé que la variété Piarom de Qom qui a présenté un rendement de 6.4%.

Ces différences peuvent être dues aux variétés, la région ou encore le taux d'hexane et les conditions l'extraction. Certes les Noyaux de dattes sont une bonne source de l'huile qui pourrait potentiellement être utilisé dans des différents domaines.

4.1.1.1 Effets du solvant d'extraction sur le rendement de l'huile

Des travaux menés par plusieurs équipes réalisent l'expérience de tester l'extraction d'une même quantité de poudre de noyaux de plusieurs variétés d'origine différentes en utilisant des solvants différents afin d'évaluer le rendement de l'huile (voir Tab 07). Les résultats sont exprimés en pourcentage (%).

Tableau 7 : Rendement de l'huile de noyaux des dattes par différents solvants.

Auteur	Ali et <i>al.</i> , 2015 (2015)	Benyoussef et <i>al.</i> , (2017)		AlSumri et <i>al.</i> , (2016)	Herchi et <i>al.</i> , (2014)
Pays (Région)	Iraq (Karbala)	Tunisie (Tozeur)		Oman (Sohar)	Tunisie (Tozeur)
Variétés	Zahidi	Allig	Deglet Nour	AlFarth	Kentichi
2-Propanol (%)	0.9	NR		NR	NR
Chloroform (%)	3.9	NR		NR	5.7
Toluen (%)	6.1	NR		NR	NR
Méthanol (%)	0.7	NR		NR	NR
MeTHF (%)	NR	5.02	5.97	NR	NR
Ethanol (%)	NR	NR		10	NR
Acétone (%)	NR	NR		9.6	NR
Ether de Pétrole (%)	NR	NR		NR	7.11

Le solvant d'extraction le plus rentable est l'éthanol de l'équipe d'AlSumri (2016) pour la variété AlFarth de la région Sohar à Oman avec un rendement 10 %, Suivi par l'acétone avec 9.6% pour la même variété. Alors que le moins rentable est le méthanol avec seulement 0.7 % pour la variété de zahidi de la région Karbala en Iraq rapporté par l'équipe de Ali et *al.*, (2015). Pour enrichir ces informations, Ramadan et *al.*, (2014) assurent que l'éthanol est un meilleur solvant d'extraction que le méthanol.

Concernant l'étude menée par l'équipe de Ali et *al.*, (2015) sur la variété de Zahidi, le rendement de l'huile le plus élevé a été trouvé pour le toluène avec 6.1% contrairement au méthanol et le 2-Propanol qui ont enregistré les valeurs les plus faibles avec 0.9 et 0.7 % respectivement.

Pour les résultats des études tunisiennes, l'éther de pétrole utilisés dans l'étude de Herchi et son équipe a présenté le rendement le plus élevé avec 7.11 % pour la variété Kentichi tandis qu'une valeur de 5.7% a été présentée par le chloroforme pour la même variété, alors que le MeTHF a enregistré une valeur de 5.97 %, 5.02 % pour les variétés Allig et Deglet Nour estimées par les équipes de et Benyoussef respectivement.

Ali *et al.*, (2015), ont expliqué cette différence par la polarité des solvants, les solvants non polaires comme le chloroforme, le n-hexane (mentionné précédemment) et le toluène ont présenté un rendement meilleur par rapport aux solvants polaires (comme le méthanol et le 2-propanol). Cette variabilité de rendements peut être aussi attribuée à la solubilité, et la capacité d'extraction de chaque solvant ainsi que le temps de contact entre les noyaux et le solvant. Généralement le n-hexane est le plus utilisé comme solvant en raison de son rendement considérable et moins coûteux.

4.1.1.2 Effets des méthodes d'extraction sur le rendement de l'huile

Outre que l'influence des solvants, l'utilisation des différentes méthodes d'extraction a montré un effet sur le rendement (voir Tab 08). Les résultats sont exprimés en pourcentage.

Tableau 8 : Différents méthodes d'extraction utilisées pour l'huile des variétés : Ghars et Deglet Nour.

Auteurs	Laouer <i>et al.</i> , (2019)	Benyoussef <i>et al.</i> , (2017)					
Pays (Région)	Algérie (Biskra)	Tunisie (Tozeur)					
Variétés	Ghars	Deglet Nour					
Méthode d'extraction	CO ₂ Supercritique	Macération		Sonication		Micro-onde	
Solvant	/	Hexane	MeTHF	Hexane	MeTHF	Hexane	MeTHF
Rendement de l'HND %	8.20	4.44	4.04	6.18	5.57	5.52	4.74

Comme montre le tableau, la méthode de CO₂ supercritique utilisé par Laouer et son équipe algérienne (2019) sur la variété Ghars de Biskra a présenté la plus haute valeur de rendement avec 8.20%

Concernant les résultats de l'étude de Benyoussef et *al.*, (2017) sur la variété de deglet nour de Tozeur en Tunisie, le rendement des méthodes d'ultrason (US) et micro-ondes (MO) était supérieur à celui de la macération et légèrement inférieurs au soxhlet (cité précédemment). La sonication a présenté le rendement le plus élevé avec 6.18 % en utilisant l'hexane et 5.57 % par le MeTHF, alors que la macération a enregistré une valeur de 4.04 % et 4.44 par le MeTHF et l'hexane respectivement ce qui lui rend la méthode la plus faible par rapports aux autre méthodes.

Cette différence peut être due selon Benyoussef aux conditions d'extraction de chaque méthode comme la solubilité, la température, la pression et le temps d'extraction.

4.2 Étude des Paramètres physico-chimiques

4.2.1 Paramètres chimiques

La synthèse portant sur l'étude des paramètres chimiques de l'HND est réalisée en s'appuyant sur les travaux de Onze équipes scientifiques, originaires de Neufs pays.

Le tableau 09 reflète les paramètres chimiques de l'huile de Noyaux extraite des plusieurs variétés de palmier dattier d'origines différentes.

Tableau 9 : Paramètres chimiques des différentes variétés étudiées.

Auteur	Pays (région)	Variétés	(I _A) mgKOH/ g	(I _P) meqO ₂ /kg	(I _S) mgKOH/ g	(I _I) gI ₂ /100 g
Akbari et <i>al.</i> , (2012)	Iran (Bushehr)	Kabkab	1.79	1.04	NR	NR
		Shahabi	1.07	1.06		
Abdalla et <i>al.</i> , (2012)	Sudan (Omdurman)	Alqundeila	2.47	7.4	NR	83.31
		ALBarakawi	2.55	4.8		71.12
Basuny et al Marzooq, (2011)	Arabie Saoudite (AL-Hasa)	Khalas	NR	1.73	213	46.50
Besbes et <i>al.</i> , (2004)	Tunisie (Degach)	Allig	2.1	25	NR	44.1
		Deglet Nour	1.06	16		45.5
Boukhouda et <i>al.</i> , (2014)	Algérie (Ouargla)	Tafezouine	1.3	NR	207.8	74.4
		Degla Baida	1.4		209.8	72.9
Ali et <i>al.</i> , (2015)	Iraq (Karbala)	Zahidi	1.85	NR	206	45
Nehdi et <i>al.</i> , (2018)	Arabie Saoudite (Riyadh)	Barhi	NR	4.81	206.28	56.99
		Khalas ²		5.62	204.63	58.53
Dehdivan et Panahi (2017)	Iran (Kerman)	Kalutah	NR	16.59	285.48	65.16
		Mazafati		15.36	227.29	46.2
Al-Juhaimi et <i>al.</i> , (2017)	Algérie	Ghars	1.44	2.65	210.24	69.21
	Libye	Adwi	1.12	1.14	207.61	69.21
	Maroc	Allig ²	1.14	2.27	211.44	67.18
	Pakistan	Dora	1.39	1.89	213.18	70.18
	Sudan	Gondeila	1.17	2.44	209.62	67.56
Herchi et <i>al.</i> , (2014)	Tunisie (Tozeur)	Kentichi	1.37	10.37	193	54.60
Mehran et Filsoof, (1975)	Iran (Karaj)	Sayir	NR	NR	NR	52.2
		Musaafati				49.7

Pour l'indice d'acidité (I_A), l'huile de la variété al-Barkawi originaire d'Omdurman de l'équipe soudanienne d'Abdalla (2012) présente la valeur la plus élevée avec 2.55 mgKOH/g quant à la plus faible valeur, elle est rapportée par Besbes et son équipe (2004) de la variété Deglet Nour de Degach en Tunisie avec une valeur de 1.06 mgKOH/g.

Des études réalisées dans les mêmes pays par AlJuhaimi et *al.*, (2017) et Herchi et *al.*, (2014) ont trouvé des valeurs de 1.17 mgKOH/g et 1.37 mgKOH/g pour les variétés soudanaises Gondeila et celle d'origine tunisienne Kentichi respectivement.

Concernant l'indice de peroxyde (I_P) la variété de l'allig de Besbes et *al.*, (2004) a enregistré la haute valeur avec 25 meqO₂/kg contrairement à la variété Iranienne de Bushehr " Kabkab " de l'Akbari et *al.*, (2012) avec 1.04 meqO₂/kg.

Pour l'indice de saponification (I_S) la variété Iranienne Kalutah de Kerman présente la valeur la plus élevée 285.48 meqO₂/kg estimée par Dehdivan et Panahi (2017) suivi par la variété Mazafati avec 227.29 meqO₂/kg de la même étude tandis que la plus basse est celle de la variété tunisienne Kentichi de tozeur rapportée par l'équipe de Herchi (2014)

En ce qui concerne l'indice d'iode (I_I) la valeur la plus élevée est enregistrée pour la variété Alqundeila d'Omdurman à Soudan d'Abdalla et *al.*, (2012) avec une valeur de 83.31 g/100g alors que la plus faible est celle de la variété Allig avec 44.1 g/100g de Degach en Tunisie rapportée par Besbes et *al.*, (2004).

A noter que des différences de résultats dans les études réalisées dans les mêmes pays ont été identifiées comme dans le cas des études iraniennes réalisées par Akbari et *al.*, (2012), Dehdivan et Panahi (2017) et Mehran et Filsoof (1975) ainsi que pour les études saoudiennes de Basuny et al Marzooq, (2011) et Nehdi et *al.*, (2018). Ceci peut être expliqué par les régions, les variétés et lieux et temps de récolte.

