



**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche  
Scientifique**



**UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID – TLEMCEM**

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

**Département de Biologie**

**Laboratoire des Produits Naturels (LAPRONA)**

## **MEMOIRE**

**En vue de l'obtention du diplôme de Master en Biologie**

**Spécialité : Biochimie Appliquée**

**Thème :**

# **Extraction et l'étude physico-chimique de l'huile de noyau de datte (*Phoenix dactylifera L.*) de la variété de la « HMIRA »**

**Présenté par :**

**BELABED Hanane**

**Membres de jury :**

<b>Président</b>	BENARIBA Nabila	<b>MCA</b>	Univ. Tlemcen
<b>Encadrant</b>	CHAOUCHE Mohammed Tarik	<b>MCA</b>	Univ. Tlemcen
<b>Examineur</b>	BELAID-MEDJDOUB Houria	<b>MCB</b>	Univ. Tlemcen

**Soutenu : 18 Juin 2023.**

**2022-2023**

## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents*

*A mes frères Amine et Mahdi*

*A mes sœurs Dalila Sarah Farah Malek*

*A mes amis et mes collègues de la promotion*

*A celui qui m'a encouragé et soutenu dans mes  
moments les plus difficiles.*

## Remerciements

Avant tout je remercie **Allah** de m'avoir donnée la volonté, la santé et la patience, pour terminer mon étude.

Je souhaite remercier plus particulièrement mon encadreur d'étude **Mr CHAUCHE Mohammed Tarik**, Maître de conférences classe A au département de Biologie, faculté des sciences de la nature et de la vie, sciences de la terre et de l'univers, Université Abou Bekr Belkaïd – Tlemcen, pour son aide, sa disponibilité et surtout son savoir qu'il m'a transmis durant cette étude.

J'exprime également mes remerciements à **Mme BENARIBA Nabila**, Maître de conférences classe A au département de Biologie, faculté des sciences de la nature et de la vie, sciences de la terre et de l'univers, Université Abou Bekr Belkaïd - Tlemcen, pour l'honneur qu'il me fait de présider le jury ainsi que pour sa sympathie.

J'adresse mes sincères remerciements à **Mme BELAID-MEDJDOUB Houria**, maître de conférences classe B, au Département de Biologie, faculté des sciences de la nature et de la vie, sciences de la terre et de l'univers Université Abou Bekr Belkaïd - Tlemcen, d'avoir accepté d'examiner ce travail ainsi que sa gentillesse.

Je remercie également **M<sup>elle</sup> SENHADJI Souâd**, Docteur au département de Biologie, faculté des sciences de la nature et de la vie, sciences de la terre et de l'univers, Université Abou Bekr Belkaïd – Tlemcen, pour son soutien et son contribution à la réussite de ce travail.

Je remercie bien évidemment toute l'équipe pédagogique du Master Biochimie appliquée de l'université Abou Bekr Belkaid Tlemcen.

Je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont aidé et soutenu dans la réalisation de cette étude.

Un immense MERCI à ma famille et en particulier à mes parents, à qui je dois et je dédie ce mémoire. Merci d'avoir été présents depuis le début et tout au long de mes études. J'espère que ce mémoire vous emplira de fierté et de bonheur,  
**VOUS LES MERITEZ.**

Les mots me manquent pour exprimer tout ce que vous m'avez tous apporté alors je vous dirai juste MILLE FOIS MERCI !!.

# Résumé

**Introduction :** L'huile extraite des noyaux de dattes présente un potentiel prometteur en tant que source d'ingrédients utilisés dans les domaines de l'industrie alimentaire, pharmaceutique et cosmétique. Cette huile se distingue par ses caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques attrayantes. Elle suscite ainsi un intérêt croissant en tant que matière première polyvalente et naturelle pour diverses applications industrielles.

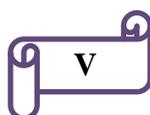
**Objectif :** Dans cette étude, nous nous sommes penchés sur l'estimation de quelques critères de qualité de l'huile de noyaux de dattes de la variété de « HMIRA », afin de mieux comprendre ses propriétés physico-chimiques

**Matériel et méthodes :** Pour cette étude, nous avons utilisé la méthode d'extraction par Soxhlet avec l'hexane pour extraire l'huile des noyaux de dattes. Des paramètres physiques tels que la densité, l'humidité et l'indice de réfraction ont été mesurés pour évaluer les caractéristiques physiques de l'huile. Les paramètres chimiques ont également été étudiés, notamment l'indice de peroxyde, qui indique la présence de substances oxydées dans l'huile. L'indice de saponification a été mesuré pour évaluer la concentration des esters d'acides gras dans l'huile. L'acidité et l'indice d'acide ont été déterminés pour évaluer le niveau d'acides gras libres présents dans l'huile. L'indice d'iode a été mesuré pour évaluer les insaturations des acides gras contenus dans l'huile.

**Résultats :** Les résultats obtenus de l'analyse de l'huile ont révélé les caractéristiques suivantes : un rendement en matière grasse de 9,6%, une densité de 0,925 à 20°C, un taux d'humidité de 10,6% et un indice de réfraction de 1,4627. Les analyses chimiques ont révélé un indice de peroxyde nul, indiquant une absence de rancissement de l'huile. L'indice de saponification était de 190,774 mg de KOH/g d'huile. L'acidité de l'huile était de 1,13%, correspondant à un indice d'acide de 2,244 mg de KOH/g d'huile. L'indice d'iode, qui mesure la quantité d'iode absorbée par l'huile, était de 43,18 g I<sub>2</sub>/100 g d'huile. Enfin, l'indice d'ester était de 188,53 mg de KOH/g d'huile, indiquant la quantité d'esters présents dans l'huile.

**Conclusion :** Ces résultats fournissent des informations précieuses sur la composition et les caractéristiques de l'huile de noyaux de dattes "HMIRA", ce qui peut être utile dans diverses applications industrielles et alimentaires.

**Mots clés :** Noyaux des dattes, HMIRA, caractérisations physico-chimiques, huile.



# Abstract

**Introduction:** Date seed oil extracted from Seed dates shows promising potential as a source of ingredients used in the food, pharmaceutical, and cosmetic industries. This oil is distinguished by its attractive physicochemical and organoleptic characteristics. As a result, it is generating increasing interest as a versatile and natural raw material for various industrial applications.

**Objective:** In this study, we focused on the estimation of date Seed oil from the "HMIRA" variety to gain a better understanding of its physicochemical properties.

**Materials and Methods:** For this study, we used the Soxhlet extraction method with hexane to extract the oil from Seed dates. Physical parameters such as density, moisture content, and refractive index were measured to evaluate the physical characteristics of the oil. Chemical parameters were also studied, including the peroxide value, which indicates the presence of oxidized substances in the oil. The saponification value was measured to evaluate the concentration of fatty acid esters in the oil. Acidity and acid value were determined to assess the level of free fatty acids present in the oil. The iodine value was measured to assess the unsaturations of the fatty acids in the oil.

**Results:** The results obtained from the analysis of "HMIRA" date Seed oil revealed the following characteristics: a fat yield of 9,6%, a density of 0,925 at a temperature of 20°C, a moisture content of 10,6%, and a refractive index of 1,4627. Chemical analyses revealed a peroxide value of zero, indicating the absence of oil rancidity. The saponification value was 190,774 mg KOH/g of oil, reflecting the amount of KOH required to saponify the esters present in the oil. The oil acidity was 1,13 %, corresponding to an acid value of 2,244 mg KOH/g of oil. The iodine value, which measures the amount of iodine absorbed by the oil, was 43,18 g I<sub>2</sub>/100 g of oil. Finally, the ester value was 188,53 mg KOH/g of oil, indicating the amount of esters present in the oil.

**Conclusion:** These results provide valuable information about the composition and characteristics of "HMIRA" date Seed oil, which can be useful in various industrial and food applications.

**Keywords:** Seed dates, HMIRA, physico-chemical characterizations, oil.

## ملخص

**مقدمة:** للزيت المستخرج من نوى التمر إمكانات واعدة كمصدر للمكونات المستخدمة في مجالات الصناعات الغذائية والأدوية ومستحضرات التجميل. وبالتالي فهي تثير اهتمامًا متزايدًا باعتبارها مادة خام طبيعية ومتعددة الاستخدامات لمختلف التطبيقات الصناعية.

**الهدف:** في هذه الدراسة، ركزنا على تحليل زيت نوى التمر نوع "HMIRA" ، من أجل فهم أفضل لخصائصه الفيزيائية والكيميائية.

في هذه الدراسة، استخدمنا طريقة استخلاص Soxhlet مع الهكسان لاستخراج الزيت من نوى التمر. تم قياس الخصائص الفيزيائية مثل الكثافة والرطوبة ومعامل الانكسار لتقييم الخصائص الفيزيائية للزيت.

كما تم دراسة الخصائص الكيميائية وخاصة مؤشر البيروكسيد الذي يشير إلى وجود مواد مؤكسدة في الزيت. تم قياس مؤشر التصبن لتقدير تركيز استرات الأحماض الدهنية في الزيت. تم تحديد قيمة الحموضة والحمض لتقييم مستوى الأحماض الدهنية الحرة الموجودة في الزيت. تم قياس رقم اليود لتقييم تفاعل الزيت تجاه اليود، بينما تم تحديد رقم الإستر لتقييم وجود الإسترات في الزيت.

**النتائج:** أظهرت النتائج المتحصل عليها من تحليل زيت نوى التمر "HMIRA" الخصائص التالية: محتوى دهني 9.6% ، كثافة 0.925 عند درجة حرارة 20 درجة مئوية، معدل رطوبة 10.6%، معامل انكسار 1.4627 . كشفت التحليلات الكيميائية عن وجود مؤشر بيروكسيد صفري، مما يشير إلى عدم وجود تأكسد في الزيت. كان رقم التصبن 190.774 مجم من زيت KOH / جم ، مما يعكس كمية KOH اللازمة لتصبن الإسترات الموجودة في الزيت. كانت حموضة الزيت 1.13% ، مطابقة لقيمة حمضية قدرها 2.244 مجم KOH / جم زيت. كانت قيمة اليود ، التي تقيس كمية اليود التي يمتصها الزيت ، 43.18 جم / 100 جم زيت. أخيرًا ، كان مؤشر الإستر 188.53 مجم KOH / جم زيت ، مما يشير إلى كمية الإسترات الموجودة في الزيت.

**الخلاصة:** توفر هذه النتائج معلومات قيمة عن تكوين وخصائص زيت نوى التمر "HMIRA" ، والتي يمكن أن تكون مفيدة في مختلف التطبيقات الصناعية والغذائية.

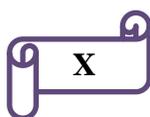
**الكلمات المفتاحية:** نوى التمر ، HMIRA ، الخصائص الفيزيائية والكيميائية ، الزيت.

## Table des matières

Résumé .....	V
Liste de figure : .....	XI
Liste des photos : .....	XII
Liste des tableaux : .....	XIII
Liste des abréviations : .....	XIV
Introduction .....	2
1. Historique.....	5
2. Généralités sur le palmier dattier <i>Phoenix dactylifera L.</i> .....	5
2.1 Taxonomie : .....	6
3. Répartition géographique de palmier dattier .....	6
3.1 Répartition géographique de palmier dattier dans le monde.....	6
3.2 Répartition géographique de palmier dattier en Algérie.....	8
4. Les dattes.....	9
4.1 Définition .....	9
4.2 Classification des dattes .....	10
4.3 Les variétés de dattes.....	11
4.3.1. <i>DEGLET NOUR</i> .....	11
4.3.2. <i>DEGLET BEIDA</i> .....	11
4.3.3. <i>HMIRA</i> .....	12
4.3.1. <i>GHARS</i> .....	12
4.4 Utilisation thérapeutique et médicinale de dattes.....	13
5. Noyaux de dattes .....	13
5.1. Définition et description de noyaux de dattes .....	14
5.2. La composition biochimique de noyaux de dattes .....	14
5.3. Utilisation des noyaux de dattes .....	15
6. l'huile de noyaux de dattes .....	16
6.1 La composition chimique d'huile de noyaux de dattes .....	16
6.2 Utilisation d'huile de noyaux de dattes.....	16
1. Matériel végétal .....	19
1.1 Choix des variétés .....	19
1.2. Préparation de matière végétale.....	19
2. Méthodes d'analyses .....	19

2.1. Détermination de l'humidité.....	19
2.2. L'extraction de l'huile de ND .....	21
2.3. Calcule de rendement .....	22
3. Analyses physico-chimiques de l'huile du noyau de dattes .....	23
3.1. ANALYSES CHIMIQUES .....	23
3.1.1. Indice de l'acide.....	23
3.1.2. L'indice d'iode.....	24
3.1.3. L'indice de saponification .....	25
3.1.4. L'indice de peroxyde.....	26
3.1.5. L'indice d'ester.....	27
3.2. Analyse physique .....	28
3.2.1. La densité.....	28
3.2.2. Indice de réfraction.....	28
3.2.3. Absorbance dans ultra-violet .....	29
3.2.4. Détermination des teneurs en chlorophylles a et b, et en caroténoïdes totaux	31
3.2.5. Le taux d'impureté .....	31
3.2.6. Le pouvoir calorifique .....	32
Résultats et Discussions .....	34
1. les indices biochimiques de la poudre des noyaux de dattes .....	34
1.1. L'humidité.....	34
1.2. Rendement de l'extraction :.....	34
2. Caractéristiques physico-chimiques de l'huile de noyau de dattes .....	36
2.1. Analyses chimiques.....	36
2.1.1. Indice d'acide et l'acidité.....	36
2.1.2. Indice d'iode.....	37
2.1.3. Indice de saponification .....	37
2.1.4. Indice de peroxyde .....	38
2.1.5. Indice d'ester .....	39
2.2. Analyses physiques .....	39
2.2.1. La densité.....	39
2.2.2. Indice de réfraction.....	40
2.2.3. Absorbance dans ultra-violet .....	40
2.2.4. Détermination des teneurs en chlorophylles a et b, et en caroténoïdes totaux	41

<b>2.2.5. Le taux d'impureté .....</b>	<b>42</b>
<b>2.2.6. Le pouvoir calorifique .....</b>	<b>42</b>
<b>2.2.7. La couleur et l'odeur de l'huile de noyau de dattes .....</b>	<b>42</b>
<b>Conclusion général.....</b>	<b>45</b>
<b>Références.....</b>	<b>47</b>