La teneur de l'indice d'acide étant faible indique que les huiles des noyaux de dattes contiennent une petite quantité d'acide gras libre, cette faible valeur pourrait être due à la courte période d'exposition des noyaux à l'air pendant la maturité des fruits (Boukouada et *al.*, 2014).

En se référant à l'indice de peroxyde, l'huile de noyaux de dattes peut être conservée longtemps sans détérioration, car les huiles rancissent lorsque l'indice de peroxyde varie de 30,0 à 40,0 meqO₂/kg d'huile (Onyeike et Acheru, 2002).

La valeur de saponification est inversement proportionnelle à la longueur de la chaîne carbonée des acides gras, les teneurs élevées en acides gras à chaîne courte (C12, C14) expliquent les valeurs élevées de l'indice de saponification des huiles de noyaux de dattes (Nehdi et *al.*, 2018) comme elle peut indiquer qu'elles ont une teneur très élevée en triglycérides de bas poids moléculaire (Ali et *al.*, 2015).

Selon Herchi et *al.*, (2014), cette valeur élevée montre qu'elle a un potentiel élevé pour l'utilisation dans la fabrication de savons liquides et shampoings.

L'indice d'iode est proportionnel au degré d'insaturation de l'huile, les teneurs enregistrés sont justifié par la présence d'un nombre inférieur de liaisons insaturées (Herchi et *al.*, 2014) et une teneur élevée en acides gras saturés (Ali et *al.*, 2015) pour cette raison les huiles des noyaux de dattes pourraient être classées comme huile non siccative (AlJuhaimi et *al.*, 2018).

Ainsi, les résultats pour toutes les propriétés étudiées indiquent que les huiles de noyaux de dattes sont des huiles de bonne qualité et qui peuvent être utilisées pour des applications alimentaires.

4.2.2 Paramètres physiques

Outre que les paramètres chimiques, les paramètres physiques de l'huile de noyaux de datte ont illustré dans le tableau 10.

La synthèse portant sur l'étude des paramètres physiques de l'HND est réalisée en s'appuyant sur les travaux de Huit équipes scientifiques, originaires de Neufs pays.

Tableau 10 : Paramètres physiques des variétés étudiés.

Auteur	Pays (région)	Variétés	(n) à (20°C)	Viscosité CP	Densité g/cm ³	Couleur
Abdalla et <i>al.</i> , (2012)	Soudan (Omdurman)	Alqundeila	1.458	20	0.9174	1.8-12.1
		ALBarakawi	1.444	17	0.9116	1.6-11.1
Basuny et al Marzooq, (2011)	Arabie Saoudite (AL-Hasa)	Khalas	1.4595	NR	NR	0.90
Besbes et <i>al.</i> , (2004)	Tunisie (Degach)	Allig	1.462	20	NR	NR
		Deglet Nour	1.457	18.5		
Boukhouda et <i>al.</i> , (2014)	Algérie (Ouargla)	Tafezouine	1.4801	NR	0.921	NR
		Degla Baida	1.4800		0.905	
Ali et <i>al.</i> , (2015)	Iraq (Karbala)	Zahidi	1.446	29	0.925	NR
Nehdi et <i>al.</i> , (2018)	Arabie Saoudite (Riyadh)	Barhi	1.464	NR	0.917	NR
		Khalas ²	1.464		0.917	
Al-Juhaimi et <i>al.</i> , (2017)	Algérie	Ghars	1.4784	NR	0.8876	NR
	Libye	Adwi	1.4781		0.8991	
	Maroc	Allig ²	1.4779		0.8876	
	Pakistan	Dora	1.4776		0.8992	
	Sudan	Gondeila	1.4788		0.9156	
Mehran et Filsoof, (1975)	Iran (Karaj)	Sayir	1.4573	NR	NR	NR
		Musafti	1.4559			

D'après le tableau ci dessus, y'a pas de différence significative entre les teneurs des paramètres physiques de l'huile des noyaux de dattes, à savoir l'indice de réfraction (n) leur valeurs sont similaires pour toutes les variétés quelques soit leur origine avec 1.46 ± 0.2 , même cas pour la densité avec une teneur de 0.90 ± 0.2 g/cm³ à l'exception des variétés Tunisiennes de Besbes et *al.*, (2004), les variétés saoudiennes Basuny et al Marzooq (2011) et les variétés iraniennes de Mehran et Filsoof (1975).

L'indice de réfraction et la densité relative pour l'huile de noyaux de datte étaient comparables à celles des autres huiles végétales, ces résultats suggèrent que les huiles contiennent une quantité des acides gras insaturés (Boukouada et *al.*, 2014). Ainsi L'indice de réfraction est proportionnel au degré d'insaturation des huiles et est donc corrélé à l'indice d'iode (Nehdi et *al.*, 2018).

En ce qui concerne la viscosité de l'huile, une valeur maximale a été enregistrée par Ali et *al.*, (2015) pour la variété zahidi de Karbala en Iraq avec 29 Cp, suivi par la variété tunisienne Allig et la variété Soudanienne Alqundeila avec une même valeur de 20 Cp et les variétés Deglet nour et albarakawi avec des teneurs de 18.5 et 17 Cp respectivement.

La viscosité de l'huile de noyaux de datte est l'une des plus faibles parmi la plupart des huiles végétales. Cela suggérait également que l'huile avait une haute teneur en acides gras à courte – moyenne chaîne et en triglycérides. En fait, une tendance dans la relation entre la longueur de la chaîne des acides gras et la viscosité des acides a été observée (Besbes et *al.*, 2004).

Pour la couleur, la lecture faite par abdalla et *al.*, (2012), et Basuny et al Marzooq (2011) sur les variétés Soudaniennes et saoudiennes indique que l'huile de noyaux de dattes a une couleur jaune. Cette couleur peut être attribuée à la présence d'une quantité importante de caroténoïdes qui est responsable de la forte absorbance de cette huile en 418-470 nm (Laghouiter et *al.*, 2018).

4.3 Détermination des sels minéraux

La détermination des sels minéraux a été étudiée par Abdalla et *al.*, (2012) sur 2 variétés Soudaniennes de Omdurman Selon la méthode de la spectroscopie d'absorption atomique. Les sels minéraux détectés et leurs teneurs sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 11 : Sels minéraux présents dans l'huile de noyaux des dattes de deux variétés Soudaniennes.

Sels minéraux	Variétés	
	ALBarakawi	Alqundeila
Fer (ppm)	0.27	0.27
Magnésium (ppm)	0.204	0.07
Sodium (ppm)	60	NR
Potassium (ppm)	470	2.3
Calcium (ppm)	25	NR
Sélénium (ppb)	34.4	12.6

D'après le tableau 11, la teneur la plus importante des sels minéraux est celle du potassium avec 470 ppm pour la variété Albarkawai suivi par le Sodium avec 34.4 ppm, alors que le fer et le magnésium ont été détecté sous forme de traces avec des teneurs très faible de 0.27 ppm et 0.204 ppm respectivement.

Concernant la variété Alquundeila, Le Sodium et le calcium n'ont pas été enregistré, le Sélénium est l'élément le plus abondant avec 12.6 ppm, ppm tandis que les teneurs du fer et de magnésium sont presque nul avec 0.27 et 0.07 ppm.

Ces résultats sont prouvé qu'il ya une relation positive entre l'huile de noyaux de dattes et la composition en nutriments (Soliman et *al.*, 2014).

4.4 Détermination des acides gras

La détermination des acides gras de l'huile de noyaux de dattes s'appuie sur La synthèse de 7 articles provenant de trois pays différents. La figure 06 présente les résultats obtenus exprimé en pourcentage %.

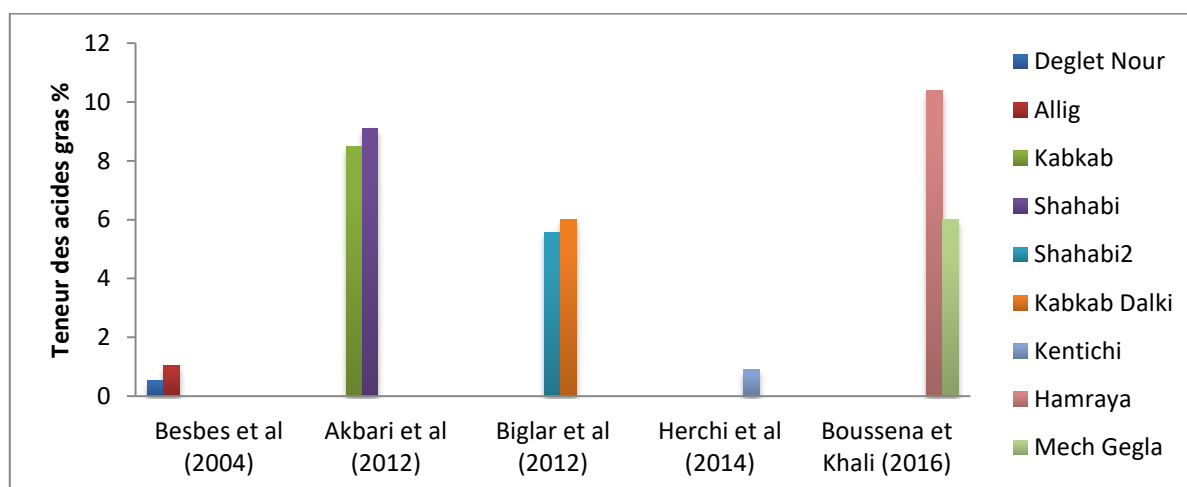


Figure 6 : Pourcentage d'acides gras libres de quelques variétés.

Une grande disparité est observée entre les différentes Teneur d'acides gras de l'huile des noyaux de palmier dattier. En effet, la plus faible teneur est enregistrée pour la variété tunisienne Deglet Nour 0.53 % estimée par Besbes et *al.*, (2004) et la plus forte teneur est attribuée à Biskra (Algérie) avec 10.39 % comme le rapportent Boussena et Khali (2016).

La variabilité de la teneur d'acides gras est aussi visible entre des variétés issus du même pays comme le montre les études tunisiennes de Herchi et *al.*, (2014) sur la variété Kentichi et celle de Besbes et *al.*, (2004) sur la variété l'Allig qui ont rapporté des valeurs de 0.90 % ET 1.05 % respectivement outre que la valeur de deglet nour déjà mentionnée, ainsi que pour les travaux de Biglar et *al.*, (2012) avec des valeur de 5.57 % et 6.01 pour les

variétés Shahabi et Kabkab Dalki de la région Bushehr à Iran étant inférieur à celles rapportées par Akbari et *al.*, (2012) avec 8.5 % et 9.1% pour la variété Kabkab Dalki et la même variété Shahab de la même région.

Le faible teneur en acide gras libre des huiles de noyaux de dattes montre qu'elles sont comestibles et pourraient avoir une longue durée de conservation (Boukouada et *al.*, 2014).

La différence trouvée entre les teneurs des acides gras libre peut s'expliquer soit par des différences culturelles, les variétés et conditions climatiques ou/et région et période de récolte.

4.4.1 Identification des acides gras

Le tableau ci-dessous présente le pourcentage des différents acides gras identifiés dans l'huile de 3 variétés Tunisiennes en utilisant 2 solvant d'extraction rapporté par benyousse ef et *al.*, (2017) (voir Tab. 12). Les résultats sont exprimés en pourcentage (%).

Tableau 12 : Acides gras identifiés dans l'huile extraite de 3 variétés Tunisiennes par 2 solvants d'extraction.

Variétés	Allig		Bellah		Deglet Nour	
	Hexane	MeTHF	Hexane	MeTHF	Hexane	MeTHF
Caprique C10 :0 (%)	0.48	0.47	0.40	0.39	0.47	0.51
Laurique C12 :0 (%)	22.82	22.62	21.05	20.05	22	22.64
Myristique C14 :0 (%)	10.09	10.08	11.27	11.26	10.14	10.55
Palmitique C16 :0 (%)	8.59	8.90	9.92	10.73	9	9.68
Stréarique C18 :0 (%)	3.47	3.43	4.50	4.59	3.46	3.59
Oléique C18 :1 (%)	44.67	44.82	43.65	44.02	45.71	46.90
Linoléique C18 :2 (%)	9.88	9.66	9.21	8.97	9.21	6.13

Ces données (voir Tab 12) sont les résultats des acides gras disponibles dans l'extrait d'hexane et de MeTHF avec lesquels une identification est réalisée grâce à la chromatographie en phase gazeuse avec Spectrométrie de masse. Les valeurs sont exprimées en pourcentage

D'après le tableau, les extraits des noyaux de dattes ont les mêmes acides gras principaux. L'acide majoritaire dans les 2 extraits des 3 variétés est l'acide Oléique avec des Pourcentage si proche dans un intervalle de (43.65%-46.90 %) et dont l'extrait de l'MeTHF de la variété deglet nour présente la valeur la plus élevée , en 2eme rang l'acide laurique qui a enregistré des valeurs considérables pour toutes les variétés entre 20,05 % et 22,64 % avec

une teneur élevée pour l'extrait de l'hexane de la variété de l'allig quant à L'acide Caprique, ce dernier a enregistré des teneurs plus faibles sous forme de trace et qui se situe entre (0.39-0.51%).

Ainsi, toutes les huiles de noyaux de dattes extraites ont été considérées comme des huiles oléico-lauriques. Contrairement à Besbes et *al.*, (2004), ce dernier est le seul qui a trouvé que l'huile de la variété Allig d'origine tunisienne peut être considérée comme type oléique-linoléique en raison de sa teneur en acide oléique 47,7%, acide linoléique 21% et acide laurique 5,8%.

Le tableau 13 présente le pourcentage (%) des différents acides gras identifiés dans l'huile de 2 variétés en utilisant des différentes méthodes d'extraction rapporté par benyoussef et *al.*, (2017) et Laouer et *al.*, (2019).

Tableau 13 : Acides gras identifiés dans l'huile extraite de 2 variétés par plusieurs méthodes.

Auteurs	Laouer et <i>al.</i> , (2019)	Benyoussef et <i>al.</i> , (2017)					
Pays (Région)	Algérie (Biskra)	Tunisie (Tozeur)					
Variétés	Ghars	Deglet Nour					
Méthode d'extraction	CO ₂ Supercritique	Macération		Sonication		Micro-onde	
Solvant	/	Hexane	MeTHF	Hexane	MeTHF	Hexane	MeTHF
Caprylique C8 :0 (%)	0.5	NR	NR	NR	NR	NR	NR
Caprique C10 :0 (%)	0.6	0.39	0.51	0.48	0.48	0.51	0.49
Laurique C12 :0 (%)	25	20.05	22.64	22.19	22.22	23.10	22.25
Myristique C14 :0 (%)	10.4	11.26	10.55	10.17	10.20	10.29	8.88
Palmitique C16 :0 (%)	9.2	10.73	9.68	9.02	9.03	10.19	9.07
Stréarique C18 :0 (%)	3.3	4.59	3.59	3.47	3.47	3.42	3.50
Oléique C18 :1 (%)	41.8	44.02	46.9	45.56	45.49	44.84	45.40
Linoléique C18 :2 (%)	7.3	8.97	6.13	9.11	9.12	8.96	9.10
Arachidique C20 :0 (%)	0.4	NR	NR	NR	NR	NR	NR

Le tableau 13 présente les acides gras présents dans l'huile des noyaux des dattes extraite par différentes méthodes de 2 variétés dans 2 pays différents.

Les acides gras les plus importants identifiés pour toutes les méthodes utilisés sont l'acide oléique et l'acide laurique, ils représentent ensemble plus de 67% de la composition totale en acides gras des huiles extraites (entre 41,8-46.9% de C18:1 et 20.05-25% de C12:0). L'acide oléique présent dans l'huile extraite par la méthode de Macération avec le MeTHF présente la teneur la plus élevée 46.9% alors que pour l'acide laurique, l'huile extraire par la méthode de CO₂ supercritique a marqué la haute teneur par 25%.

Des traces des acides caprylique, caprique et arachidique ont été trouvés par la méthode de CO₂ supercritique ainsi que par les autres méthodes pour l'acide caprique.

Les deux principaux acides gras détectés ont de nombreux avantages pour santé. Les huiles contenant une grande quantité d'acide oléique ont montré une stabilité de friture et bonne saveur en raison de son faible niveau de saturation et son trans-isomère ainsi que sa grande stabilité à l'oxydation et sa capacité réduire le cholestérol LDL dans le sang

Saafi et *al.*, (2008) ont montré que l'acide laurique est un bon substituant à l'hydrogénéat polyinsaturé dans la préparation de margarine générant un profil lipidique favorable pour réduire le risque des es maladies cardiovasculaires.

4.5 Dosage de la chlorophylle et des caroténoïdes

La synthèse sur le dosage et l'identification de la chlorophylle et les caroténoïdes présents dans l'huile des noyaux de palmiers dattiers est réalisée en s'appuyant sur 3 articles provenant de 2 pays différents. Les travaux traitant la teneur en chlorophylle et caroténoïdes (voir Tab.14) sont rédigés comme suit :

Tableau 14 : Teneur des chlorophylles et caroténoïdes présents dans l'huile de quelques variétés.

Auteur	Pays (région)	Variétés	Chlorophylles mg /kg	Caroténoïdes mg /kg
Besbes et <i>al.</i> , (2004)	Tunisie (Degach)	Allig	0.58	NR
		Deglet Nour	0.86	
Herchi et <i>al.</i> , (2014)	Tunisie (Tozeur)	Kentichi	2.10	10.41
Habib et <i>al.</i> , (2013)	EAU (Al-Ain)	Naptit saif	NR	3.53
		Dabbas		1.46

Les valeurs présentées dans le tableau ci dessus, sont les résultats du dosage colorimétrique des pigments chlorophylliens et des caroténoïdes. Les résultats sont exprimés en mg /kg.

Concernant la proportion en caroténoïdes, un large intervalle est observé au sein de différentes variétés. En effet, la valeur maximale est obtenue par la variété kentichi, issus de la région de Tozeur en Tunisie, avec 10.41 mg /kg d'après Herchi et *al.*, (2014). La valeur minimale, quant à elle, est détenue par la variété de Dabbas à AL-Ain en EAU, avec 1.46 mg /kg d'après les travaux de Habib et *al.*, (2013).

Pour la teneur de la chlorophylle, La variabilité est d'autant plus visible entre les variétés issus de différentes régions d'un même pays, comme l'illustre l'étude tunisienne de Herchi et *al.*, (2014) et Besbes et *al.*, (2004), l'huile de la variété de Tozeur contient 2.10 mg /kg de chlorophylle contre 0.58 pour la variété Allig de Degach qui a présenté la valeur la plus faible.

En général, la composition et la teneur totale en pigments des huiles est une qualité importante car ils sont en corrélation avec la couleur qui est un attribut pour l'évaluation de la qualité de l'huile comme dans le cas de l'huile d'olivee (Aparicio et *al.*, s1999).

4.5.1 Identification des caroténoïdes

L'identification des caroténoïdes présents dans l'HND a été faite par l'équipe émiratienne d'Habib et al (2013) sur 18 variétés des dattes par la méthode de la chromatographie en phase liquide à haute performance (HPLC). Le Tableau suivants présente les différents caroténoïdes détectés dans les 18 variétés, les résultats sont exprimés en mg/kg.

Tableau 15 : Caroténoïdes détectés dans l'huile de noyaux des dattes de 18 variétés.