## Liste de figure :

<b>Figure 1:</b> Carte de répartition du genre Phoenix .....	<b>08</b>
<b>Figure 2 :</b> Coupe longitudinale d'une datte .....	<b>10</b>
<b>Figure 3 :</b> Noyau de dattes du palmier dattier .....	<b>14</b>
<b>Figure 3:</b> Le rendement de l'HND par différents solvants .....	<b>35</b>

## Liste des photos :

<b>Photo 1 :</b> <i>Phoenix dactylifera L</i> .....	06
<b>Photo 2 :</b> Distribution géographique du palmier dattier dans Algérie .....	09
<b>Photo 3:</b> DEGLET NOUR .....	11
<b>Photo 4 :</b> DEGLET BEIDA .....	12
<b>Photo 5 :</b> HMIRA .....	12
<b>Photo 6 :</b> GHARS .....	13
<b>Photo 7 :</b> l'étuve. ....	20
<b>Photo 8 :</b> refroidissement dans le dessiccateur .....	20
<b>Photo 9 :</b> Appareil de soxhlet .....	21
<b>Photo 10 :</b> l'évaporateur rotatif. ....	22
<b>Photo 11 :</b> l'huile de noyau de datte. ....	22
<b>Photo 12 :</b> Réfractomètre. ....	29
<b>photo 13 :</b> spectrophotomètre UV-visible. ....	30
<b>Photo 14 :</b> l'huile de noyau de datte de variété d'HMIRA. ....	43

## Liste des tableaux :

<b>Tableau 1 :</b> Production mondiale de dattes .....	<b>07</b>
<b>Tableau 2:</b> Nombre de palmiers dattiers en Algérie .....	<b>09</b>
<b>Tableau 3 :</b> Les nutriments contenus dans le noyau de datte .....	<b>14</b>
<b>Tableau 4 :</b> Les sels minéraux contenus dans le noyau .....	<b>15</b>
<b>Tableau 5 :</b> le taux d'humidité d'huile de quatre variétés de dattes cultivées dans les régions de Biskra et Ouargla (sud-est algérien). .....	<b>34</b>
<b>Tableau 6 :</b> Caractéristiques chimiques des huiles. ....	<b>36</b>
<b>Tableau 7 :</b> l'indice d'acide d'huile de quelques variétés de dattes cultivées en Arabie Saoudite. ....	<b>36</b>
<b>Tableau 8 :</b> l'indice de saponification d'huile de quelques variétés de dattes cultivars en Arabie Saoudite. ....	<b>38</b>
<b>Tableau 9 :</b> Caractéristiques physiques des huiles. ....	<b>39</b>
<b>Tableau 10 :</b> l'indice de réfraction à 20°C d'huile de quelques variétés de dattes en Arabie Saoudite. ....	<b>40</b>
<b>Tableau 11 :</b> L'extinction spécifique à 232 et 270 nm de l'HND de la variété de « HMIRA ». ....	<b>40</b>
<b>Tableau 12 :</b> Les teneurs en chlorophylle a, en chlorophylle b et en caroténoïdes totaux de l'huile de noyau de datte de variété de « HMIRA ». ....	<b>41</b>
<b>Tableau 13 :</b> Les teneurs en chlorophylle a, en chlorophylle b et en caroténoïdes totaux de l'huile de noyau de datte de variété de « Kentichi ». ....	<b>42</b>

## Liste des abréviations :

**ND** : noyau de datte

**HND** : Huile de noyau de datte

**H%** : le taux d'humidité

**R** : rendement

**IA** : indice d'acide (mg de KOH/g d'huile)

**A(%)** : l'acidité.

**AO** : acide oléique.

**II** : indice d'iode (g I<sub>2</sub>/100 g d'huile).

**IS** : indice de saponification (mg KOH/g d'huile).

**KI** : iodure de potassium

**IP**: Indice de peroxyde (meq/Kg).

**IE** : indice d'ester.

**d** : densité.

**Ndt<sup>20</sup>** : la valeur de l'indice de réfraction dans la température 20°C.

**UV** : ultra-violet.

**E**: extinction spécifique.

**C[a]** : teneur de chlorophylle a.

**C[b]** : teneur de chlorophylle b.

**C[x+c]** : teneur de caroténoïdes totaux.

**A** : l'absorbance en différentes longueurs d'ondes.

**% d'impureté** : le taux d'impureté.

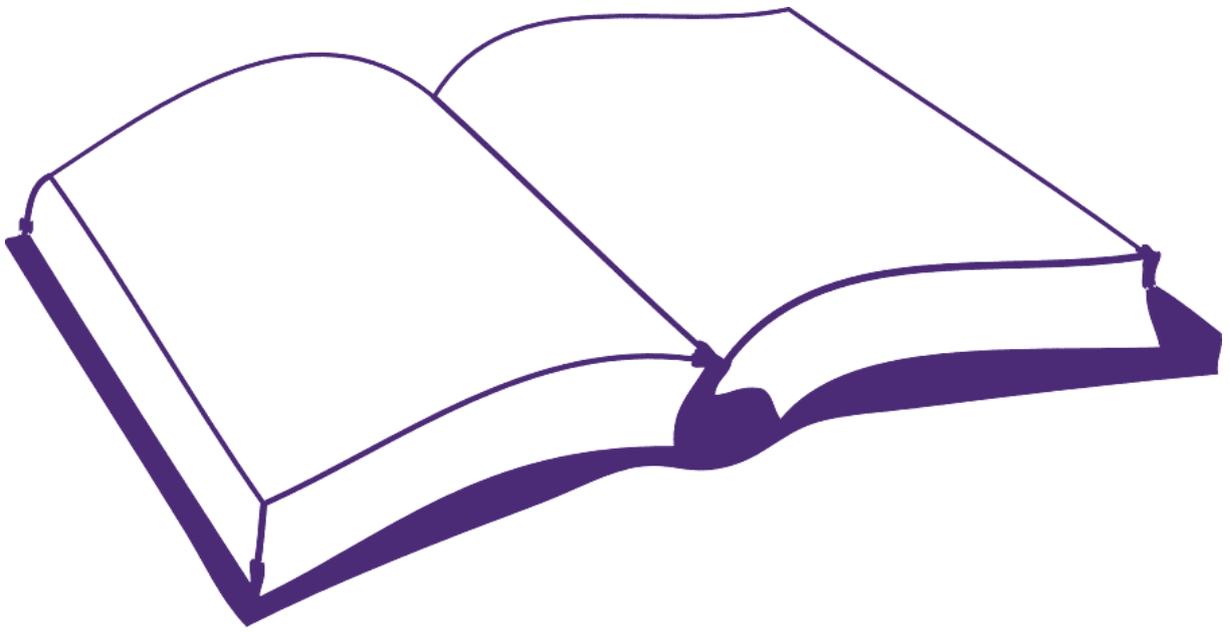
**PC** : Le pouvoir calorifique (kJ/Kg).

**A.O.C.S**: American Oil Chemists'Society.

**F.A.O**: Food and agriculture organization.

**AFNOR** : Associé Française de la Normalisation

# INTRODUCTION



### Introduction

Le palmier dattier est un arbre fruitier de la famille des Arecaceae dont le nom latin est «*Phoenix dactylifera* L.». Il est l'une des plus anciennes cultures ligneuses qui compte environ 4000 espèces et 235 genres (**Munier, 1973**). Il joue un rôle important dans l'économie rurale, le patrimoine local et la protection de l'environnement.

La culture du dattier revêt une importance non négligeable pour l'Algérie et surtout dans Nord-est du Sahara, avec des variétés de dattes très nombreuses. Il existe plus de 800 variétés de ces fruits en Algérie avec plus de 18 millions de palmiers (**Benziouche, 2017**).

Les noyaux du palmier dattier sont des déchets de beaucoup d'industries de transformation des dattes et de nombreuses usines de traitement de dattes produisant des dattes dénoyautées, des poudres de dattes, du sirop de dattes, du jus de dattes, des dattes enrobées de chocolat et des confiseries de dattes (**Rahman et al., 2007**). Ils constituent un sous-produit intéressant, en plus de leurs applications en pharmacologie ; ils sont également utilisés dans certaines médecines traditionnelles (**Jassim et Naji, 2007**).

La composition chimique et nutritionnelle des noyaux a été rapportée dans plusieurs études afin de les valoriser et révéler leur richesse en différentes substances biochimiques et minérales (**Djerbi, 1994 ; Boussena et Khali, 2016**).

Des études récentes ont révélé que les noyaux de dattes contiennent une huile qui présente un potentiel significatif en tant que source d'ingrédients alimentaires, pharmaceutiques et cosmétiques, sachant que cette huile possède des caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques intéressantes.

La composition chimique de l'huile de noyau de datte est complexe et comprend une variété de composés bioactifs tels que les acides gras insaturés, à savoir l'acide oléique et l'acide linoléique (**Fayadh et Al-Showiming, 1990 ; Al-Hooti et al, 1998; Al-shahib et Marshall, 2003; Besbes et al, 2004a**) les composés phénoliques, les tocophérols, les caroténoïdes et les stérols. Ces composés confèrent à l'huile des propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et hydratantes, ce qui en fait un ingrédient attrayant pour diverses applications industrielles.

Dans ce contexte, notre objectif est d'examiner les caractéristiques physico-chimiques de l'huile extraite de la poudre des noyaux de datte, variété "HMIRA" de la région d'Adrar. Nous cherchons à mesurer les paramètres de qualité, tels que les indices, et les résultats fourniront des informations essentielles pour évaluer la qualité de l'huile de noyau et garantir sa conformité aux normes industrielles.

Ce document est divisé en trois parties :

- La première partie c'est la partie bibliographique, contient :
  - Généralités sur le palmier dattier *Phoenix dactylifera L.*
  - Les noyaux de dattes.
  - L'huile de noyaux de dattes.
- La deuxième partie : Matériels et Méthodes.
- La troisième partie : Résultats et Discussions.
- Et enfin une conclusion générale.

**La partie  
synthèse  
bibliographique**



### 1. Historique

Les palmiers les plus anciens remontent au miocène. Le palmier dattier a été cultivé dans les zones chaudes entre l'Euphrate et le Nil vers 4500 ans avant J.C. De là, sa culture fut introduite en Basse Mésopotamie vers l'an 2500 ans avant J.C. Puis, elle progressa vers le Nord du pays et gagna la région côtière du plateau Iranien puis la vallée de l'Inde (**Munier, 1973**).

Les techniques culturales du dattier progressent vers la Libye puis les autres pays du Maghreb comme le Sud Marocain la Tunisie, l'Algérie et arrivèrent ensuite dans l'Adrar Mauritanien.

### 2. Généralités sur le palmier dattier *Phoenix dactylifera L.*

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*) provient du mot « Phoenix » qui signifie dattier chez les phéniciens et dactylifera dérive du terme grec « dactylos » signifiant doigt, allusion faite à la forme du fruit (**Djerbi, 1994**) (photo 1). C'est une espèce dioïque, monocotylédone, appartenant à la famille des Arecaceae qui compte environ 4000 espèces et 235 genres (**Munier, 1973**). Comme toutes les espèces du genre Phoenix, il existe des arbres mâles appelés communément Dokkars ou pollinisateurs et des arbres femelles Nakhla (**Chaibi, 2002**).

Le palmier dattier commence à produire les fruits à un âge moyen de cinq ans, et continue la production avec un taux de 400-600 kg/arbre/an pour plus de 60 ans (**Ahmed et al, 1995**).

Le palmier est une composante essentielle de l'écosystème oasien (**Toutain, 1979**), grâce à sa remarquable adaptation aux conditions climatiques, les multiples utilisations des ses produits, la haute valeur nutritive de ses fruits (**Bakkaye, 2006**) et sa morphologie favorisant d'autres cultures sous-jacentes (**El Homaizi et al., 2002**).

C'est une espèce arborescente connue pour son adaptation aux conditions climatiques trop sévères des régions chaudes et sèches (**Larbi et al., 1994**).

En général, les palmeraies algériennes sont localisées au Nord-est du Sahara au niveau des oasis où les conditions hydriques et thermiques sont favorables (**Ghazi et Sahraoui, 2005**).



**Photo 1** : *Phoenix dactylifera L* (Battesti, 2013).

### 2.1 Taxonomie :

**Linné** en **1734** dénomme le Palmier dattier par *Phoenix dactylifera L*. Selon **Djerbi (1994)**, la classification du palmier dattier était donnée comme suit :

Groupe : **Spadiciflore**

Embranchement : **Angiosperme**

Classe : **Liliopsida (Monocotylédone)**

Ordre : **Arecale (Palmale)**

Famille : **Arecaceae (Palmacée)**

Tribu : **Phoenicea**

Genre : **Phoenix**

Espèce : *Phoenix dactylifera L*.

### 3. Répartition géographique de palmier dattier

#### 3.1 Répartition géographique de palmier dattier dans le monde

Les dattes répartissent dans tout le monde par une production mondiale d'environ 7 millions de tonnes par année et à plus que doublé depuis les années 1980 et est estimées à 7,62 millions de tonnes en 2010 d'après la F.A.O (FAO, 2010) (tableau 1).

La production algérienne représente 7% de la production mondiale. Par contre elle occupe le premier rang à la variété Deglet- Nour (FAO, 2010).

**Tableau 1 : Production mondiale de dattes (FAO, 2010).**

Production de dattes en tonne (t)	
Pays /Années	2010
<b>Monde</b>	7.626.447.60
<b>Afrique</b>	3012389.00
Algérie	710000.00
Egypte	1.352.950.00
Libye	161.000.00
Niger	39.684.00
Maroc	119.360.00
Soudan	431.000.00
Tunisie	145.000.00
<b>Asie</b>	4567126.60
Iran	1.023.130.00
Irak	566.829.00
Arabie Saoudite	1.078.300.00
Emirats arabes	775.000.00
<b>Amérique</b>	30.811.00
Mexique	4.150.00

L'Asie est en première position avec 60 millions de palmiers dattiers (Arabie saoudite, Bahreïn, Émirats arabes unis, Iran, l'Irak, le Koweït, Oman, Pakistan, Turkménistan et Yémen), tandis que l'Afrique est en deuxième position avec 32,5 millions de palmiers dattiers (Algérie, Égypte, Libye, Mali, Maroc, Mauritanie, Niger, Somalie, Soudan, Tchad et Tunisie) (FAO, 2013) (figure 1).