Variétés	Luteine (mg/kg)	Echinenone (mg/kg)	Lycopene (mg/kg)	α -Carotene (mg/kg)	β -Carotene (mg/kg)	γ -Carotene (mg/kg)
Khalas	0.07	0.10	0.01	0.07	2.14	0.27
Barhe	0.14	0.15	0.01	0.08	2.68	0.13
Lulu	0.11	0.11	0.02	0.05	1.92	0.11
Shikat alkahlas	0.11	0.11	NR	NR	1.78	0.17
Sokkery	0.09	0.08	NR	NR	1.34	0.14
Bomaan	0.19	0.09	0.01	0.06	1.88	0.18
Sagay	0.09	0.13	NR	NR	2.24	0.11
Shishi	0.14	0.10	NR	0.03	1.49	0.20
Maghool	0.06	0.09	NR	NR	1.57	0.13
Sultana	0.14	0.18	NR	NR	2.09	0.26
Fard	0.13	0.10	NR	NR	1.60	0.20
Maktoo mi	0.25	0.13	0.03	0.03	1.73	0.36
Naptit saif	0.26	0.19	0.01	0.03	2.42	0.49
Jabri	0.27	0.09	NR	0.06	1.25	0.12
Khodary	0.23	0.07	NR	NR	1.34	0.11
Dabbas	0.11	0.06	NR	NR	1.18	0.03
Raziz	0.11	0.09	NR	NR	1.43	0.16
Shabebe	0.23	0.17	NR	NR	2.11	0.40

La plupart des caroténoïdes identifiés par Habib et son équipe se trouvent sous forme de traces. La Lutéine, échinénone, β -carotène et γ -carotène ont été trouvés dans l'ensemble des 18 variétés, alors que le lycopène n'a pas été détecté à Sokkery, Shishi, Maghool, Dabbas et Raziz, avec le α -carotène, qui n'a pas non plus été détecté dans 10 des variétés, à savoir Shikat alkahlas, Sokkery, Sagay, Maghool, Sultana, Fard, Khodary, Dabbas, Raziz et Shabebe.

Le seul caroténoïde majoritaire est le β -Carotene qui se situe dans l'intervalle entre (1.18-2.68 mg/kg) et dont la variété Barhe présente la valeur la plus élevée tandis que la variété Dabbas a enregistré la valeur la plus faible.

La différence de concentrations entre les 18 variétés peut être attribuée aux différences entre les cultivars, le degré de maturité, la latitude, les conditions environnementales, les techniques de transformation et les conditions de stockage. En général, la composition de la teneur totale en pigments caroténoïdes des huiles est une qualité importante car ils sont en corrélation avec la couleur qui est un attribut pour l'évaluation de la qualité de l'huile, par exemple, olive huile (Aparicio et *al.*, 1999).

4.6 Dosage des polyphénols totaux

Les composés Phénoliques constituent une partie de la fraction insaponifiable, également connu sous le nom « constituants mineurs » des huiles. Ces composés sont déterminants pour certaines caractéristiques des huiles telles que la saveur, la durée de conservation et la résistance à l'oxydation.

La réalisation de la présente rubrique traitant le dosage et l'identification des polyphénols totaux dans l'huile de noyaux de palmiers dattiers se base sur les travaux effectués par sept équipes scientifiques dans sept pays différents.

Les teneurs en polyphénols totaux de l'huile provenant des différentes études traitant de ce sujet (Figure 07) sont répertoriées comme suit :

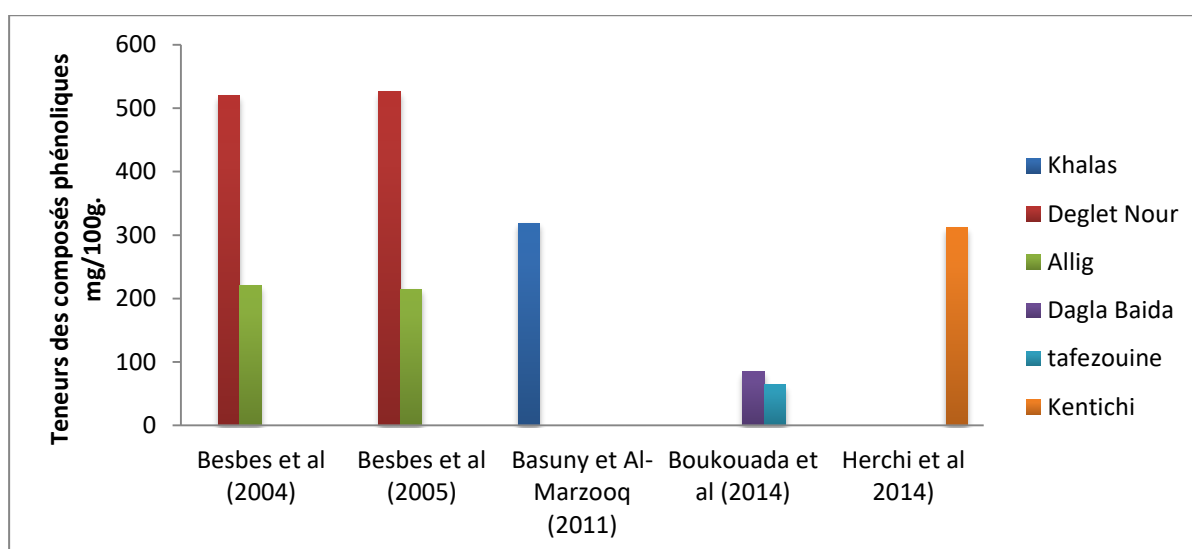


Figure 7 : Teneur des composés phénoliques de quelques variétés étudiées.

Les valeurs présentées dans la figure ci-dessus, sont les résultats du dosage des polyphénols, réalisé d'après la méthode calorimétrique de Folin ciocalteu. Les résultats sont exprimés en mg/100g.

Le taux de polyphénols en présences de l'huile atteint sa valeur maximale pour l'étude tunisienne de Besbes et *al.*, (2005) avec 526 mg/100g de la variété Deglet nour, quant à sa valeur minimale, elle est observée pour les travaux Algériens de Boukouada et *al.*, (2014), dans la région d'Ouargla avec 64 mg/100g pour la variété tafezouine. Dès lors, il est clair que l'huile de noyaux des variétés tunisiennes est plus riche en polyphénols que ceux des autres variétés cités par les auteurs.

En ce qui concerne les teneurs de l'huile pour les variétés du même pays, les études réalisées par Besbes et son équipe tunisienne dans les années 2004 et 2005 sur les variétés Allig et deglet nour n'ont pas présenté une différence importante et leurs résultats restent dans l'intervalle de (215-526 mg/100g.), contrairement au résultat de Herchi *et al.*, (2014) sur la variété kentichi de la région de Tozeur qui est estimé par une valeur inférieure de 312 mg/100g.

Cette différence observées est expliqués par divers facteurs tels que les conditions d'extraction, conditions environnementales, les variétés, les conditions de croissance, la maturité, la saison, l'origine géographique entre les pays, les engrais, le type de sol, la quantité de lumière solaire reçue et les conditions expérimentales (stockage, extraction), entre autres, humidité des fruits contenu. Ainsi, l'huile de noyaux des dattes pourrait être considérée comme une source potentielle de composés phénoliques naturels.

4.6.1 Identification des polyphénols totaux

L'identification des polyphénols totaux présents dans l'HND a été faite par la méthode de la chromatographie en phase liquide à haute performance (HPLC). Les résultats obtenus sont indiqués dans le tableau 16, les valeurs sont exprimées en %.

Tableau 16 : Polyphénols identifiés dans l'huile de noyaux des dattes de quelques variétés étudiées.

Auteurs	Besbes <i>et al.</i> , (2004)*		AlJuhaimi <i>et al.</i> , (2018)				
	Tunisie		Algérie	Lybie	Maroc	Pakistan	Sudan
Variétés	Deglet Nour	Allig	Ghars	Adwi	Allig ²	Dora	Gondeila
Hydroxytyrosole (%)	10.22	6.94	NR	NR	NR	NR	NR
Acide gallique (%)	4.11	2.48	4.31	5.84	6.69	6.91	3.56
Acide Protocatechique (%)	9.62	4.26	0.051	0.071	0.053	0.049	0.077
Acide 3,4dihydroxy-phenylacétique (%)	NR	1.56	NR	NR	NR	NR	NR
Tyrosole (%)	4.50	8.10	NR	NR	NR	NR	NR
Acide caféique (%)	1.30	4.59	1.40	3.43	2.81	1.67	1.18
Acide p-coumarique (%)	0.26	0.22	NR	NR	NR	NR	NR
Oleuropeine (%)	0.18	0.11	NR	NR	NR	NR	NR
Acide syringique (%)	NR	NR	3.76	4.86	3.43	1.56	2.78
Rutine (%)	NR	NR	1.07	1.23	0.97	0.93	1.18
Catéchine (%)	NR	NR	7.23	5.43	3.18	2.86	6.61

Tout d'abord, la teneur la plus élevée est celle de l'hydroxytyrosole avec 10 % de la variété tunisienne Deglet Nour d'après Besbes et *al.*, (2004)* ; la plus faible valeur, quant à elle, est attribuée à l'acide Protocatechique avec 0.049 % pour la variété Dora originaire de Pakistan de l'étude d'AlJuhaimi et *al.*, (2018). Les résultats avancés présentent donc une très grande disparité entre les concentrations en composés phénoliques identifiés.

Une observation plus minutieuse met en évidence la variabilité existante entre les composés phénoliques dans un même pays, comme le montrent Besbes et *al.*, (2004)*, les mêmes composés phénoliques ont été trouvés dans les deux variétés tunisiennes, sauf pour l'acide 3,4-dihydroxyphénylacétique, qui n'a été trouvé que dans l'huile de noyaux d'Allig. Ces polyphénols identifiés (Hydroxytyrosole; Tyrosole, Acide p-coumarique et l'Oleuropeine) ne sont pas été détectés par AlJuhaimi et *al.*, (2018) qui a identifié 3 autres composés complètement différents : l'acide syringique, la rutine et la catéchine. Il y a donc une différence conséquente quant à la part de chacun des composés dans les variétés étudiées.

En plus de leurs capacités antioxydantes et conférant un goût piquant très particulier à l'huile, il convient de noter que les composés phénoliques ont un effet bénéfique en prévenant les maladies cardiovasculaires et le cancer (Owen et *al.*, 2000).

4.7 Dosage des Tocophérol totaux

La vitamine E (tocophérol) est un composant essentiel de l'alimentation humaine, requis pour une santé normale. En raison de ses propriétés antioxydantes, il a un rôle potentiel dans la prévention de diverses maladies humaines comme ils ont un pouvoir antioxydant puissant et des propriétés anti radicalaires grâce à leur meilleure distribution dans les couches lipidiques des membranes cellulaires.

La synthèse sur le dosage et l'identification des tocophérols des variétés étudiées est réalisée en s'appuyant sur 5 articles provenant de sept pays différents.

Les teneurs en tocophérol de l'huile provenant des différentes études traitant de ce sujet sont illustrés dans la figure 08, les valeurs sont exprimées en mg.εT/100g.

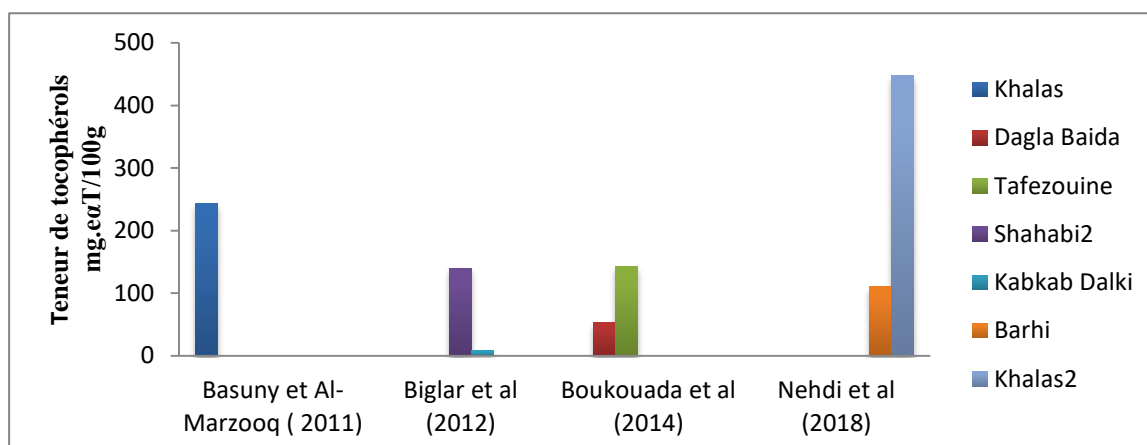


Figure 8 : Teneur des tocophérols de l'huile de noyaux des dattes de différentes variétés.

Les valeurs présentées dans la figure ci-dessus, sont les résultats du dosage colorimétrique des Tocophérol. Les résultats sont exprimés en mg.αT/100g.

Les résultats obtenus présentent une nette différence entre les variétés, d'ailleurs la valeur maximale a été enregistrée pour la variété khalas² par l'équipe saoudienne de Nehdi et *al.*, (2018) de la région Riyadh avec une valeur de 447 mg.αT/100g, alors que la valeur minimale a été estimée par Biglar et *al.*, (2012) sur la variété iranienne Kabkab Dalki de Bushehr avec 8 mg.αT/100g.

Une variabilité de la teneur de tocophérol est enregistrée entre la même variété issu du même pays et dans des régions différentes comme dans le cas de l'étude Saoudienne de Nehdi et *al.*, (2018) sur la variété khalas et celle de Basuny et Al-Marzooq (2011) d'AlHasa ce dernier a rapporté une valeur de 243 mg.αT/100g, tandis que la variété Barhi de l'étude de Nehdi a enregistré une valeur inférieure de la variété khalas avec une teneur de 110.82 mg.αT/100g.

Ces différences peuvent être probablement en raison des conditions analytiques, des facteurs génétiques, des variétés et des origines.

Les tocophérols, en raison de leur capacité à neutraliser les radicaux libres dans les membranes cellulaires jouent un rôle important dans la prévention de la maladie d'Alzheimer et du cancer, Ils ont été largement utilisés pour l'alimentation humaine, les produits pharmaceutiques, les cosmétiques et les résines (Yong et Salimon, 2006).

4.7.1 Identification des tocophérols totaux

L'identification des tocophérols présents dans l'HND a été faite afin de détecter les tocols présents dans chaque variété des travaux étudiés Voir Tab 17.

Tableau 17: Tocophérols identifiés dans l'huile de noyaux des dattes de quelques variétés étudiées.

Auteurs	Nehdi et <i>al.</i> , (2018)		AlJuhaimi et <i>al.</i> , (2018)				
Pays	Arabie Saoudite		Algérie	Lybie	Maroc	Pakistan	Sudan
Variétés	Barhi	Khalas	Ghars	Adwi	Allig	Dora	Gondeila
α -Tocophérol mg/100 g	15.17	9.18	0.81	0.84	0.69	0.97	0.54
β -Tocophérol mg/100 g	0.63	1.20	1.17	0.69	0.71	0.84	0.83
δ -Tocophérol mg/100 g	2.21	0.26	1.40	1.68	2.82	1.67	1.18
γ -Tocophérol mg/100 g	28.92	11.69	11.84	9.71	10.84	7.61	8.61
α -Tocorientol mg/100 g	26.96	15.95	36.77	36.43	33.76	36.49	31.76
γ -Tocorientol mg/100 g	31.88	5.11	8.26	7.58	5.78	7.51	5.84
δ -Tocorientol mg/100 g	5.06	1.34	NR	NR	NR	NR	NR

L'identification des tocophérols présents dans l'huile a été faite par la méthode de la chromatographie en phase liquide à haute performance (HPLC). Les résultats obtenus sont indiqués dans le tableau 17, les valeurs sont exprimées en mg/100 g.

Comme montre le tableau, les tocophérols identifiés ont été trouvés dans l'ensemble de toutes les variétés, sauf le δ -Tocorientol qui n'a pas été détecté à Ghars, Adwi, Allig, Dora et Gondeila.

Les tocophérols prédominants sont : l' α -tocotriénol avec une valeur de 36.77 mg/100 g pour la variété algérienne Ghars estimée par AlJuhaimi et *al.*, (2018), suivi par le γ -

Tocorientol avec 31.88 mg/100 g pour la variété saoudienne Barhi de Nehdi et *al.*, (2018), puis le γ -Tocophérol avec 28.92 mg/100 g pour la même variété. La valeur la plus faible a été enregistrée pour le δ -Tocophérol de la variété Khalas² de l'équipe Saoudienne de Nehdi et *al.*, (2018).

Concernant α et β -Tocophérol, ces derniers ont été détectés avec des quantités infimes en toutes les variétés à l'exception des variétés saoudiennes Barhi et Khalas qui ont enregistré des valeurs en α -Tocophérol de 15.17 et 9.18 mg/100 respectivement.

Ces différences peuvent être probablement dues à la variabilité des variétés étudiées, des facteurs génétiques et la répartition géographique.

4.8 Dosage des Stérols

La fraction la plus étudiée de la fraction insaponifiable est celle des stérols, d'ailleurs les stérols se sont avérés d'être le composant majeur de cette dernière.

La synthèse sur le dosage et l'identification des stérols des variétés étudiées est réalisée en s'appuyant sur 3 articles provenant de trois pays différents.

Les résultats de dosage obtenus sont illustrés dans la figure 09, exprimés en mg.EC/g.

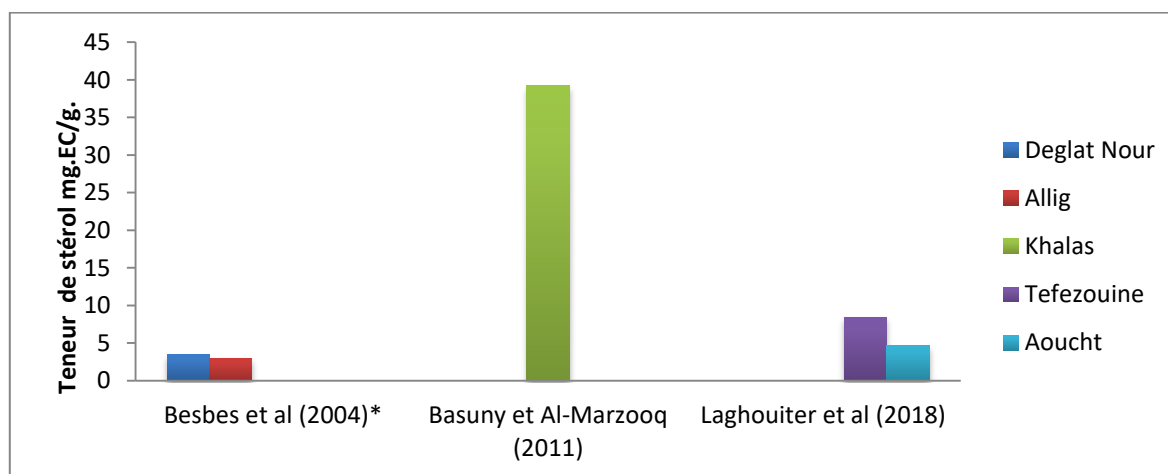


Figure 9 : Teneur de stérols présents dans l'huile de noyaux des dattes de 5 variétés étudiées.

Comme le montre la figure, un niveau élevé de stérols a été déterminés dans l'huile issue de la variété Khalas rapporté par Basuny et AlMarzooq (2011) à l'Al Hasa en arabie saoudite avec une teneur de 39.26 mg.EC/g, tandis que la variété tunisienne l'Allig de Degach a enregistré la teneur la plus faible avec 3 mg.EC/g. Selon Besbes et *al.*, (2004)*.

Concernant les variétés du même pays, aucune différence a été détectée dans les variétés tunisiennes, ceci n'était pas le cas pour les variétés algériennes estimés par Laghouiter et *al.*,

(2018) ; les variétés Tafezouine et Aoucht d'origine de Ghardaïa ont enregistré des teneurs de 8.45 et 4.7 mg.EC/g respectivement.

Il a été rapporté par Salvador *et al.*, (2001) que les stérols sont des constituants importants de l'huile car elles se rapportent à leur qualité et sont largement utilisées pour vérifier leur authenticité.

Les composants mineurs sont non seulement très importants pour les propriétés fonctionnelles des huiles (résistance à l'oxydation, goût, arôme et couleur), mais pourraient également avoir de nombreux avantages pour la santé. Il a été démontré que les stérols des huiles végétales abaissent les taux de cholestérol total et LDL chez l'homme en inhibant l'absorption du cholestérol par l'intestin. Ces constatations peuvent conduire à l'utilisation des stérols d'huile de noyaux de dattes en tant que nouveaux agents thérapeutiques pour le traitement de l'hypercholestérolémie (Tapiero *et al.*, 2003).