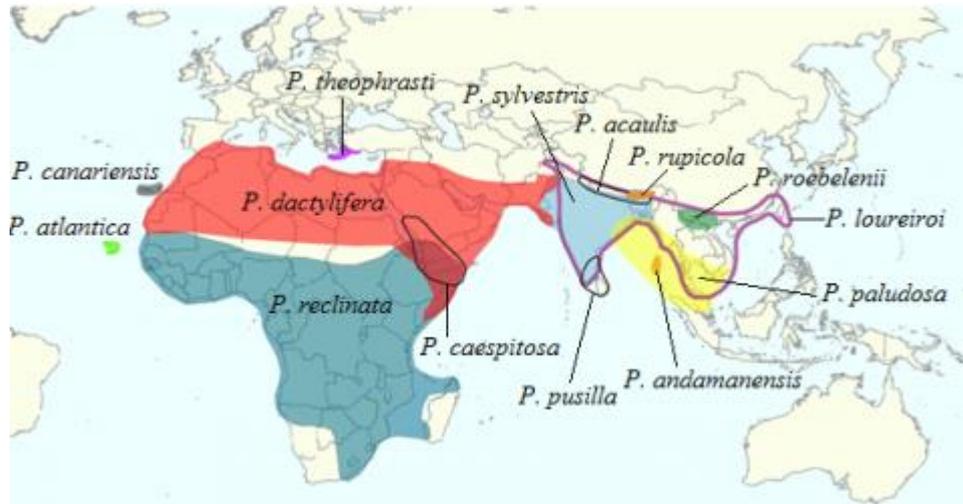


Figure 4: Carte de répartition du genre Phoenix (Gros-Balthazard et al., 2013).

### 3.2 Répartition géographique de palmier dattier en Algérie

La palmeraie est concentrée dans les régions saharienne de pays; Principalement au sud-est plus qu'à l'ouest et au sud. Il est situé comme suit (photo 2):

67% de la palmeraie algérienne dans le sud-est (El Oued, Ouargla et Biskra).

21% de palmeraie algérienne dans le sud-ouest (Adrar et Bechar).

10% l'extrême Sud (Ghardaïa, Tamanrasset, Illizi et Tindouf) et 2% de la palmeraie dans d'autres régions. (Messar, 1996).

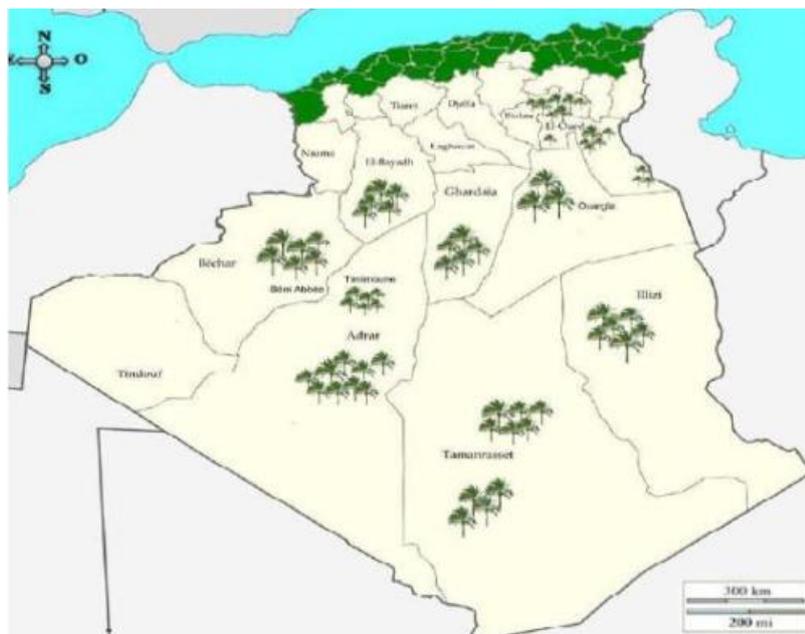


Photo 2 : Distribution géographique du palmier dattier dans Algérie (Espiard, 2002).

Le Tableau 2 présente le nombre de palmiers dattiers en Algérie. Ces chiffres témoignent de la richesse et de l'importance de la culture des palmiers dattiers dans le pays. Selon les données recueillies, l'Algérie compte un nombre significatif de palmiers dattiers, ce qui témoigne de son potentiel en matière de production de dattes.

**Tableau 2:** Nombre de palmiers dattiers en Algérie (**Direction des Statistiques Agricoles et des Systèmes d'Information, 2016**).

Wilaya	nombre de palmiers dattiers
1- ADRAR	3 798 965
3 -LAGHOUAT	33 676
5 -BATNA	26 492
7 -BISKRA	4 336 358
8 -BECHAR	1 639 862
11 -TAMANRASSET	688 947
12 -TEBESSA	61 800
17 -DJELFA	10 100
28-M'SILA	0
30 -OUARGLA	2 590 185
32 -EL-BAYADH	47 700
33 -ILLIZI	129 103
37 -TINDOUF	45 206
39 -EL-OUED	3 835 630
40 -KHENCHELA	130 842
45 -NAAMA	43 900
47 -GHARDAIA	1 262 510
TOTAL ALGERIE	18 681 276

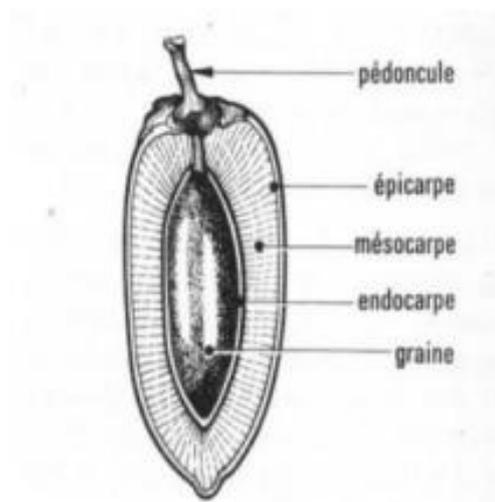
## 4. Les dattes

### 4.1 Définition

Selon **Espiard (2002)**, les dattes sont le fruit du palmier dattier, est une baie appelée « Datte, Tmar en arabe». Elle est composée d'un noyau ayant une consistance dure, entouré de chair.

La partie comestible de la datte, dite chair ou pulpe, est constituée de (Figure 2) :

- Un péricarpe ou enveloppe cellulosique fine dénommée peau ;
- Un mésocarpe généralement charnu, de consistance variable selon sa teneur en sucre et est de couleur soutenue ;
- Un endocarpe de teinte plus claire et de texture fibreuse, parfois réduit à une membrane parcheminée entourant le noyau (**Espiard, 2002**).



**Figure 5 :** Coupe longitudinale d'une datte (**Richarde, 1972**).

Elles sont des forme allongée, oblongue ou ovoïde généralement, mais on rencontre des dattes sphériques aussi. Les dimensions de la datte sont de 2 à 8 cm de longueur et d'un poids de 2 à 8 grammes selon les variétés. Leur couleur va du blanc jaunâtre (DEGLA BEIDA) ou noir (TANTBOUCHET), en passant par les couleurs ambre (GHARS), rouge (HMIRA), beige à marron foncé (DEGLET TALMINE ou DEGLET DJEDIR) (**Djerbi, 1994**).

Elle présente une richesse notable en termes de compositions biochimiques, telles que:

- 1- Les sucres totaux et réducteurs : le saccharose, le glucose et le fructose (**Acourene et Tama, 1997**).
- 2- Les Pigments : caroténoïdes, anthocyanines, flavones, flavonols (**Boudries H, 2007**).
- 3- Les fibres : la pectine, la cellulose, l'hémicellulose et la lignine (**Benchabane, 1996**).
- 4- Les enzymes : les polygalacturonases et pectinesterases, les polyphénoloxydases et les peroxydases (**Boudries H, 2007**).

### 4.2 Classification des dattes

Les dattes sont réparties en trois catégories selon **Espiard, (2002)** :

1. Les dattes molles : elles sont à base de sucres invertis (fructose, glucose) et le taux d'humidité supérieur à 30%, telle que : Litima ; Ghars.

2. Les dattes demi- molles: 20 à 30% d'humidité: Deglet-Nour, Hamraia.
3. Les dattes sèches: Elles Sont de texture farineuse, riche en saccharose, dures, avec moins de 20% d'humidité. comme : Mech-Degla, Degla-Beida.

### 4.3 Les variétés de dattes

Les variétés de dattes sont très nombreuses. Il existe plus de 800 variétés de ces fruits en Algérie Avec plus de 18 millions de palmiers (**Benziouche, 2017**). Les Principales variétés sont : Deglet -Nour, Ghars, Mech-Degla, Tafezouine, Degla Beida.

#### 4.3.1. *DEGLET NOUR*

Elle a une forme ovoïde avec une couleur marron claire et texture moelleuse (photo 3).elle existe dans toutes les palmeraies du Sud-est (Bas Sahara); c'est hautement apprécié dans l'Algérie, très demandée par les pays européens et aux USA (**Dakhia et Djoudi, 2014**).



**Photo 3: DEGLET NOUR (Dakhia et Djoudi, 2014).**

#### 4.3.2. *DEGLET BEIDA*

Elle a une forme sub-cylindrique par une couleur jaune ou jaune orangé et texture farineuse (photo 4). Elle existe dans toutes les palmeraies du Sud-est (Bas Sahara); c'est très appréciée dans l'Algérie et très demandée par les pays du Sahel (**Dakhia et Djoudi, 2014**).



**Photo 4 : DEGLET BEIDA (Dakhia et Djoudi, 2014).**

### **4.3.3. HMIRA**

Elle a une forme sub-cylindrique par une couleur marron rougeâtre (photo 5). Elle existe dans Bechar, Adrar, Tindouf ; c'est appréciée dans l'Algérie et très demandée par les pays du Sahel (Dakhia et Djoudi, 2014).



**Photo 5 : HMIRA (Dakhia et Djoudi, 2014).**

### **4.3.1. GHARS**

Elle a une forme cylindrique par une couleur ambrée et texture fibreuse (photo 6) (Dakhia et Djoudi, 2014). Elle existe dans toutes les palmeraies du Sud-est (Bas Sahara) et elle est assez appréciée localement.



**Photo 6 : GHARS (Dakhia et Djoudi, 2014).**

#### **4.4 Utilisation thérapeutique et médicinale de dattes**

Les dattes sont utilisées dans divers systèmes de médecine traditionnelle depuis l'Antiquité. Une étude ethnopharmacologique a montré que ces dattes étaient traditionnellement utilisées pour traiter l'hypertension et le diabète (**Baliga et al., 2011**). Ils ont aussi des propriétés anticancéreuses, antioxydants, protection du foie, hypoglycémiant, antihypertenseur, anti-inflammatoire, etc. (**Ali et al., 2019**). En plus, ils augmentent le niveau d'œstrogène, de testostérone, d'Hémoglobine et les globules rouges. Il peut aussi guérir l'hémotoxicité induite par le plomb, l'infertilité masculine et féminine.

#### **5. Noyaux de dattes**

Les noyaux de dattes (ND) sont des déchets de nombreuses industries de transformation (**Djerbi, 1994**). Dans la plupart des pays producteurs de dattes, les noyaux de dattes sont jetés ou incorporés dans l'alimentation animale. En dehors de quelques applications traditionnelles, leur utilisation en alimentation humaine reste peu explorée (**Lecheb, 2010 ; Khali et al., 2015**).

### 5.1. Définition et description de noyaux de dattes

Les noyaux de dattes (ou graines) sont allongés et de taille variable. Ils pèsent environ un gramme en moyenne et représentent 7 à 30 % du poids d'une datte. ( **Acourene et Tama, 1997**) Le noyau de datte est constitué d'un albumen corné d'une consistance dure et est protégé par une enveloppe cellulosique (figure 3) (**Khali et al., 2015; Adrar, 2016**).

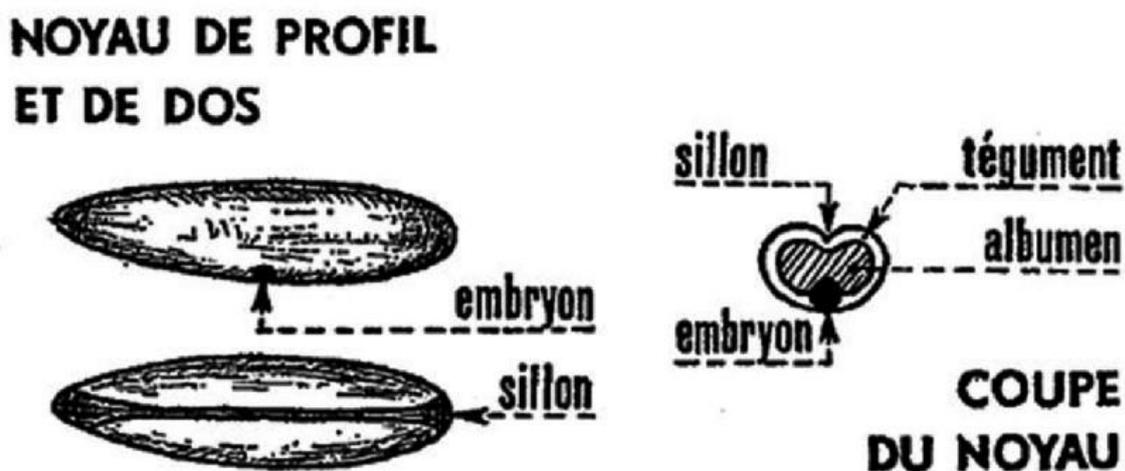


Figure 3 : Noyau de dattes du palmier dattier (**Munier, 1973**).

### 5.2. La composition biochimique de noyaux de dattes

Des travaux de recherche sur la composition de certaines variétés de dattes d'Arabie Saoudite ont montré la présence de protéines, de glucides, de lipides et de minéraux (K, P, Ca, Na, Fe, Mn, Zn, Cu) (**Ben Abes, 2011; Besbes et al., 2005**), plus de l'eau, les cendres et les acides gras, tels que l'acide oléique, palmique, laurique, linoléique et palmitique (tableau 3 et 4).

Tableau 3 : Les nutriments contenus dans le noyau de datte (**Elbaker, 1972**).