4.8.1 Identification des Stérols

L'identification des stérols présents dans l'huile a été faite par la méthode de la Chromatographie en phase gazeuse-spectrométrie de masse (GC-MS). Les résultats obtenus sont indiqués dans le tableau 18, les valeurs sont exprimées en (%).

Tableau 18 : Stérols identifiés dans l'huile de noyaux des dattes de 3 variétés étudiées.

Auteurs	Besbes <i>et al.</i> , (2004)*		Basuny et Al-Marzooq (2011)
Pays (Origines)	Tunisie (Degach)		Arabie Saoudite (Al-Hasa)
Variétés	Deglet Nour	Allig	Khalas
Cholestérole (%)	0,96	0.58	NR
Campestérole (%)	9.10	10.19	8.70
Stigmastérole (%)	2.42	2.29	3.48
β -Sitostérole (%)	83.31	78.66	25.83
Δ 5-Avenastérole (%)	0.45	4.5	NR
Δ 5.2,4-Stigmastadiénole (%)	0.23	0.41	NR

D'après le tableau, le β -Sitostérole est le composant majeur des stérols dans toutes les variétés, les variétés tunisiennes ont enregistré les valeurs les plus élevées avec 88.31 % et 78.66% pour les variétés Deglet noir et l'Allig respectivement alors que la plus faible a été rapportée par Basuny et Al-Marzooq (2011) dans la variété khalas avec 25.83%. Le Campestérole vient en 2ème rang ce dernier avec le β -Sitostérole constituant environ 90 %

des stérols totaux. suivi par le Stigmastérole accompagné par des quantités infimes de cholestérol, $\Delta 5$ -Avenastérole et $\Delta 5.2,4$ -Stigmastadiénole dans les variétés tunisiennes.

Les différences existantes entre les compositions des stérols les rendent les plus appropriés pour déterminer l'origine botanique des huiles et donc détecter l'adultération parmi les huiles végétales (Aparicio et Aparicio-Ruiz, 2000).

4.9 Evaluation de l'activité anti-oxydante

L'évaluation de l'activité antioxydante des travaux étudiés a été déterminée par le test de piégeage des radicaux libre le DPPH. La synthèse traitant cette évaluation des variétés étudiées est réalisée en s'appuyant sur 4 articles provenant de trois pays différents.

La figure 10 représente les résultats du test DPPH des différentes variétés par plusieurs auteurs. Les résultats sont exprimés en pourcentage.

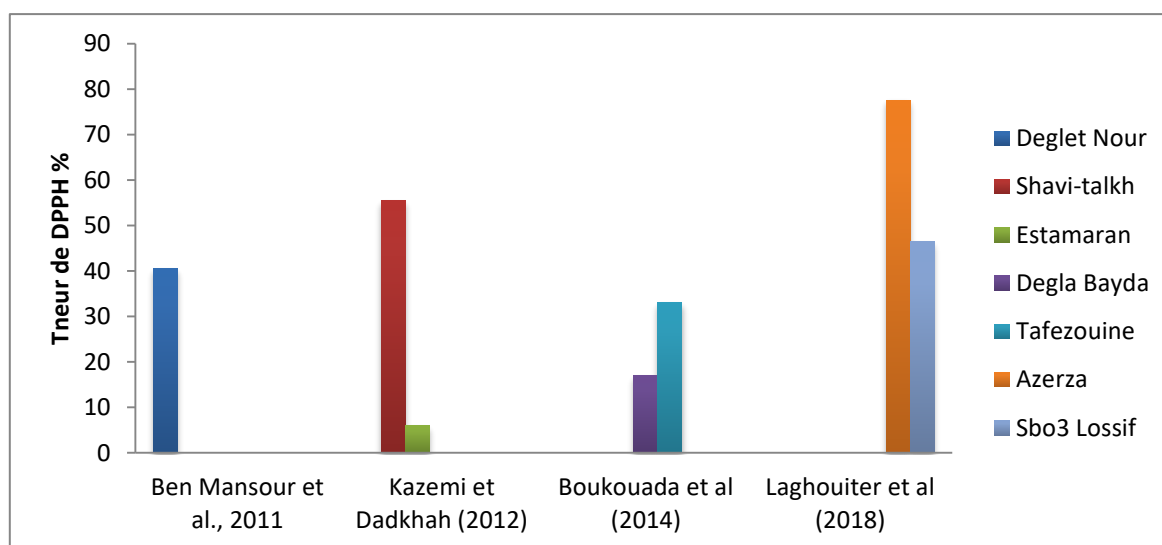


Figure 10 : Evaluation de l'activité antioxydante de différentes variétés par le test DPPH.

Le test DPPH a été utilisé pour évaluer la capacité des antioxydants présents dans l'huile à piéger les radicaux libres. En effet les teneurs présentées par l'équipe Algérienne de Boukouada (2014) ont clarifié la différence qui peut se trouver entre des variétés du même pays mais de régions différentes, ils ont enregistré des teneurs de 17% et 33% pour les variétés de la région d'Ouargla, Tafezouine et Degla bayda respectivement. Ces valeurs sont beaucoup plus inférieures que celles rapportées par Laghouiter et *al.*, (2018) sur la variété Azerza qui a présenté la teneur la plus élevée avec 77.58% à Ghardaia. Quant à la teneur la plus faible, elle a été rapportée par Kazemi et Dadkhah (2012) pour la variété iranienne Estamaran de Qom avec une teneur de 5.9 %.

Selon Laghouiter et *al.*, (2018) l'activité antioxydante des huiles de noyaux de dattes peut être attribuée à des différents composants. Cette activité peut être en partie contribué par certains constituants autres que les acides gras tels que les tocophérols, les stérols et les composés phénoliques.

La consommation d'aliments riches en antioxydants naturels a été signalée comme étant protecteur contre certains types de cancer et peut également réduire le risque de maladies cardiovasculaires et cérébro vasculaires (Miraliakbari et Shahidi, 2008). Ces recherches peuvent encourager l'intérêt pour les huiles de noyaux de dattes afin de les utiliser dans Les industries de cosmétiques, pharmaceutiques et alimentaires.

Selon les auteurs, les résultats de ces études ont montré que l'huile de noyaux de dattes peut constituer une bonne source d'antioxydants, une forte corrélation entre la teneur phénolique et l'efficacité antiradicalaire a été trouvée. Ce qui explique que l'activité antioxydante de l'huile peut être principalement due à la présence de composés hydrosolubles ayant de puissants effets piègeurs de radicaux libres, tels que les composés phénoliques, Les caroténoïdes, les stérols et les tocophérols.....

Conclusion

Conclusion

Cette modeste étude se concentre sur les résultats de 26 recherches publiées, traitant l'huile de noyaux des dattes de l'espèce *Phoenix dactylifera* L. Les noyaux des dattes ont prouvé être une bonne source d'une huile, riche en composés bioactifs et avec des caractéristiques très intéressantes. C'est en se référant à des variétés des dattiers en provenance de différentes régions dans le monde que cette présente synthèse tente de caractériser et de sélectionner le meilleur d'entre eux.

L'huile sur laquelle porte notre étude est une huile visqueuse avec une couleur jaune et odeur agréable, et qui a été extraite par plusieurs méthodes d'extraction dont la plus utilisée et celle de Soxhlet. Son taux d'extraction dépend non seulement de la méthode utilisée mais aussi de différents facteurs qui peuvent affecter la teneur des composés à doser tels que la taille des particules, le type du solvant, le temps et la température d'extraction

Les éléments contenus dans les échantillons de l'huiles issus des différents variétés sont passés au crible afin d'établir leurs caractéristiques physico-chimiques et leurs compositions biochimiques, en se penchant, pour terminer, sur le test de DPPH permettant l'évaluation de l'activité antioxydante.

Les résultats obtenus ont montré une grande variabilité, certes la composition de l'huile dépend des variétés et de leurs origines. Mais de manière plus précise, cette variabilité est due à l'influence de plusieurs facteurs sur les teneurs des différents composants comme les conditions climatiques et génétiques, période de récolte, pratiques culturelles, états de maturité, conditions de stockage et mode d'extraction.

Aussi, ces résultats ont révélé la possibilité de conserver l'huile de noyaux de dattes pour une longue période ainsi que son richesse en nombreux nutriments et substances bioactives à savoir les acides gras, les sels minéraux, les caroténoïdes, les composés phénoliques, les stérols et tocophérols. Cette composition suggérait l'utilisation de cette huile pour différents usages en raison de sa capacité antioxydante élevée.

Compte tenu des résultats intéressants obtenus, il paraît d'une grande utilité de savoir exploiter cette huile pour la production des produits Bio dans les différents secteurs de l'activité humaine telle que les industries agro-alimentaire, cosmétiques, pharmaceutiques, en raison de sa richesse en composants extractibles à valeur ajoutée élevée et qui peuvent être utilisés pour l'amélioration de la valeur nutritionnelle des produits incorporés

Comme complément à ces travaux il sera souhaitable de :

Faire une étude plus profonde sur les sous produits de palmiers dattier et en particulier les noyaux et de trouver d'autres possibilités pour leurs exploitation, ainsi il est préférable de chercher une méthodologie d'extraction plus adéquate afin d'obtenir un meilleur rendement pour une application plus appréciable.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Abdalla, R. S., Albasheer, A. A., ELHusseini, A. R., & Gadkariem, E. A. (2012). Physico-Chemical Characteristics of Date Seed Oil Grown in Sudan. *American Journal of Applied Sciences* , 993-999.
- Abdul Afiq, M. J., Abdul Rahman, R., Che Man, Y. B., AL-Kahtani, H. A., & Mansor, T. T. (2013). Date seed and date seed oil. *International Food Research Journal* , 2035-2043.
- Akbari, M., Razavizadeh, R., Mohebbi, G. H., & Barmak, A. (2012). Oil characteristics and fatty acid profile of seeds from three varieties of date palm (*Phoenix dactylifera*) cultivars in Bushehr-Iran. *African Journal of Biotechnology* , 12088-12093.
- Al Dhaheiri, A. S., Alhadrami, G. A., Aboalnaga, N., Wasfi, I. A., & El-Ridi, M. R. (2004). Chemical composition of date pits and reproductive hormonal. *Food Chemistry* , 93-97.
- Al Harthi, S., Mavazhe, A., Al Mahroqi, H., & Khan, S. (2015). Quantification of phenolic compounds, evaluation of physicochemical properties and antioxidant activity of four date (*Phoenix dactylifera* L.) varieties of Oman. *Journal of Taibah University Medical Sciences* , 1-7.
- Al Juhaimi, F., Ozcan, M. M., Adiamo, O. Q., Alsawmahi, O. N., Ghafoor, K., & Babiker, E. E. (2017). Effect of date varieties on physico-chemical properties, fatty acid composition, tocopherol contents, and phenolic compounds of some date seed and oils. *J Food Process Preserv* , 1-6.
- Al-Farsi, M. A., & Lee, C. Y. (2011). Usage of date (*Phoenix Dactylifera* L) seeds in Human Health and animal feeds. *Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention* , 447-452.
- Al-Hooti, S. N., Sidhu, J. S., Al-Saqer, J. M., & Al-Othman, A. (2002). Chemical composition and quality of date syrup as affected by pectinase/cellulase enzyme treatment. *Food Chemistry* , 215–220.
- Ali, M. A., Al-Hattab, T. A., & Al-Hydary, I. A. (2015). Extraction of date palm seed oil (*Phoenix Dactylifera* L) By Soxhlet apparatus. *International Journal of Advances in Engineering & Technology* , 261-271.

- Al-Sumri, A., Al-Siyabi, N., Al-Saadi, R., Al-Rasbi, S., & Al-Dallal, A. (2016). Study on the Extraction of Date Palm Seed Oil using Soxhlet Apparatus. *International Journal of Scientific & Engineering* , 1266-1270.
- Aparicio, R., & Aparicio-Ruiz, R. (2000). Authentication of vegetable oils by chromatographic techniques. *J. Chromatogr* , 93–104.
- Aparicio, R., Roda, L., Albi, M., & Gutierrez, F. (1999). Effect of various compounds on virgin olive oil stability measured by Rancimat. *J. Agric. Food Chem* , 4150–4155.
- Aris, N. A., Norhuda, I., & Adeib, I. S. (2014). Solubility Of Phoenix Dactylifera Seed Oil In Supercritical Carbon Dioxide (Sc-Co₂) Using Empirical Model. *Key Engineering Materials* , 301-305.
- Barreto, M. (2005). Lipid extraction and cholesterol quantification. *J Chem Educ* , 103-104.
- Basuny, A. M., & Al-Marzooq, M. A. (2011). Production of Mayonnaise from Date Pit Oil. *Food and Nutrition Sciences* , 938-943.
- Bauza, E., Dal Farra, C., Berghi, A., Oberto, G., & Peyr, D. (2002). Date palm kernel extract exhibits antiaging properties and significantly reduces skin wrinkles. *Int J Tissue React* , 6-131.
- Ben Abbas, F. (2011). Etude de quelques propriétés chimiques et biologiques d'extraits de dattes « Phoenix dactylifera L. ». *Thèse de Magister. Université Ferhat Abbas. Setif* , 110.
- Ben Mansour, R., Lassoued, S., Dammak, I., Elgaied, A., Besbes, S., Attia, H., et al. (2011). Cytotoxicity evaluation and antioxidant activity of date seed oil from “Deglet-nour Tunisian cultivar” (Phoenix dactylifera L.). *Natural product international journal* , 16-20.
- Benmeddour, Z., Mehinagic, E., Le Meurlay, D., & Louaileche, H. (2012). Phenolic composition and antioxidant capacities of ten Algerian date (Phoenix dactylifera L.) cultivars: A comparative study. *Journal of Functional Foods* , 1-9.
- Benyoussef, S., Fakhfakh, J., Breil, C., Vian, M. A., Farid, C., & Allouche, N. (2017). Green extraction procedures of lipids from Tunisian date palm seeds. *Industrial Crops & Products* , 520–525.
- Besbes, S., Blecker, C., Deroanne, C., Bahloul, N., Lognay, G., Drira, N.-e., et al. (2004). Date seed oil : Phenolic, Tocopherol and Sterol profiles . *Journal of Food Lipids* , 251–265.

- Besbes, S., Blecker, C., Deroanne, C., Lognay, G., Drira, N., & Attia, H. (2004). Quality Characteristics and Oxidative Stability of Date Seed Oil During Storage. *Food Science and Technology International* , :333-338.
- Besbes, S., Blecker, C., Deroanne, C., Lognay, G., Drira, N.-E., & Attia, H. (2005). Heating effects on some quality characteristics of date seed oil. *Food chemistry* , 469-476.
- Biglar, M., Khanavi, M., Hassani, S., Moghaddam, G., Moghaddam, G., Sadeghi, N., et al. (2012). Tocopherol Content and Fatty acid Profile of Different Iranian Date Seed Oils. *Iranian Journal of Pharmaceutical* , 873-878.
- Bouallegue, K., Allaf, T., Besombes, C., & Ben Younes, R. (2015). Phenomenological modeling and intensification of texturing/grinding-assisted solvent oil extraction: case of date seeds (*Phoenix dactylifera* L.). *Arabian Journal of Chemistry* , 1-13.
- Boukouada, M., Zineb, G., Gourineb, N., Bombardac, I., Saidi, M., & Yousfi, M. (2014). Chemical Composition and Antioxidant Activity of Seed oil of Two Algerian Date Palm Cultivars (*Phoenix dactylifera*). *Natural product communication* , 1777 - 1780.
- Boussena, Z., & Khali, M. (2016). Extraction et composition chimique d'huile de noyaux de dattes algériennes. *Nutr. Santé* , 100-106.
- 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* , 2202-2207.
- Chehma, A., & Longo, H. F. (2001). Valorisation des Sous-Produits du Palmier Dattier en Vue de leur Utilisation en Alimentation du Bétail. *Rev. Energ. Ren. : Production et Valorisation – Biomasse* , 59-64.
- Cherifi, M. (2007). Valorisation d'un résidu naturel ligno-cellulosique en charbon actif-exemple des noyaux de dattes. *Revus des energies renouvelables ICRESD-07.* , 187-192.
- Chitra, D. V., & Mothil, S. (2016). Study on Roasted Date Seed Non Caffeinated Coffee Powder as a Promising Alternative. *Asian Journal of Research in Social Sciences and Humanities* , 1387.
- Chniti, S., Jemni, M., Bentahar, I., Shariati, M. A., Djelal, H., Amrane, A., et al. (2017). By-products of dates: Optimization of the extraction of juice using response surface methodology

and ethanol production. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences* , 204-208.

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

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

Dehdivan, N. S., & Panahi, B. (2017). Physicochemical Properties of Seeds and Seeds Oil Extracted from Iranian Date Palm Cultivars. *Biological Forum – An International Journal* , 139-144.

Djerbi, M. (1994). précis de phoeniciculteurs. *FAO* , 192.

Emmerie, A., & Engel, C. (1938). *Recueil des Travaux Chimiques des Pays-Bas* , 1351-5.

Espiard, É. (2002). *Introduction à la transformation industrielle des fruits*. Ed. Tech et Doc Lavoisier. 360 p.

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

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

Ghnimi, S., Seyed, U., Azharul, K., & Afaf, K. E. (2017). Date fruit (*Phoenix dactylifera* L.): An underutilized food seeking industrial valorization. *NFS Journal* , 1–10.

Gilles, V. (2007). Extraction, conditionnement et utilisation des Huiles Végétales Pures carburant. *Cirad - La recherche agronomique pour le développement* , 1-55.

Gorinstein, S., Cvikrova, M., Machackova, I., Haruenkit, R., Park, Y. S., & Jung, S. (2004). Characterization of antioxidant compounds in Jaffa sweeties and white grapefruits. *Food Chemistry* , 503-510.

- Habib, H. M., Kamal, H., Ibrahim, W. H., & Al Dhaheri, A. S. (2013). Carotenoids, fat soluble vitamins and fatty acid profiles of 18 varieties of date seed oil. *Industrial Crops and Products* , 567– 572.
- Harrak, H., & Boujnah, M. (2012). Valorisation technologiques des dattes au Maroc. *INRA* , 160.
- Herchi, 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* , 1-7.
- Jadhav, A. J., Holkar, C. R., Goswami, A. D., Pandit, A. B., & Pinjari, D. V. (2016). Acoustic Cavitation as a Novel Approach for Extraction of Oil from waste date seeds. *ACS Sustainable Chem. Eng* , 4256–4263.
- Jahouach, W. (2009). Etude des propriétés physico-chimiques des huiles d'olive et de grignon d'olive décolorées par des argiles tunisiennes activées aux ondes ultrasonores. *Thèses de Doctorat. Université de Sfax* , 190.
- Jassim, S. A., & Naji, M. A. (2007). In vitro Evaluation of the Antiviral Activity of an Extract of Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.) Pits on a *Pseudomonas* Phage. *Journal of ethnopharmacology* , 57-62.
- Kazemi, M., & Dadkhah, A. (2012). Antioxidant Activity of Date Seed Oils of Fifteen Varieties from Iran. *Oriental journal of chemistry* , 1201-1205.
- 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., 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.
- Lecerf, J.-M. (2011). Les huiles végétales : particularités et utilités. *Elsevier Masson SAS* , 257-262.