Composant dans ND	Glucides	Lipides	Protéines	Fibre	Eau	Cendre
Teneur en %	62,5	8,49	5,22	16,22	6,5	1,12

**Tableau 4 :** Les sels minéraux contenus dans le noyau (Munier, 1973).

Élément	Teneur en mg/100g de noyau de datte	Élément	Teneur en mg/100g de noyau de datte
Sodium	4-5	Potassium	625-750
Fer	1.3-3	Chlorure	60-68
Cuivres	0,15-2,3	Phosphore	55-76
Brome	2,36-3,24	Magnésium	50-60
Calcium	160-270	Sulfate	43-52

### 5.3. Utilisation des noyaux de dattes

#### *5.3.1. Alimentation animale*

La poudre du noyau de dattes est additionnée à l'alimentation de bétail (bovin, mouton, chameaux, et les volailles) (Jassim et Naji, 2007) et l'alimentation des poissons (Osman et al., 1999) pour augmenter le taux des œstrogènes et/ou testostérones dans le plasma.

#### *5.3.2. Fabrication de charbon actif*

Les précurseurs du charbon peuvent être d'origine botanique (les noyaux de), minérale (charbon) ou issus de matériaux polymères (caoutchouc) (Banat F et al, 2003). Alors que les déchets agricoles lignocellulosiques (substances organiques et inorganiques) contiennent des valeurs élevées en carbone sont considérés comme une bonne source de production du charbon actif (Haimour et Emeish, 2006).

Selon Addoun et al, (2000) les résultats obtenus montrent que la carbonisation des noyaux de dattes peut conduire à la production de charbon actif, qui peut avoir diverses applications : épuration des gaz, élimination des phénols, traitement des eaux usées et pharmacologie (Alhamed, 2009 ; Bouchelta et al., 2008).

Le charbon actif produit à partir de noyaux de datte a une capacité d'adsorption élevée et peut éliminer le chrome (Cr) toxique de différentes solutions en raison de ses propriétés physico-chimiques (El Nemr et al., 2008).

### 5.2.3. Autres utilisations

Les noyaux peuvent produire de l'acide citrique et des protéines à l'aide des microorganismes suivants : *Candida lipolytica*, *Aspergillus oryzae* et *Candida utilis* (**Jassim et Naji, 2007**).

D'après **Rahman et al, (2007)**, le noyau de dattes torréfié est peut être additionné à une boisson traditionnelle décaféinée qui peut substituer le café quand la caféine est une contrariété. La poudre de noyaux de dattes torréfiées est également mélangée à du café moulu pour servir de boisson chaude, ce qui aide à réduire la caféine (**Rahman et al., 2007**).

## 6. l'huile de noyaux de dattes

Les données de la littérature confirment que l'huile de noyaux de dattes (HND) est une source intéressante de nutriments importants qui ont un effet très positif sur la santé humaine (**Jimenez-Araujo, 2020**). Cette huile est riche en composés phénoliques, tocophérols, phytostérols, vitamines, minéraux et acides gras.

### 6.1 La composition chimique d'huile de noyaux de dattes

#### 6.1.1 Composition en acide gras

Selon le type de noyaux, il existe deux formes des acides gras saturée et insaturée. **Al-Shahib et Marshall (2003)** ont étudié quatorze (14) variétés de dattes et ont montré que 14 AG pouvaient être présentes dans l'huile de noyau de datte, alors que seulement huit (8) ont été trouvés dans la pulpe de dattes. **Fayadh et Al-Showiming (1990)**, **Al-Hooti et al., (1998)**, **Al-shahib et Marshall (2003)** et **Besbes et al., (2004a)** ont été signalé des niveaux élevés d'acide oléique (41,1 - 58,8 g/100 g) dans 20 espèces de dattes.

#### 6.1.2 Composés en antioxydants naturels

Selon les recherches menées par **Besbes et al. (2007)**, les auteurs suggèrent d'utiliser l'huile extraite des noyaux de datte comme une source abondante d'antioxydants naturels, tels que les polyphénols, les stérols, les tocophérols et les caroténoïdes.

### 6.2 Utilisation d'huile de noyaux de dattes (HND)

Il existe plusieurs applications pour l'HDN :

### ***6.2.1 Dans les applications cosmétiques***

Selon **Najjar Z. (2020)**, il est envisageable d'intégrer de l'huile de noyaux de datte dans la composition des crèmes cosmétiques de soin.-Elle utilisé à la protection de l'épiderme de la peau contre les effets d'Uva et UVb de soleil (**Jemni, 2019**).

### ***6.2.2 Dans les applications pétrochimiques***

L'huile de noyaux de datte a été utilisée dans la production de biodiesel, et des études ont montré que les biodiesels produits répondent aux limites fixées par les normes réglementaires en termes de qualité. (**Najjar, 2020**).

### ***6.2.3 Dans les applications alimentaires***

L'huile de noyaux de datte peut être utilisée pour la cuisson, la friture, l'assaisonnement, ainsi que comme substitut de l'huile de maïs dans la fabrication de la mayonnaise. De plus, elle peut être employée comme une alternative à l'oléine de palme dans la production de margarine (**Najjar, 2020**).

### ***6.2.4 Dans une autre étude***

L'huile de noyaux de datte a été utilisée comme source de carbone pour favoriser la croissance de *Cupriavidus necator* dans le but de produire du poly(3)-hydrox butyrate, un polymère biodégradable (**Jemni, 2019**).

# La partie pratique



### 1. Matériel végétal

#### 1.1 Choix des variétés

Les noyaux étudiés proviennent de la variété de datte HMIRA récolté à Adrar, en 2020.

Nous avons choisi cette variété pour des certaines critères :

- Les noyaux de dattes sont des déchets non valorisé.
- L'abondance de cette variété.

#### 1.2. Préparation de matière végétale

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

**Dénoyautage :** La séparation de pulpe et noyau se fait aux mains.

**Lavage :** Les noyaux sont lavés pour se débarrasser des particules étrangères et enlever les traces de pulpe par l'eau chaude.

**Séchage :** Après lavage, les noyaux sont séchés à l'air libre pendant 24 heures afin de préparer au broyage.

**Broyage :** Le broyage a été réalisé au moyen d'un broyeur à meules afin d'avoir de petits fragments qui sont à leur tour broyés à l'aide d'un mixeur électrique.

**Tamissage :** La poudre est tamisée pour éliminer les gros morceaux et obtenir une poudre homogène et fine.

### 2. Méthodes d'analyses

#### 2.1. Détermination de l'humidité

##### 2.1.1. Principe

La teneur en eau est mesurée par la dessiccation de l'échantillon dans une étuve ventilée jusqu'à poids constant à 103°C.

### 2.1.2. Mode opératoire

La teneur en eau de l'échantillon est déterminée suivant la norme **AFNOR NF V 03-921** :

- Peser la capsule vide (sans poudre de noyau).
- Peser la capsule après l'ajout de 2g de poudre de ND.
- la prise d'essai est séchée dans une étuve portée à la température de 103°C, pendant 3 heures (photo 7).
- Placer dans le dessiccateur (photo 8), jusqu'à l'obtention d'un poids constant.
- Peser ensuite la poudre séchée pour première fois et noter la valeur.
- Mettre la capsule encore fois pendant 30 min et peser pour la deuxième fois après noter la valeur.



**Photo 7** : l'étuve.



**Photo 8** : refroidissement dans le dessiccateur.

### 2.1.3. Expression des résultats

Calculer la teneur en eau, de l'humidité  $H(\%)$  selon la formule suivante :

$$H(\%) = ((M1-M2) / P) \times 100$$

Avec :

**H%** : le taux d'humidité ; **M1** : masse de capsule et d'échantillon fraîche avant séchage (g) ;

**M1** : masse de capsule et d'échantillon après séchage (g) ; **P**: la prise d'essai.

### 2.2. L'extraction de l'huile de noyau de datte (HND)

L'extraction de l'HND se fait par la méthode de Soxhlet.

#### 2.2.1. Principe

C'est une méthode classique et aussi une extraction solide-liquide continue. Elle consiste à faire passer lentement un solvant à travers une couche de substance finement pulvérisée, habituellement contenue dans une cartouche de papier filtre à placer dans un extracteur (photo 9). Le solvant va se charger en molécules, avant d'être envoyé au concentrateur pour y être distillé à pression atmosphérique et ça grâce à des lavages successifs (Lucchesi, 2005).

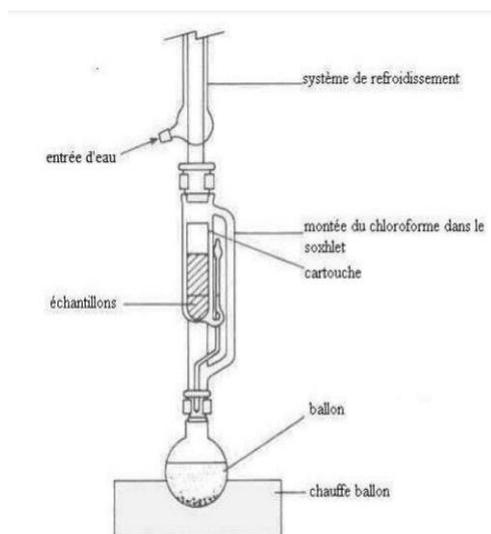


Photo 9 : Appareil de soxhlet (Samir, 2009).

### 2.2.2. Mode opératoire

400 ml d'hexane ont été versés dans un ballon, 80g de broyat ont été introduire dans la cartouche de papier filtre puis on place le à l'intérieur de l'appareil soxhlet (photo 10). Quand le ballon chauffe, le solvant se vaporise et passe par le tube d'adduction où il est condensé par le réfrigérant puis déversé dans la cartouche pour solubiliser le produit que l'on cherche à extraire du solide. Lorsque l'appareil soxhlet est plein la solution siphonne et retourne dans le ballon. Le solvant se concentre en produit recherché, alors que le solide de départ s'en appauvrit. Ce cycle se répète jusqu'à l'épuisement et la solution devient jaune (5 à 6 heures). Après, Le contenu du ballon (solvant plus matières solubilisées) est traité par l'évaporateur rotatif (photo 10) pour éliminer le solvant (hexane) et le résidu est pesé pour quantifier la masse d'extrait total (photo 11).



**Photo 10** : l'évaporateur rotatif.



**Photo 11** : l'huile de noyau de datte.

### 2.3. Calcule de rendement

Le rendement de l'huile est le rapport entre la masse de l'huile extraite et la masse de la matière végétale utilisée. Le rendement est exprimé en pourcentage (%) est calculé par la formule suivante :

$$R = \frac{M2 - M1}{M3} \times 100\%$$

Avec :

**M1** : La masse du ballon vide (g) ; **M2** : la masse du ballon avec l'huile extraite (g) ; **M3** : la masse de matière végétale (g).

### 3. Analyses physico-chimiques de l'huile du noyau de dattes

Les analyses de l'huile extraite examinées sont : Indice d'acide, Indice d'iode, Indice de saponification, Indice de peroxyde, Indice d'ester, Indice de réfraction, la densité, Absorbance dans ultra-violet, le pouvoir calorique et le taux d'impureté.

#### 3.1. ANALYSES CHIMIQUES

##### 3.1.1. Indice de l'acide

**Définition** : L'indice d'acide (IA) correspond au nombre de mg d'hydroxyde de potassium nécessaires pour neutraliser les acides gras libres présents dans 1 g de corps gras. IA s'exprime en mg/g.

L'acidité correspond à la teneur en acides gras libres. Elle s'exprime en pourcentage en masse et est fréquemment basée sur la teneur en acide oléique (AO).

**Principe** : La détermination de l'indice d'acide et de l'acidité repose sur la mise en solution de la matière grasse dans un solvant (éthanol), puis titrage des acides présents avec une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium. L'acidité est mesurée selon la norme Organisation Internationale de Normalisation (**ISO 660, 1996**).

#### Mode opératoire

- mettre 1g de l'huile d'HMIRA avec 5 ml d'éthanol mesurer par éprouvette de 10ml ;
- ajouter quelques gouttes de phénolphtaléine à 2% ;
- Titrer par KOH (0,1M) jusqu'à le changement de la coloration jaune et l'obtenu de la couleur rose ;
- Lire le volume sur la burette lors le changement de la couleur jaune et l'obtenu de la couleur rose;
- On réalise un témoin (5 ml d'éthanol et quelques gouttes de phénolphtaléine à 2%.) dans les mêmes conditions de l'échantillon pour déterminer le volume  $V_0$  de titrage.

### Expression des résultats

L'indice d'acide est donné par la formule suivante :

$$IA = (V \times 56,11 \times N)/P$$

Avec :

**IA** : indice d'acide (mg de KOH/g d'huile) ; **V** : volume de KOH de titrage pour l'huile ; **N** : La normalité de la KOH ; **P** : La masse de la prise d'essai ; **56,11** : Le nombre de mg de potasse équivalent à 1 ml de soude à 0,1 N.

Et on aussi l'acidité qu'est donné par la formule suivante :

$$A(\%) = \frac{N \times V \times 282,5}{1000 \times P} \times 100$$

Avec :

**N** : La normalité de la KOH ; **V** : volume de KOH de titrage pour l'huile ; **P** : La masse de la prise d'essai ; **282,5** : masse molaire de l'acide oléique ; Les résultats obtenus sont exprimés en g d'acide d'oléique/100 g d'huile.

### 3.1.2. L'indice d'iode

#### Définition

L'indice d'iode (II) correspond au nombre de g d'iode fixé sur les insaturations des acides gras contenus dans 100 g de corps gras. C'est sur sa valeur que repose l'importante division des huiles végétales en huiles siccatives, mi- siccatives et non-siccatives. En classant les huiles comme suit (**Marcusson et Jouve, 1929**):

- II est de 130 à 200 : huiles siccatives.
- De 95 à 130 : huiles semi- siccatives.
- Inferieur a 95 : huiles non siccatives.

#### Principe

La détermination de l'indice d'iode repose sur la mise en solution de la matière grasse dans un solvant (cyclohexane/acide acétique glacial) et addition du réactif de Wijis (chlorure

d'iode). Après un temps donné, il y a addition d'iodure de potassium et d'eau, puis titrage de l'iode libéré par une solution de thiosulfate de sodium.

### Mode opératoire (JO n° 9, 2013)

- Mettre 0,2g de l'huile avec 20 ml de cyclohexane et 20ml de Wijjs et mettre tout à l'abri de lumière.
- Après, ajouter 100 ml d'eau distillée (on remarque la séparation des phases).
- Ajouter 20 ml de KI (10%) et agiter.
- Titrer par  $\text{Na}_2\text{O}_3\text{S}_2$  (0,2N) jusqu'à la disparition de la couleur (phase blanc et l'autre transparente).
- On réalise un témoin dans les mêmes conditions de l'échantillon pour déterminer le volume  $V_0$  de titrage.

### Expression des résultats

$$II = 12,7 \times \frac{C_{\text{Na}_2\text{O}_3\text{S}_2}}{m} \times (V_0 - V_1)$$

Avec :

**II** : indice d'iode ; **m** : la masse d'huile ; **V0** : volume de  $\text{Na}_2\text{O}_3\text{S}_2$  de titrage pour le blanc ;  
**V1** : volume de  $\text{Na}_2\text{O}_3\text{S}_2$  de titrage pour l'huile.

### 3.1.3. L'indice de saponification

#### Définition

L'indice de saponification (IS) est la quantité d'hydroxyde de potassium, exprimée en milligrammes, nécessaire pour saponifier 1 g de corps gras. La plupart des huiles végétales ayant un indice compris entre 190 et 200 (**Scheidecker, Marcusson et Jouve, 1929**). Cet indice est déterminé suivant la norme **NF EN ISO 3657**.

#### Principe

Selon la norme **NFT 60 206 (AFNOR, 1981)**, la prise d'essai est soumise à une ébullition à reflux avec une solution d'hydroxyde de potassium puis titrée par l'acide chlorhydrique (HCL) en présence d'un indicateur coloré (phénolphtaléine).

### Mode opératoire

- peser 0,5g de l'huile de HMIRA dans un ballon de 500 ml ;
- Ajouter 25 ml de KOH (0,5M) ;
- Mettre le ballon sur l'appareil de reflux pendant 1 heure;
- Après, Refroidir le ballon et ajouter 2 gouttes de phénolphtaléine;
- Titrer par HCL (0,5M) jusqu'à la disparition de la couleur rose et retourner à la couleur initiale ;
- On réalise un témoin dans les mêmes conditions de l'échantillon pour déterminer le volume  $V_0$  de titrage.

### Expression des résultats

$$IS = \frac{V_0 - V_1}{P} \times N \times M$$

Avec :

**V0** : volume de HCL de titrage pour le blanc ; **V1** : volume de HCL de titrage pour l'huile; **N** : la normalité de KOH; **M** : la masse molaire de KOH (56,11) ; **P** : La masse de la prise d'essai

#### 3.1.4. L'indice de peroxyde

##### Définition

C'est la quantité de peroxyde présent dans l'échantillon, exprimée en milliéquivalents d'oxygène actif contenu dans un kilogramme de produit, oxydant l'iodure de potassium avec libération d'iode titré, celui-ci par le thiosulfate de sodium  $Na_2S_2O_3$ . Ce paramètre nous renseigne sur le degré d'oxydation des huiles.

L'indice de peroxyde nous permet d'évaluer l'état de fraîcheur de l'huile. Il est mesuré selon la norme : **(CACQE N° 11 .95.04 REV 0)**.

##### Principe

La détermination de l'indice de peroxyde repose sur la mise en solution de la matière grasse dans un solvant (isooctane/acide acétique glacial) et addition d'iodure de potassium. La diode ainsi produit est titré par une solution de thiosulfate de sodium.

### Mode opératoire A.O.C.S (8-53/1992)

- Peser 2g l'huile dans un ballon de 250ml ;
- Ajouter 10ml de chloroforme et 15ml d'acide acétique ;
- Introduire 1 ml de solution de KI (iodure de potassium) saturé puis fermer le ballon et bien agiter pendant 1 minute ;
- Laisser à l'abri de la lumière durant 5 minutes ;
- Ajouter 75 ml d'eau distillée et quelques gouttes d'empois d'amidon à 0,5 % comme indicateur de couleur ;
- Titrer l'iode libéré avec une solution de thiosulfate ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) à 0,002 N, jusqu'à disparition de la couleur noir bleutée, en parallèle effectuer un essai à blanc.

### Expression des résultats

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

$$\text{IP} = \text{N} \times (\text{V}_1 - \text{V}_0) \times 100/\text{m}$$

**IP:** Indice de peroxyde (meq/Kg) ; **V<sub>0</sub>:** Volume de la solution de thiosulfate de sodium pour l'essai à blanc ; **V<sub>1</sub>:** Volume de thiosulfate de sodium utilisé (ml) ; **N:** Normalité de la solution  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  à 0,002N.

### 3.1.5. L'indice d'ester

#### Définition

L'indice d'ester (IE) est la quantité de potassium exprimée en mg, nécessaire pour saponifier 1 g de matière grasse, en considérant que l'acidité résiduelle (IA) a été éliminée.

L'indice de saponification (IS) correspond à la quantité de potasse, exprimée en mg, nécessaire pour saponifier (à chaud) 1 g de matière grasse composée d'esters d'acides gras.

#### Expression des résultats

$$\text{IE} = \text{IS} - \text{IA}$$

Avec :

**IE** : indice d'ester ; **IS** : indice de saponification ; **IA** : indice d'acide

### 3.2. Analyse physique

#### 3.2.1. La densité

##### Principe

Le principe est basé sur la mesure de la masse, à la température ambiante, le flacon utilisé s'appelle un pycnomètre. Il est constitué d'un petit ballon sur lequel vient s'adapter un bouchon rôdé creux surmonté d'un tube capillaire et d'une ampoule de garde.

##### Expression des résultats

La densité est donnée par la formule suivante :

$$d = \frac{M_h - M_v}{M_e - M_v}$$

Avec :

**M<sub>h</sub>** : La masse du pycnomètre rempli d'huile jusqu'au trait de jauge « en gramme » ; **M<sub>e</sub>** : La masse du pycnomètre rempli d'eau jusqu'au trait de jauge « en gramme » ; **M<sub>v</sub>** : La masse du pycnomètre vide « en gramme ».

#### 3.2.2. Indice de réfraction

L'indice de réfraction d'un milieu transparent et homogène est le rapport de la vitesse de la lumière du vide sur la vitesse de la lumière dans le milieu étudié.

##### Principe

Les mesures sont effectuées au réfractomètre d'ABBE, à une température de 20°C, puis de 40°C. La méthode suivie est celle décrite dans la norme **AFNOR T 60-212**.

### Mode opératoire

- Après nettoyage de l'appareil (photo 12), placer 2 ou 3 gouttes d'huile au milieu du prisme.
- Regarder dans l'oculaire et la mesure se fait en tournant les boutons de réglage
- l'indice de réfraction pour but d'amener les zones sombres et éclairées au centre du réticule.
- Finalement, noter la valeur de l'indice et la température de mesure.



Photo 12 : Réfractomètre.

### Expression des résultats

Il est donné par la formule suivante :

$$Ndt^{20} = Ndt + 0,00035 \times (T - 20)$$

Avec :

**Ndt<sup>20</sup>** : la valeur de l'indice de réfraction dans la température 20°C ; **Ndt** : la valeur de l'indice de réfraction ; **T** : la température de l'HND.

### 3.2.3. Absorbance dans ultra-violet

Les méthodes UV reposent sur la détermination des coefficients d'extinction E1% 1cm (photo 13).

### Principe

L'absorbance à 232 nm et 270 nm d'un corps gras renseigne sur la présence de système diéniques (hydro-péroxydes) et triéniques conjugués (aldéhydes, cétones, ...). Le taux de ces substances, exprimé comme extinction spécifique, est déterminé selon la méthode décrite par le **COI, (1996)**.

### Mode opératoire

- Peser 0,1g de l'huile dans un tube à centrifuger de 15 ml, et le remplir par 10 ml du cyclohexane.
- Remplir les cuves ayant un chemin optique de 1 cm.

### Expression des résultats

L'absorbance spécifique d'une solution à la concentration de 1%, mesurée en utilisant un parcours optique de 1 cm à une longueur d'onde  $\lambda$ , est donnée par la formule :

$$E = (A(\lambda)/C) \times d$$

Avec :

**E**: extinction spécifique ; **A( $\lambda$ )** : densité optique à la longueur d'onde  $\lambda$  nm ; **C** : Concentration de la solution à analyser en g/100 ml ; **d** : Epaisseur de la cuve en cm.



**photo 13** : spectrophotomètre UV-visible.

### 3.2.4. Détermination des teneurs en chlorophylles a et b, et en caroténoïdes totaux

Le dosage des pigments a été faite par la méthode spectroscopique UV-Visible (Lichtenthaler et Wellburn, 1985; Wellburn, 1994; Costache et al., 2012). La solution a été préparée en introduisant 0.1g dans 10 mL d'Acétone 100%. Le mélange obtenu a été bien agité au Vortex, ainsi la solution a été faite aux quatre différentes longueurs d'ondes suivantes :  $\lambda_1 = 470 \text{ nm}$  ;  $\lambda_2 = 645 \text{ nm}$  ;  $\lambda_3 = 662 \text{ nm}$  et  $\lambda_4 = 670 \text{ nm}$ .

#### Expression des résultats

Les teneurs en chlorophylle a ( $C_{[a]}$ ), en chlorophylle b ( $C_{[b]}$ ) et en caroténoïdes totaux ( $C_{[x+c]}$ ) ont été déterminées à l'aide des trois formules trichromatiques de Mackiney (Costache et al., 2012) suivantes :

$$C[a] = 11,75A_{662} - 2,35A_{645}$$

$$C[b] = 18,61A_{645} - 3,96A_{662}$$

$$C[x+c] = (1000A_{470} - 2,27C_{[a]} - 81,4C_{[b]})/227.$$

Avec :

**C[a]** : teneur de chlorophylle a ; **C[b]** : teneur de chlorophylle b ; **C[x+c]** : teneur de caroténoïdes totaux ; **A** : l'absorbance en différentes longueurs d'ondes ; Les résultats obtenus sont exprimés en  $\mu\text{g/g}$  d'huile.

### 3.2.5. Le taux d'impureté

L'altération des corps gras peut être estimée par le calcul du pourcentage d'impuretés (Ras El Maa et Taïbi, 2018).

#### Expression des résultats

$$\% \text{ d'impureté} = (IA/IS) \times 100$$

Avec :

**% d'impureté** : le taux d'impureté ; **IS** : Indice de saponification ; **IA** : Indice d'acide.

### 3.2.6. Le pouvoir calorifique

Le pouvoir calorifique est l'énergie libérée au cours de la combustion d'un combustible dans un milieu en excès d'oxygène (Khiari, 2016).

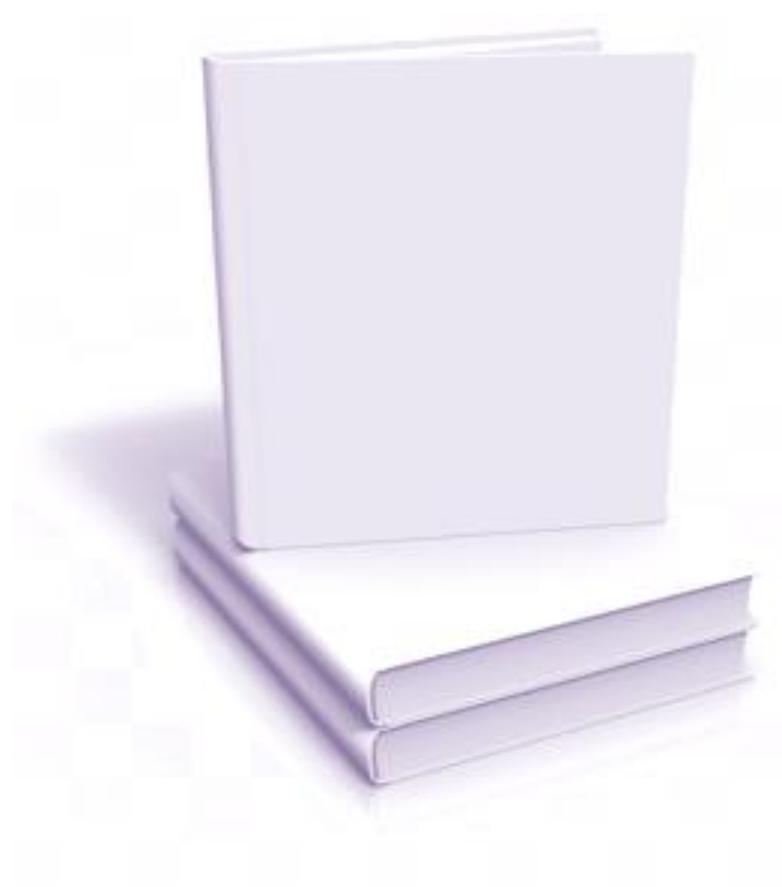
**Expression des résultats :**

$$PC = 47645 - 4,187 \times II - 38,31 \times IS$$

Avec :

**PC** : Le pouvoir calorifique (**kJ/Kg**) ; **II** : Indice d'iode ; **IS** : indice de saponification.

# Résultats et Discussions



## Résultats et Discussions

### 1. les indices biochimiques de la poudre des noyaux de dattes

#### 1.1. L'humidité

Le taux d'humidité de la poudre des noyaux de dattes est de **10,6 %**. Cette valeur se situe dans la plage normale de **10 à 10,7 %** mentionnée par **Munier (1973)**.

Par contre, notre valeur est supérieure à celle trouvée par **Al-Farsi et al, (2007)**, qui est de **4,4%** pour la variété Um-sallah, **3,14%** pour la variété « Mabseli » et **5,19%** pour la variété « Shahal».

L'étude de **Khali et al, (2015)** sur l'huile de quatre variétés de dattes cultivées dans les régions de Biskra et Ouargla (sud-est algérien) a donné des résultats qu'est indiqué dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 5** : le taux d'humidité d'huile de quatre variétés de dattes cultivées dans les régions de Biskra et Ouargla (sud-est algérien) (**Khali et al., 2015**).

La variété de datte	Deglet Nour	Degla Baida	Ghars	Hamraya
le taux d'humidité (%)	<b>8,08</b>	<b>6,37</b>	<b>12,42</b>	<b>6,79</b>

Il est intéressant de constater que parmi les quatre variétés de dattes étudiées par **Khali et al. (2015)**, la variété « Ghars » présente le taux d'humidité le plus élevé avec **12,42 %**, tandis que la variété « Degla-Baida » présente le taux d'humidité le plus faible avec **6,37 %**.