- Lecheb, F. (2010). Extraction et caractérisation physico-chimique et biologique de la matière grasse du noyau des dattes : essai d'incorporation dans une crème cosmétique de soin . *Thèse de Magister. Université M'Hamed Bougara. Boumerdas* , 179.
- Louaer, M., Zermane, A., Larkeche, O., & Meniai, A. H. (2019). Experimental study and optimization of the extraction of Algerian date stones oil (*Phoenix dactylifera* L.) using supercritical carbon dioxide. *J Food Process Eng* , 1-9.
- MADRP. (2017). Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural et de la pêche. Les statistiques agricole.
- Mehran, M., & Filsoof, M. (1975). Characteristics of Date Pit Oil. *Department of Food Science* , 1.
- Miller, K. W., Lorr, N., & Yang, C. (1984). *J. Anal. Biochem* , 138, 340.
- Minguez-Mosquera, M. I., Rejano-Navarro, L., Gandulrojas, B., Sanchez Gomez, A. H., & Garrido-Fernandez, J. (1991). Colorpigment correlation in virgin olive oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society* , 332-336.
- Miraliakbari, H., & Shahidi, F. (2008). Lipid class compositions, tocopherols and sterols of tree nut oils extracted with different solvents. *Journal of Food Lipids* , 1-16.
- Mistrello, J., Sirisena, S. D., Ghavami, A., Marshall, R. J., & Krishnamoorthy, S. (2014). Determination of the antioxidant capacity, total phenolic and flavonoid contents of seeds from three commercial varieties of culinary dates. *International Journal of Food Studies* , 34-44.
- Mrabet, A., Araujo, A. J., Bejarano, R. G., Arcos, R. R., & Sindic, M. (2020). Date Seeds: A Promising Source of Oil with Functional Properties. *Journal of Foods* , 1-14.
- Munier, P. (1973). *Le palmier Dattier*. ED. Maisonneuve et Larose.217.
- 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* , 624-630.
- Ocif, K. M. (2017). Mise en valeur des dérivés de dattes de la région d'Oued Souf pour la production de bioéthanol. *Thèse de Doctorat. Université Kasdi Merbah. Ouargla* , 136.
- Onyeike, E. N., & Acheru, G. N. (2002). Chemical composition of selected Nigerian oil seeds and physicochemical properties of the oil extracts. *Food Chemistry* , 431-437.

- Owen, R. W., Giacosa, A., Hull, W. E., Haubner, R., Spiegelhalder, B., & Bartsh, H. (2000). The antioxidant/anticancer potential of phenolic compounds isolated from olive oil. *European Journal of Cancer* , 1235-1247.
- Price, W. (1979). *Spectrochemical analysis by atomic absorption*. 1st Edn., Heyden, Philadelphia.392.
- Rahman, M. S., Kasapis, S., Al-Kharusi, N., Al-Marhubi, I., & Khan, A. J. (2007). Composition characteristics and thermal transition of date pits powders. *Journal of Food Engineering* , 1-10.
- Ramadan, M., Yehia, H., Shaheen, M., & Abed EL-Fattah, M. (2014). Aroma volatiles, antibacterial, antifungal and antioxidant properties of essential oils obtained from spices widely consumed in Egypt. *Americ-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci* , 486-494.
- Rup, S. (2009). Oxydation catalytique de l'acide oléique sous ultrasons par le tetraoxyde de ruthenium : Valorisation de l'acide pelargonique pour la précipitation selective de cations métallique . *Thèse de Doctorat. Université de Paul Verlaine-Metz* , 192.
- Saafi, B., Trigui, M., Thabet, R., & Hammami Achou, M. (2008). Common date palm in Tunisia: chemical composition of pulp and pits. *Int. J. Food Sci. Technol* , 2033–2037.
- Salvador, M., Aranda, F., Gomez-Alonso, S., & Fregapane, G. (2001). Cornicabra virgin olive oil: A study of five crop seasons Composition, quality and oxidative stability. *Food Chem* , 267–274.
- Sedra, M. H. (2003). Le palmier dattier Base de la mise en valeur des oasis au Maroc. *INRA* , 1-265.
- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventos, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin–Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymol* , 152–178.
- Soliman, S., Al-Obeed, R., & Ahmed, T. (2014). Physico-Chemical characteristics of oil produced from seeds of some date palm cultivars (Phoenix Dactylifera L) . *Journal of enviromental Biology* , 456-459.
- Tafti, G. A., Dahdivan, S. N., & Ardakani, Y. S. (2017). Physicochemical properties and applications of date seed and its oil. *International Food Research Journal* , 1399-1406.

Tapiero, H., Townsend DM, D., & Tew, K. (2003). Phytosterols in the prevention of human pathologies. *Biomed Pharmacother* , 321-5.

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

Yong, Y., & Salimon, J. (2006). Characteristics of elateriospermum tapos seed oil as a new source of oil seed. *Ind Crops Prod* , 146-51.

Yousuf, R., & Winterburn, J. (2017). Waste date seed oil extract as an alternative feedstock for Poly(3-hydroxybutyrate) synthesis. *Biochemical Engineering Journal* , 1-26.

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

Résumés

تستند هذه الدراسة التركيبية على 26 عملاً منشوراً وتركز على وصف الزيت المستخرج من نواة التمر (*Phoenix dactylifera* L.). تم احضار النوى من أنواع عديدة من نخيل التمر من مختلف المناطق حول العالم، تمت عملية الاستخراج بواسطة Soxhlet مع الهكسان. يعتبر مردود الزيت الناتج منخفض و يتأثر بعدة عوامل. تم إجراء العديد من التحليلات الفيزيائية والكيميائية و المتمثلة في معامل الحموضة التصين البيروكسيد ومعامل اليود بالإضافة إلى معامل الانكسار واللزوجة والكثافة واللون. يتم تقدير محتويات الأحماض الدهنية بواسطة GC-MS، ويتم تقدير الأملاح المعدنية بواسطة ASE وتلك الموجودة في الكاروتينات، والكلوروفيل، والبولىفينول، والتوكوفيرول، والسستيرول، عن طريق المقايسة اللونية. يتم تحديد طبيعة المواد بواسطة HPLC ويتم تقييم نشاط مضادات الأكسدة عن طريق اختبار DPPH. يعتبر الزيت الذي تم الحصول عليه من نوع oléico-laurique ويحتوي على عناصر معدنية مختلفة منها: البوتاسيوم والكالسيوم والصوديوم والسيلينيوم والسيلينيوم والمغنيسيوم والحديد. تتراوح المحتويات بين 0.58 و 2.1 مغ / كغ للكلوروفيل؛ من 1.46 إلى 10.41 مغ / كغ للكاروتينات؛ من 64 إلى 526 مغ / كغ لإجمالي البولىفينول؛ ومن 8 إلى 447 مغ / 100 غ، من 3 إلى 39.26 مغ / 100 غ للتوكوفيرول والسستيرولات على التوالي. كشفت التعريفات عن وجود 6 كاروتينات، 5 إلى 10 مركبات فينولية، 7 توكوفيرول و 6 سستيرولات اعتماداً على الصنف والمنطقة والظروف البيئية. أظهر اختبار DPPH قدرة كبيرة على إزالة الجذور الحرة. يكشف هذا التركيب عن اهتمام و ثراء وأهمية التركيب الكيميائي للزيت من حبات نخيل التمر من مناطق مختلفة من العالم.

الكلمات المفتاحية: نوى التمر، زيت نواة التمر، احماض دهنية، البولىفينولات، توكوفيرولات، DPPH، النشاط المضاد للأكسدة.

Résumé

Cette étude synthétique se base sur 26 travaux publiés et porte sur la caractérisation de l'huile des noyaux du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). Les noyaux sont issus de différentes variétés des dattiers en provenance de différentes régions du monde. Une extraction est réalisée par Soxhlet avec de l'hexane. Le rendement de l'huile obtenu est faible et dépend de plusieurs facteurs. Plusieurs analyses physico-chimiques ont été effectuées à savoir l'indice d'acide, de saponification, de peroxyde et l'indice d'iode ainsi que l'indice de réfraction, la viscosité, la densité et la couleur. Les teneurs en acides gras sont estimés par GC-MS, des sels minéraux par ASE et celles des caroténoïdes, chlorophylles, polyphénols, tocophérol, stérol, sont estimées par dosage colorimétrique. Leurs identifications sont réalisées par HPLC et l'activité antioxydante est évaluée par le test DPPH. L'huile obtenue est considérée comme une huile oléico-laurique et contient des éléments minéraux divers notamment : Potassium, Calcium, Sodium, Sélénium, magnésium et le fer. Les teneurs sont comprises entre 0.58 et 2.1 mg/Kg pour la chlorophylle ; de 1.46 à 10.41 mg/Kg pour les caroténoïdes; de 64 à 526 mg/kg pour les polyphénols totaux ; et de 8 à 447 mgeq/100g, de 3 à 39.26 mgéq/g pour les Tocophérols et les stérols respectivement. Les identifications ont mis en évidence la présence de 6 caroténoïdes, de 5 à 10 composés phénoliques, 7 tocophérols et 6 stérols selon le cultivar, la région et les conditions environnementales. Le test DPPH a montré une grande capacité de piégeage des radicaux libres. Cette synthèse révèle l'intérêt, la richesse et l'importance de la composition biochimique de l'huile des noyaux des palmiers dattiers provenant de différentes régions du monde.

Mots Clés : Noyaux de dattes, huile de noyaux des dattes, Acides gras, Polyphénols, tocophérols, DPPH, activité antioxydante.

Abstract

This synthetic study is based on 26 published works and relates on the characterization of oil from date palm seeds (*Phoenix dactylifera* L.). The seeds had been brought from different varieties of date palms from different regions around the world. Extraction is performed by Soxhlet with hexane. The resulting oil yield is low and depends on several factors. Several physicochemical analyzes were carried out namely the acid number, saponification, peroxide and iodine number as well as the refractive index, viscosity, density and color. The fatty acid contents are estimated by GC-MS, mineral salts by ASE and those of carotenoids, chlorophylls, polyphenols, tocopherol, sterol, are estimated by colorimetric assay. Their identifications are carried out by HPLC and the antioxidant activity is evaluated by the DPPH test. The oil obtained is considered as oleico-lauric oil and contains various mineral elements including: Potassium, Calcium, Sodium, Selenium, magnesium and iron. The contents are between 0.58 and 2.1 mg / Kg for chlorophyll; from 1.46 to 10.41 mg / Kg for carotenoids; from 64 to 526 mg / kg for the total polyphenols; and from 8 to 447 mgeq / 100g, from 3 to 39.26 mgeq / g for Tocopherols and sterols respectively. The identifications revealed the presence of 6 carotenoids, 5 to 10 phenolic compounds, 7 tocopherols and 6 sterols depending on the cultivar, region and environmental conditions. The DPPH test showed a great capacity for scavenging free radicals. This synthesis reveals the interest, richness and importance of the biochemical composition of oil from the seeds of date palms from different regions of the world.

Key words : date palm seeds, date seed oil, Fatty acids, Polyphenols, tocopherols, DPPH, antioxidant activity.