Le taux d'humidité du ND est en effet un indicateur important de la stabilité du produit pendant la conservation. Une humidité élevée peut favoriser la croissance de microorganismes et augmenter les risques d'altération du produit, tels que la formation de moisissures.

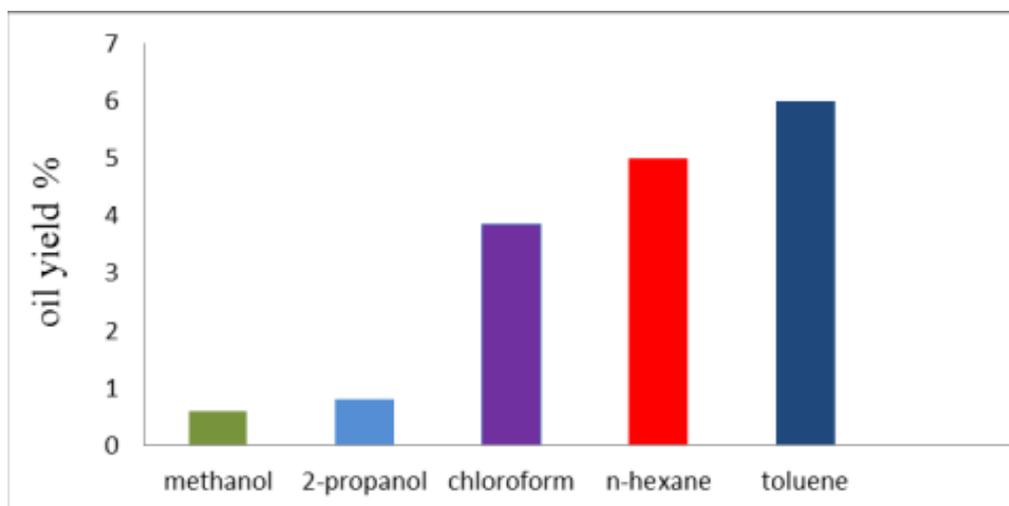
#### 1.2. Rendement de l'extraction :

L'extraction de l'huile à partir des noyaux de dattes de la variété d'HMIRA a été réalisée en utilisant la méthode solide-liquide, connue sous le nom de méthode de Soxhlet, en

utilisant l'hexane pendant 6h. Cette méthode est la plus couramment utilisée pour l'extraction des matières grasses, car elle permet une bonne récupération de l'analyte. L'hexane a été choisi comme solvant en raison de ses propriétés apolaires qui lui confèrent une grande affinité pour les lipides.

Pour 80 g de matière végétale secs, l'extrait obtenu présente une apparence huileuse de couleur jaune foncé, avec un rendement de **9,6%**.

Ce rendement peut être comparé à celui trouvé dans une étude effectuée sur des variétés tunisiennes (Mabseli, Um-Salah et Shahal), qui est de **5-6%** (Al-Farsi et al., 2007). De plus, une étude menée par **Benmohamed (2020)** a montré un rendement de **8,8 %** en utilisant la méthode de Soxhlet avec de l'éther de pétrole, tandis qu'une extraction par presse a donné un rendement de **3,5 %** pour la variété « Deglet Nour ». Selon **Al-Sumri et al. (2016)**, l'utilisation de trois solvants (l'éthanol, le méthanol et l'acétone) par l'appareil de soxhel a donné un rendement moyen en huile d'environ **9,78 %** pour la variété « Al-Farth ». Cependant, des valeurs différentes ont été enregistrées lors de l'utilisation de l'appareil de soxhel avec différents solvants pour l'extraction de l'HND à partir de la variété « zahidi » récoltée dans les terres agricoles de la ville de Karbala, dans le sud de l'Irak) (figure 4) (**Ali et al., 2015**).



**Figure 6:** Le rendement de l'HND par différents solvants (Ali et al., 2015).

## 2. Caractéristiques physico-chimiques de l'huile de noyau de dattes

### 2.1. Analyses chimiques

L'huile de noyau de datte est soumise à des tests physico-chimiques afin de vérifier sa qualité en comparaison à la norme officielle du **Codex Alimentarius (1983)**. Les résultats obtenus lors de la détermination des caractéristiques physico-chimiques des huiles alimentaires sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau 6** : Caractéristiques chimiques des huiles.

Les caractéristiques chimiques	IA	IP	IS	II	IE	AL
Les résultats obtenus d'HND	2,244	0	190,774	43,18	188,53	1,13
Norme Codex Alimentarius (1983)	2,2 - 7,26	5,2 - 7,0	189 - 195,2	92 - 102	186 -	-

IA = Indice d'acide (mg de KOH/g d'huile) ; IP = Indice de peroxyde (m<sup>é</sup>q O<sub>2</sub>/kg) ; IS = Indice de saponification (mg KOH/g d'huile) ; IE = Indice d'ester (mg KOH/g d'huile) ; II = Indice d'iode (g I<sub>2</sub>/100 g d'huile) ; AL = Acidité libre (% acide oléique).

#### 2.1.1. Indice d'acide et l'acidité

Le résultat obtenu de l'indice d'acide de l'huile de noyau de datte, qui est **2,244 mg de KOH/g d'huile**, il est tout conforme aux normes données par **la Norme Codex Alimentarius (1983)** (tableau 6). Cela indique que cette huile de noyau de datte de variété d'HMIRA est de bonne qualité. Sachant qu'une faible valeur d'acidité caractérise la pureté et la stabilité d'une huile à la température ambiante (**Tchiégang-Meguéni, 2003**), ce critère est satisfait pour notre l'huile.

L'étude de **Soliman et al, (2015)** sur l'huile de quelques variétés de dattes cultivées en Arabie Saoudite a donné des résultats qui sont indiqués dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 7** : l'indice d'acide d'huile de quelques variétés de dattes cultivées en Arabie Saoudite (Soliman et al., 2015).

La variété de datte	Khalas	Barhy	Kadary	Segae	Succary	Sallag
L'indice d'acide	2,56	2,50	2,54	2,56	2,55	2,57

Ces valeurs concordent avec celles décrites par la Norme Codex Alimentarius (1983) et elles sont légèrement supérieure à la valeur trouvée dans notre l'huile.

L'acidité (% d'acide oléique) d'huile des noyaux de dattes est **1,13%**, cette valeur est conforme à la norme établie par le Conseil Oléicole International (COI, 2015) ( $\leq 2\%$ ).

### 2.1.2. Indice d'iode

L'indice d'iode nous renseigne sur le degré d'insaturation des acides gras contenus dans une huile donnée. Il est en rapport direct avec le degré d'oxydation d'une huile ; plus une huile est insaturée, plus son indice d'iode est plus élevé (Benmohamed, 2020).

Dans notre cas, l'indice d'iode de l'Huile obtenu est de **43,18 g I<sub>2</sub>/100 g d'huile**. Cela indique que notre huile est relativement moins insaturée, car un indice d'iode plus bas correspond à une moindre insaturation.

L'indice d'iode des huiles fraîches est compris dans l'intervalle établi par les normes du Codex Alimentarius (1983) (Tableau 6).

Selon Benmohamed (2020), il trouve l'indice d'iode d'HND de la variété de «Deglet Nour» presque **7** pour l'huile extrait par méthode de soxhlet entre **2** et **3** pour l'huile extraite par la méthode de presse.

### 2.1.3. Indice de saponification

La valeur de l'indice de saponification obtenue dans notre étude est de **190,774 mg KOH/ g d'huile**, ce qui se situe dans l'intervalle. Cela indique la richesse de notre huile en

acides gras à chaîne courte. De plus, cette valeur est conforme à la norme établie par le **Codex Alimentarius (1983)**, comme indiqué dans le tableau 6.

L'étude de **Soliman et al, (2015)** sur l'huile de quelques variétés de dattes cultivées en Arabie Saoudite a donné des résultats de l'indice de saponification qui sont indiqués dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 8 :** l'indice de saponification d'huile de quelques variétés de dattes cultivars en Arabie Saoudite (**Soliman et al., 2015**).

La variété de datte	Khalas	Barhy	Kadary	Segae	Succary	Sallag
L'indice de saponification	214	206	213	215	215	212

Les valeurs de saponification trouvées dans cette étude sont supérieures à la valeur trouvée dans notre huile. Cependant, la faible valeur de saponification indique que l'huile ne peut pas être adaptée à la fabrication de savon (**Akinhanmi et al., 2008**). Il est donc important de prendre en compte cette caractéristique lors de l'évaluation de l'huile pour des applications spécifiques, telles que la fabrication de savon.

D'après **Benrachou et al, (2010)**, la détermination de l'indice de saponification est importante puisqu'elle permet la caractérisation de la longueur moyenne des chaînes grasses auxquelles il est inversement proportionnel (plus leur indice de saponification est faible, plus le poids moléculaire d'acide gras est élevé). Cette relation est utilisée pour évaluer la composition et les propriétés des acides gras présents dans une huile ou un corps gras.

### 2.1.4 Indice de peroxyde

Quand une huile est soumise à de bonnes conditions de stockage, sa qualité peut se détériorer de diverses manières, mais le plus souvent par hydrolyse ou par oxydation. L'indice de peroxyde montre la sensibilité de l'huile à l'oxydation et qui permet d'apprécier le degré d'oxydation d'une huile.

L'indice de peroxyde obtenu pour notre HND (Tableau 6) est inférieur aux **normes du codex alimentarius (1983)**. Cela veut dire que notre huile n'est pas oxydée et est une

huile fraîche. De plus, cela suggère qu'elle a été maintenue dans de bonnes conditions de stockage, ce qui contribue à préserver sa qualité et à éviter son oxydation.

Selon **Benmohamed (2020)**, l'indice de peroxyde de la variété « Deglet Nour » est d'environ **3** pour l'huile extraite par la méthode de Soxhlet et de **1** pour l'huile extraite par la méthode de presse. Après 7 mois, cet indice augmente légèrement à **2**. Ces résultats indiquent que l'huile présente une faible teneur en peroxyde, ce qui est favorable car des niveaux élevés d'indice de peroxyde peuvent indiquer une oxydation et une détérioration de l'huile.

### 2.1.5 Indice d'ester

L'indice d'ester est calculé en soustrayant l'indice d'acide de l'indice de saponification. Il représente la quantité d'esters présents dans l'huile, ce qui est important pour évaluer sa qualité. D'après notre résultat de l'indice d'ester de **188,53**, on peut déduire que HND est conforme à la norme (tableau 6), ce qui suggère que l'huile est de bonne qualité.

## 2.2. Analyses physiques

Le tableau ci-dessous représente l'ensemble des caractères physiques de l'huile de noyau de datte de variété de l'HMIRA :

**Tableau 9** : Caractéristiques physiques des huiles.

Les caractéristiques physiques	La densité à 20° C	Indice de réfraction	Le taux d'impureté %
Nos résultats obtenus d'HND	<b>0,925</b>	<b>1,4627</b>	<b>1,17</b>
Norme Codex Alimentarius (1983)	<b>0,91-0,93</b>	<b>1,4677-1,4705</b>	<b>1,16-3,71</b>

### 2.2.1. La densité

La détermination de la densité d'une huile nous renseigne sur sa pureté. Notre huile enregistre une densité de **0,925**, ce qui est conforme à la **Norme Codex Alimentarius (1983)** (tableau 9), ainsi qu'à la norme établie par le **C.O.I (2015) (0,910-0,916 à 20° C)**. Cela nous permet d'affirmer que cette huile est totalement pure.

### 2.2.2. Indice de réfraction

L'indice de réfraction est un critère de pureté. La valeur obtenue pour l'indice de réfraction est conforme à **la norme Codex Alimentarius (1983)** (tableau 9) et s'élève à **1,4627**. Cette valeur est très proche de celles énoncées par la norme marocaine (**NM 08.50.90**), où les indices de réfraction oscillent entre **1,4630** et **1,4720**. C'est une valeur acceptable, et elle peut être comparée à l'étude de **Benmohamed (2020)** sur les trois variétés de l'olive (Bouricha, Limli et Blanquette), où les indices de réfraction se situent entre **1,4677** et **1,4686**.

Concernant l'étude de **Soliman et al, (2015)** sur l'huile de quelques variétés de dattes cultivées en Arabie Saoudite, les résultats de l'indice de réfraction sont indiqués dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 10** : l'indice de réfraction à 20°C d'huile de quelques variétés de dattes en Arabie Saoudite (**Soliman et al., 2015**).

La variété de datte	Khalas	Barhy	Kadary	Segae	Succary	Sallag
L'indice de réfraction	1,457	1,4600	1,4601	1,4601	1,4618	1,4602

Ces valeurs concordent avec celles décrites par **la Norme Codex Alimentarius (1983)**. Généralement, l'indice de réfraction est un critère spécifique pour détecter et identifier les huiles (**El Sohaimy et al., 2016**). Son augmentation est directement reliée à la longueur de chaîne des acides gras et à leur insaturation (**Shirzad et al., 2017**).

### 2.2.3. Absorbance dans ultra-violet

La mesure de l'absorbance à l'ultra-violet est l'une des méthodes de mesure de l'état d'oxydation de l'huile. Elle permet de suivre l'évolution de la peroxydation et de connaître la teneur en produits secondaires d'oxydation.

Les résultats obtenus, présentés dans le tableau 11, peuvent être résumés comme suit : Les valeurs des absorbances obtenues à **270 nm** et **232 nm** sont respectivement de l'ordre de **0,295** et de **0,339**. Les valeurs de l'extinction spécifique obtenues à **270 nm** se situent conformément à la norme marocaine (**NM.08.5.090**), étant donné que toutes ces valeurs sont inférieures à **0,35**.

**Tableau 11** : L'extinction spécifique à **232** et **270 nm** de l'HND de la variété de « HMIRA ».

L'extinction spécifique	Notre l'huile	NM.08.5.090
k 232 nm	0,339	---
k 270 nm	0.295	0.35-0.45

Les résultats de l'absorbance spécifique de l'huile du noyau de dattes étudiée sont comparables à ceux obtenues par **Besbes et al. (2004)** à partir des variétés « *Deglet Nour* » et « *Allig* ». Les valeurs pour sont respectivement comprises entre **1,2** et **2,5** pour ces deux variétés. De plus, la valeur trouvée pour **K270** est de **0,5** pour les deux variétés.

### 2.2.4. Détermination des teneurs en chlorophylles a et b, et en caroténoïdes totaux

Les chlorophylles et les caroténoïdes sont responsables de la couleur de l'huile, qui est un attribut très important pour évaluer sa qualité. En raison de leur caractère anti-oxydant dans l'obscurité et pro oxydant dans la lumière, ils semblent jouer un rôle important dans la stabilité oxydative de l'huile pendant son stockage (**Tekaya, 2005 ; Tsimidou, 1992**) et dans la préservation de sa qualité (**Tekaya, 2005; Fakourelis, 1987; Giuffrida; 2007**).

Le Tableau 12 présente les résultats des teneurs en chlorophylle a, en chlorophylle b et en caroténoïdes totaux de l'huile de noyau de datte de la variété "HMIRA".

**Tableau 12** : Les teneurs en chlorophylle a, en chlorophylle b et en caroténoïdes totaux de l'huile de noyau de datte de variété de « HMIRA ».

Echantillon	C [a] (mg/Kg)	C [b] (mg/Kg)	C[x+c] (mg/Kg)
HND « HMIRA »	0,989	1,5529	0,0191

Les valeurs obtenues en chlorophylle a, en chlorophylle b et en caroténoïdes totaux sont **0,989**, **1,5529** et **0,0191 mg/Kg** respectivement.

Nos résultats sont nettement inférieurs à ceux trouvés par **Herch et al, (2014)** pour l'huile de noyau de datte de la variété « *Kentichi* » récoltée à l'oasis de Tozeur, en Tunisie, et extraite par différentes méthodes (tableau 13).

**Tableau 13 :** Les teneurs en chlorophylle a, en chlorophylle b et en caroténoïdes totaux de l'huile de noyau de datte de variété de « Kentichi » (Herch et al., 2014).

Les teneurs	Méthode d'extraction à sohxlet	Méthode d'extraction à l'hexane	Méthode d'extraction Bligh-Dyer modifiée
Les chlorophylles	2.10	2.18	2.45
Les caroténoïdes	10.41	11.24	12.76

### 2.2.5. Le taux d'impureté

Le taux d'impureté obtenu à 20°C est de **1,17%**, cette valeur est très proche de celles énoncées par **la norme Codex Alimentarius (1983)** (tableau 9).

### 2.2.6. Le pouvoir calorifique

Nous avons obtenu un résultat de **40 155,653 kJ/kg** pour le pouvoir calorifique de cette huile, ce qui est supérieur à **35 000 kJ/kg**.

Cette caractéristique indique que lorsque cette huile reste liquide à la température ambiante, elle pourrait être utilisée comme biocarburant et comme biolubrifiant pour les moteurs diesel (**Dahouenon-Ahoussi et al., 2012**).

Cependant, lorsqu'il s'agit d'une huile comestible, ce paramètre apporte des informations positives sur la valeur calorifique de cette graisse dans les aliments destinés à la consommation humaine, en tenant compte de l'utilité pharmacologique de cette espèce.

### 2.2.7. La couleur et l'odeur de l'huile de noyau de dattes

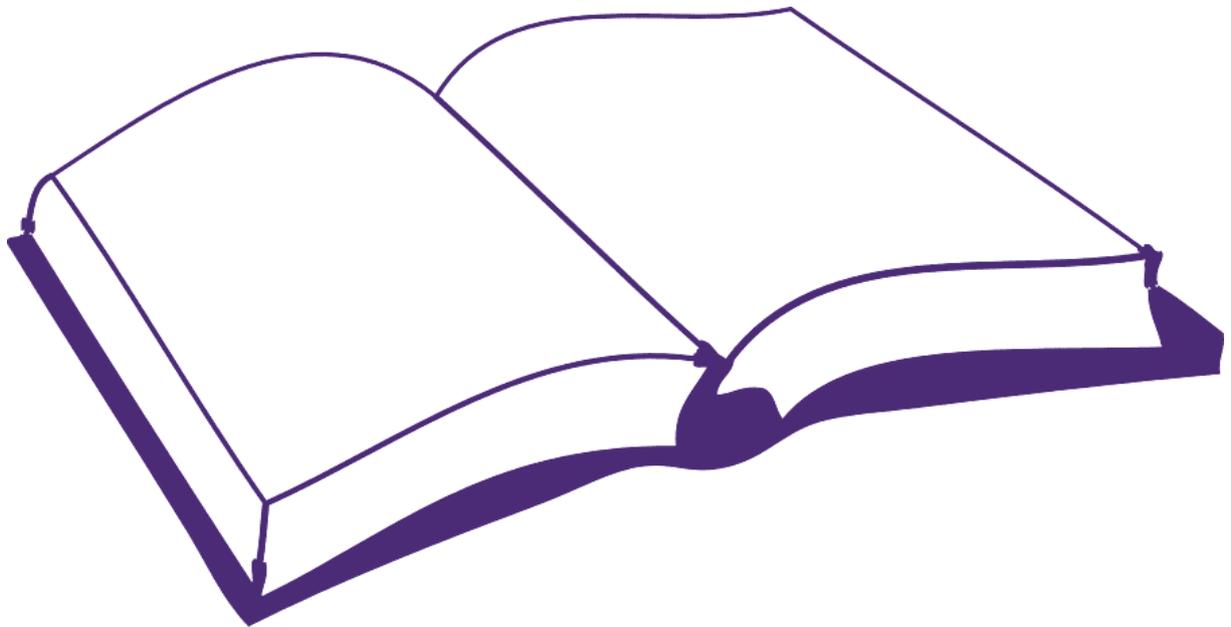
Typiquement commun pour l'HND est une couleur jaune verdâtre pâle et avec une odeur agréable (**Al-Farsi, 2008**). Ceci est confirmé dans notre étude pour l'HND de la variété « HMIRA » qui présente une couleur jaune foncé avec une odeur agréable et aspect huileux (photo 14). A la température ambiante, cette huile est fluide.

D'après l'étude de **Devshony et al. (1992)**, il a été constaté que les huiles de dattes présentent une couleur jaune plus foncée par rapport aux huiles de palme, de soja, de maïs, de tournesol et d'Olive. Cette couleur des huiles est due à la présence des caroténoïdes.



**Photo 14** : l'huile de noyau de datte de variété d'HMIRA.

# Conclusion générale



Le besoin de l'industrie alimentaire, cosmétique et surtout pharmaceutique en produits répondant aux exigences du consommateur et aux normes de qualité a suscité notre intérêt pour l'analyse physico-chimique de l'huile de noyaux de dattes. Notre travail a été consacré sur les études physico-chimiques de l'huile de noyaux de dattes de la variété de « HMIRA » récolté à Adrar, en 2020.

Les études réalisées sur ces noyaux ont révélé qu'ils se caractérisent par une teneur en humidité de **10,6%** et une teneur en matière grasse de **9,6%** suite à une extraction par la méthode de **Soxhlet** et en utilisant l'hexane pendant **6h**.

Les analyses physiques d'huile extraite donnent une densité de **0,925** à température de 20°C, un indice de réfraction est de **1,4627** et l'absorbances spécifiques **K232(0,339) K270 (0,295)**.

Les analyses chimiques obtenues ont montré que notre huile présente une acidité **1,13%** correspond à l'indice d'acide **2,244 mg de KOH/g d'huile**, l'indice d'iode est de **43,18 g I<sub>2</sub>/100 g d'huile**, l'indice de saponification est de **190,774 mg de KOH/g d'huile**, l'indice de peroxyde est nulle et l'indice d'ester est de **188,53 mg de KOH/g d'huile**.

D'après ces résultats, nous avons conclu que notre huile est fraîche, pure, moins insaturé et non oxydée. En plus, elle présente une odeur agréable et reste fluide à la température ambiante.

Il est donc important de prendre en compte ces caractéristiques lors de l'évaluation de l'huile pour des applications spécifiques, telles que la fabrication des produits cosmétiques comme les savons et les crèmes, ou des applications alimentaires telles que la fabrication de la mayonnaise et les tables de margarine.

En conclusion, les analyses physico-chimiques de l'huile de noyau de datte de la variété d'HMIRA ont permis de présenter des propriétés intéressantes pour diverses applications industrielles et alimentaires, ainsi que des effets potentiels sur la santé. Cela ouvre de nouvelles perspectives dans les domaines cosmétiques, de pharmaceutique, de pétrochimique et d'autres.

# Références



bibliographiques

### A

A.O.C.S (8-53/1992): American Oil Chemists'Society

Acourene, S. Tama, M. (1997): Caractérisation physicochimique des principaux cultivars de datte de la région de ziban. *Recherche agronomique*, 1(1), 59-66.

Addoun, A., Merzougui, Z., & Belhachemi, M. (2000). *Preparation et caracterisation de materiaux a grand pouvoir adsorbant* (Doctoral dissertation, Thèse magistère).

Adrar, I. (2016). Utilisation des noyaux de dattes pour l'élimination des ions Fe<sup>2+</sup> en solution aqueuse. Université Mouloud Mammeroi, Tiziouzou. Mémoire de magister.

Ahmed, I. A., Ahmed, A. W. K., & Robinson, R. K. (1995). Chemical composition of date varieties as influenced by the stage of ripening. *Food chemistry*, 54(3), 305-309.

Akinhanmi, T. F., Atasie, V. N., & Akintokun, P. O. (2008). Chemical composition and physicochemical properties of cashew nut (*Anacardium occidentale*) oil and cashew nut shell liquid. *Journal of Agricultural, Food and Environmental Sciences*, 2(1), 1-10.

Al-Farsi, M. A., & Lee, C. Y. (2008). Optimization of phenolics and dietary fibre extraction from date seeds. *Food chemistry*, 108(3), 977-985.

Al-Farsi, M., Alasalvar, C., Al-Abid, M., Al-Shoaily, K., Al-Amry, M., & Al-Rawahy, F. (2007). Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and their by-products. *Food chemistry*, 104(3), 943-947.

Alhamed, Y. A. (2009). Adsorption kinetics and performance of packed bed adsorber for phenol removal using activated carbon from dates' stones. *Journal of hazardous materials*, 170(2-3), 763-770.

Al-Hooti, S., Sidhu, J. S., & Qabazard, H. (1998). Chemical composition of seeds of date fruit cultivars of United Arab Emirates. *Journal of Food Science and Technology -Mysore-*, 35, 44-46.

Ali, M. A., Al-Hattab, T. A., & Al-Hydary, I. A. (2015). Extraction of date palm seed oil (*Phoenix dactylifera*) by soxhlet apparatus. *International Journal of Advances in Engineering & Technology*, 8(3), 261.

Al-Shahib, W., & Marshall, R. J. (2003). The fruit of the date palm: its possible use as the best food for the future. *International journal of food sciences and nutrition*, 54(4), 247-259.

Al-Shahib, W., & Marshall, R. J. (2003). The fruit of the date palm: its possible use as the best food for the future. *International journal of food sciences and nutrition*, 54(4), 247-259.

Al-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 and Research*, 7, 1266-1270.

Aoshima, H., & Ayabe, S. (2007). Prevention of the deterioration of polyphenol-rich beverages. *Food Chemistry*, 100(1), 350-355.

### B

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

Baliga, M. S., Baliga, B. R. V., Kandathil, S. M., Bhat, H. P., & Vayalil, P. K. (2011). A review of the chemistry and pharmacology of the date fruits (*Phoenix dactylifera L.*). *Food research international*, 44(7), 1812-1822.

Banat, F., Al-Asheh, S., & Al-Makhadmeh, L. (2003). Evaluation of the use of raw and activated date pits as potential adsorbents for dye containing waters. *Process Biochemistry*, 39(2), 193-202.

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

BEN ABBES, F. (2011). Etude de quelques propriétés chimiques et biologiques d'extraits de dattes « *Phoenix dactylifera L.* ». Université Ferhat Abbas, setif. Mémoire de magister.

Benabid, H., Namoune, H., & Rutledge, D. N. (2009). *Caractérisation de l'huile d'olive algérienne*. Université Frères Mentouri, Constantine 1. Thèse de doctorat.

Benchabane, A. (1996). Rapport de synthèse de l'atelier «Technologie et qualité de la datte». *Options méditerranéennes, série A*, 28, 205-210.

Benmohamed, M., Hamza, H., Boudiche, S., Tombari, T., Bornaz, S., & Ettaib, R. (2020, January). Etude de la stabilité d'huile de noyaux de dattes au cours du stockage. In *Revue Des Régions Arides n 46 (1/2020)–Numéro Spécial–Actes Du 6ème Meeting International “Agriculture Oasienne et Développement Durable” Zarzis (Tunisie)* 46, 749-753).

Benrachou, N., Henchiri, C., & Djeghaba, Z. (2010). Caractérisation de trois huiles d'olive issues de trois cultivars de l'Est algérien. *Synthèse: Revue des Sciences et de la Technologie*, 22, 12-22.

Benziouche, S. E. (2017). L'agriculture biologique, un outil de développement de la filière dattes dans la région des Ziban en Algérie. *Cahiers Agricultures*, 26(3), 35008.

Besbes, S., Blecker, C., Deroanne, C., Bahloul, N., Lognay, G., DRIRA, N. E., & Attia, H. (2004b). Date seed oil: phenolic, tocopherol and sterol profiles. *Journal of food lipids*, 11(4), 251-265.

Besbes, S., Blecker, C., Deroanne, C., Drira, N. E., & Attia, H. (2004a). Date seeds: chemical composition and characteristic profiles of the lipid fraction. *Food chemistry*, 84(4), 577-584.

Besbes, S., Blecker, C., Deroanne, C., Lognay, G., Drira, N. E., & Attia, H. (2005). Heating effects on some quality characteristics of date seed oil. *Food chemistry*, 91(3), 469-476.

Besnard, G., Anthelme, F., & Baali-Cherif, D. (2012). The Laperrine's olive tree (Oleaceae): a wild genetic resource of the cultivated olive and a model-species for studying the biogeography of the Saharan Mountains. *Acta botanica gallica*, 159(3), 319-328.

Bouchelta, C., Medjram, M. S., Bertrand, O., & Bellat, J. P. (2008). Preparation and characterization of activated carbon from date stones by physical activation with steam. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 82(1), 70-77.

Boudries, H., Kefalas, P., & Hornero-Méndez, D. (2007). Carotenoid composition of Algerian date varieties (*Phoenix dactylifera*) at different edible maturation stages. *Food Chemistry*, 101(4), 1372-1377.

Boussena, Z., & Khali, M. (2016). Extraction Et Composition Chimique D'huile De Noyaux De Dattes Algériennes. [Extraction And Chemical Composition Of Algerian Date Seeds Oil]. *Nutrition & Santé* <https://www.asjp.cerist.dz/en/article/5027>, Volume 5, Numéro 2, Pages 100- 106.

## C

**CACQE N°11.95.04 REV 0-** Détermination de l'indice de peroxyde.

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

**Codex Stan, 33, 1981.** Norme de CODEX pour les huiles d'olive vierges et raffinées et pour l'huile de grignons d'olive raffinée. (Rev. 1-1989), pp. 1-6.

COI. (2015). Analyse sensorielle de l'huile d'olive. Méthode d'évaluation organoleptique de l'huile d'olive vierge. C.O.I/t.20/ doc. N° 15 /rév.

Costache, M. A., Campeanu, G. H. E. O. R. G. H. E., & Neata, G. (2012). Studies concerning the extraction of chlorophyll and total carotenoids from vegetables. *Romanian Biotechnological Letters*, 17(5), 7702-7708.

## D

Dahouenon-Ahoussi, E., Djenontin, T. S., Codjia, D. R., Tchobo, F. P., Alitonou, A. G., Dangou, J., ... & Sohounhloue, D. C. (2012). Morphologie des fruits et quelques caractéristiques physique et chimique de l'huile et des tourteaux de *Irvingia gabonensis* (*Irvingiaceae*). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6(5), 2263-2273.

Dakhia, N., & Djoudi, A. M. (2014). Quelques variétés de dattes algériennes; atout économique, social ou nutritionnel.

Devshony, S., Eteshola, E., & Shani, A. (1992). Characteristics and some potential applications of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) seeds and seed oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 69(6), 595-597.

Dimitrios, B. (2006). Sources of natural phenolic antioxidants. *Trends in food science & technology*, 17(9), 505-512.

Direction des Statistiques Agricoles et des Systèmes d'Information. (2016). Statistiques agricoles : Superficies et productions. Ministère de l'agriculture et du développement rural. Série B.

Djerbi M., (1994), Précis de phoeniculture. Food and agriculture organization, 192p.

Djerbi, 1994. Précis de phéniculture, F.A.O, Rome. p 191.

## E

El Nemr, A., Khaled, A., Abdelwahab, O., & El-Sikaily, A. (2008). Treatment of wastewater containing toxic chromium using new activated carbon developed from date palm seed. *Journal of hazardous materials*, 152(1), 263-275.

El Sohaimy, A. S., El-Sheikh, H. M., Refaay, M. T., & Zaytoun, A. M. (2016). Effect of harvesting in different ripening stages on olive (*Olea europea*) oil quality. *American Journal of Food Technology*, 11(1-2), 1-11.

El-Far, A. H., Oyinloye, B. E., Sepehrimanesh, M., Allah, M. A. G., Abu-Reidah, I., Shaheen, H. M., Razeghian-Jahromi, I., Alsenosy, A. A., Noreldin, A. E., Al Jaouni, S, K & Mousa, S. A. (2019). Date palm (*Phoenix dactylifera*): novel findings and future directions for food and drug discovery. *Current drug discovery technologies*, 16(1), 2-10.

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

Elhoumaizi, M. A., Saaidi, M., Oihabi, A., & Cilas, C. (2002). Phenotypic diversity of date-palm cultivars (*Phoenix dactylifera* L.) from Morocco. *Genetic resources and crop evolution*, 49(5), 483-490.

Espiard E., 2002. Introduction à la transformation industrielle des fruits. Ed . TEC/DOC.Lavoisier. Paris.

Espiard, E. (2002). Introduction à la transformation industrielle des fruits (Ed) TEC &DOC. France, 259, 265.

### F

Fakourelis, N., Lee, E. C., & Min, D. B. (1987). Effects of chlorophyll and  $\beta$ -carotene on the oxidation stability of olive oil. *Journal of food science*, 52(1), 234-235.

FAO STAT, (2013) – <http://faostat.fao.org/default.aspx>. [consulté en septembre 2014].

FAO., 2010- Organisation Des Nations Unies Pour L'alimentation et L'agriculture .Rome. Italie. 2010.

Fayadh, J. M., & Al-Showiman, S. S. (1990). Chemical composition of date palm (*Phoenix dactylifera* L.). *Journal of the Chemical Society of Pakistan*, 12(1), 84-103.

Fayadh, J. M., & Al-Showiman, S. S. (1990). Chemical composition of date palm (*Phoenix dactylifera* L.). , 12(1), 84-103.

Freha, G. (2015). *Caractérisation physicochimique, phytochimique et biochimique de cinq variétés de dattes d'Algérie, Phoenix dactylifera L.(Deglet noor, Ghars, H'mira, Tamesrit et Tinissine). Effets de leur ingestion sur certains paramètres biologiques* (Doctoral dissertation, Université Badji Mokhtar).

### G

Garcia-Alonson, M., De Pascal-Teresa, S., Santos- Buelga, H. C., Rivas Gonzalo, J. C., (2004). Evaluation of the antioxydant properties of fruits. *Food Chemistry*, 84(1), 13-18.

Ghalmi, R. (2012). *Effet de facteurs agronomiques et technologiques sur le rendement et la qualite de l'huile d'olive*. Université El-Harrach, Alger. Thèse de doctorat.

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

Giuffrida, D., Salvo, F., Salvo, A., La Pera, L., & Dugo, G. (2007). Pigments composition in monovarietal virgin olive oils from various sicilian olive varieties. *Food chemistry*, 101(2), 833-837.

Gros-Balthazard, M., Newton, C., Ivorra, S., Pintaud, J. C., & Terral, J. F. (2013). Origines et domestication du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). État de l'art et perspectives d'étude. *Revue d'ethnoécologie*, (4).

Gutiérrez, F., Villafranca, M. J., & Castellano, J. M. (2002). Changes in the main components and quality indices of virgin olive oil during oxidation. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 79(7), 669-676.

### H

Samir H. (2009). Mise en évidence des huiles essentielles contenues dans les plantes *Pituranthos scoparius* et *Rhantherium adpressum* de la région de Ghardaïa, Ouargla: mémoire de magister.

Haimour, N. M., & Emeish, S. (2006). Utilization of date stones for production of activated carbon using phosphoric acid. *Waste management*, 26(6), 651-660.

Halliwell, B., Rafter, J., & Jenner, A. (2005). Health promotion by flavonoids, tocopherols, tocotrienols, and other phenols: direct or indirect effects? Antioxidant or not?. *The American journal of clinical nutrition*, 81(1), 268S-276S.

Hameurlaine, S., & Gherraf, N. (2009). *Mise en évidence des huiles essentielles contenues dans les plantes Pituranthos scoparius et Rhantherium adpressum de la région de Ghardaïa* (Doctoral dissertation).

Hasty, A. H., Gruen, M. L., Terry, E. S., Surmi, B. K., Atkinson, R. D., Gao, L., & Morrow, J. D. (2007). Effects of vitamin E on oxidative stress and atherosclerosis in an obese hyperlipidemic mouse model. *The Journal of nutritional biochemistry*, 18(2), 127-133.

Herch, W., Kallel, H., & Boukhchina, S. (2014). Physicochemical properties and antioxidant activity of Tunisian date palm (*Phoenix dactylifera* L.) oil as affected by different extraction methods. *Food Science and Technology*, 34, 464-470.

### I

ISO 660, (1996), corps gras d'origines animales et végétale-détermination de l'indice d'acide et de l'acidité.

### J

Jassim, S. A., & Naji, M. A. (2007). In vitro evaluation of the antiviral activity of an extract of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) pits on a *Pseudomonas* phage. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 7(1), 57-62.

Jemni, M., Chniti, S., & Soliman, S. S. (2019). Date (*Phoenix dactylifera L.*) seed oil. *Fruit oils: chemistry and functionality*, 815-829.

Jimenez-Araujo, A. (2020, October 27). Date Seed Oil. In *Encyclopedia*. <https://encyclopedia.pub/entry/2809>

### K

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

Khali, M., Boussena, Z., Boutakerbet, L. (2015). Effet de l'incorporation de noyaux de dattes sur les caractéristiques technologiques et fonctionnelles de la farine de blé tendre. *Nature & Technologie*, 12, 15-25.

Khiari, K. (2016). *Contribution à l'étude des propriétés thermo-physiques des biocarburants de seconde génération et leur influence sur le comportement des moteurs* (Doctoral dissertation, Ecole des Mines de Nantes).

Kouidri, M. (2008). *Extraction et caractérisation physico-chimique de l'huile d'argan provenant d'arbres cultivés dans deux régions de l'algérie (Tindouf et Mostaganem)*. Université Hassiba Benbouali, Chlef. Mémoire de magister.

### L

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

Lecheb, F. (2010). *Extraction et caractérisation physico-chimique et biologique de la matière grasse du noyau des dattes*. Université M'hamed bougara, Boumerdès. Thèse de doctorat.

Lichtenthaler, H.K., & Wellburn, A.R. (1985). Determination of total carotenoids and chlorophylls A and B of leaf in different solvents. *Biochemical Society Transactions*, 11, 591-592.

Lucchesi, M. E. (2005). *Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles* (Doctoral dissertation, Université de la Réunion).

### M

Malik, N. S., & Bradford, J. M. (2006). Changes in oleuropein levels during differentiation and development of floral buds in 'Arbequina' olives. *Scientia Horticulturae*, 110(3), 274-278.

Marcusson, J. (1929). Manuel de Laboratoire pour l'industrie des huiles et graisses.

Marinova, E. M., & Yanishlieva, N. V. (2003). Antioxidant activity and mechanism of action of some phenolic acids at ambient and high temperatures. *Food Chemistry*, 81(2), 189-197.

Meroufel, B. (2015). *Adsorption des polluants organiques et inorganiques sur des substances naturelles: Kaolin, racines de Calotropis procera et Noyaux de dattes*. Université de Lorraine. Thèse de doctorat.

Messaid, H. (2008). *Optimisation du processus d'immersion-rehydratation du système dattes seches-jus d'orange*. Université M'hamed Bougara, Boumerdes. Thèse de doctorat.

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

Mkaouar, S., & Kechaou, N. (2013). Valorisation des écarts de triage de dattes par séchage pour l'obtention d'une poudre pour alimentation animale. *Environnement, Ingénierie & Développement*. <https://doi.org/10.4267/dechets-sciences-techniques.2651>

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

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

### N

N.F.E.N.ISO 660,1999: normes pour les huiles pour détermination d'indice d'acide et de peroxyde.

Najjar, Z., Stathopoulos, C., & Chockchaisawasdee, S. (2020). Utilization of date by-products in the food industry. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 32, 808-815.

NF V 03-921: Norme de référence de la méthode pratique de détermination de l'humidité.

**Norme Codex Alimentarius (1983)**

### O

Osman, M. F., Ben Zayed, A. A., & Alhadrami, G. A. (1999). Sulfuric acid treated date pits as dietary ingredients in tilapia (*oreochromis niloticus*) diets. *Bioresource Technology*, 620-627.

### P

Perrin, J-L., 1992. Détermination de l'altération dans « Manuel des corps gras ». Karleskind, A. TEC & DOC, Lavoisier, Paris, 2, p1198-1218.

### R

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

Ras El Maa, F. Z., & Taïbi, Y. (2018). *L'effet du stress hydrique sur la teneur et la qualité des huiles lourdes du carthame (Carthamus tinctorius L.) cultivé dans la région de Tiaret* (Doctoral dissertation, université ibn khaldoun-tiaret).

Richarde, R. (1972). *Eléments de biologie végétale. Fou Cher, Paris.*

Robards, K., Prenzler, P. D., Tucker, G., Swatsitang, P., & Glover, W. (1999). Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. *Food chemistry*, 66(4), 401-436.

Roques, S. (2003). *Développement d'un procédé de granulation en continu et contrôle en ligne par une méthode proche infra rouge d'une spécialité pharmaceutique* (Doctoral dissertation).

### S

Shirzad, H., Niknam, V., Taheri, M., & Ebrahimzadeh, H. (2017). A multivariate analysis of the composition and properties of extra virgin olive oils produced from different cultivars grown in Iran. *Journal of AOAC International*, 100(6), 1804-1813.

Soliman, S. S., Al-Obeed, R. S., & Ahmed, T. A. (2015). Physico-chemical characteristics of oil produced from seeds of some date palm cultivars (*Phoenix dactylifera L.*). *Journal of Environmental Biology*, 36(2), 455.

### T

Tanouti, K., Serghini-Caid, H., Chaieb, E., Benali, A., Harkous, M., & Elamrani, A. (2011). Amélioration qualitative d'huiles d'olive produites dans le Maroc oriental. *Les technologies de laboratoire*, 6(22).

Tchiégang-Meguéni, C. (2003). Variabilité des caractéristiques physico-chimiques des huiles de graines des amandes *Balanites aegyptiaca L.* Del. en provenance du Cameroun et du Tchad. *Procédé Biologiques alimentaires*, 1(1), 11.

Tekaya, I. B., & Hassouna, M. (2005). Étude de la stabilité oxydative de l'huile d'olive vierge extra tunisienne au cours de son stockage. *Oléagineux, Corps Gras, Lipides*, 12(5-6), 447-454.

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

Tsimidou, M., Papadopoulos, G., & Boskou, D. (1992). Phenolic compounds and stability of virgin olive oil—Part I. *Food Chemistry*, 45(2), 141-144.

### U

Uccella, N. (2000). Olive biophenols: novel ethnic and technological approach. *Trends in Food Science & Technology*, 11(9-10), 328-339.

### V

Villaño, D., Fernández-Pachón, M. S., Moyá, M. L., Troncoso, A. M., & García-Parrilla, M. C. (2007). Radical scavenging ability of polyphenolic compounds towards DPPH free radical. *Talanta*, 71(1), 230-235.

Visioli, F., & Galli, C. (1998). Olive oil phenols and their potential effects on human health. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(10), 4292-4296.

### W

Wellburn, A. R. (1994). The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. *Journal of plant physiology*, 144(3), 307-313.

Williamson, G., & Manach, C. (2005). Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. II. Review of 93 intervention studies. *The American journal of clinical nutrition*, 81(1), 243-255.

### ا

البكر، عبد الجبار. (1972). نخلة التمر ماضيها وحاضرها والجديد في زراعتها وصناعاتها وتجارتها. مطبعة العاني، بغداد، العراق.