

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abderrahmane MIRA-Bejaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Sciences Alimentaires
Filière: Sciences des Corps Gras



Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

**L'impact de l'ajout de l'huile des noyaux
de dattes dans la fabrication d'un savon**

Présenté par :

YAKOUBI Tinhinane & YOUNSAOUI Sabrina

Soutenu le : 17/09/2020

Devant le jury composé de :

M^{me} FELLA Samira

MAA

Présidente

M^{me} HAMITRI-GUERFI Fatiha

MCB

Promotrice

M^{me} SMAIL Leila

MAA

Examinatrice

Année universitaire : 2019/2020

Résumé

L'objet de ce travail est d'une part la valorisation de noyaux de datte et de l'huile de noyaux de datte et d'autre part l'étude de l'effet de l'incorporation d'huile de noyaux de datte dans le savon.

Le choix de matière grasse est une étape essentielle dans la fabrication de savon, Chaque corps gras à ses propres caractéristiques et propriétés physico-chimiques. Ces caractéristiques déterminent à leur tour en grande partie, les caractéristiques du savon, notamment le pouvoir moussant, le pouvoir détergent, l'effet sur la peau, la consistance, la solubilité dans l'eau, la stabilité de la mousse.

Ce travail a montré que huile de noyaux de datte peut jouer un rôle de matière active en savonnerie grâce à :

- Ces propriétés physico-chimiques : composition en acide gras (oléique, linoléique, laurique), teneur en matière grasse (6.02-13%), indice d'iode (II) de (45-76.66); indice d'acidité (IA) de (1.85-3.76) ; indice de saponification (IS) de (191.28-221.0).
- Ces caractéristiques rhéologiques : viscosité (20- 40 mPa.s), la couleur (jaune)
- Sa richesse en antioxydants naturels : tocophérols (51.54 mg / 100 g d'huile) ; Stérols (336.07 mg / 100 g d'huile), polyphénol, et caroténoïde.

Abstract

The object of this work is in one hand to value date seeds and date seed oil and on the other hand to study the effect of the incorporation of date seed oil in the soap. The choice of fats is an essential step in the manufacture of soap.

Each fatty substance has its own characteristics and physicochemical properties. These characteristics largely determine the characteristics of the soap, including foaming power, detergent power, effect on the skin, consistency, water solubility, foam stability. This work has shown that date seed oil can play an active role in soap making thanks to:

- Its physicochemical properties: fatty acid composition (oleic, linoleic, lauric), fat content (6.02-13%), iodine value (IV) of (45-76.66); acidity index (AI) of (1.85-3.76); saponification number (SN) of (191.28-221.0).
- Its rheological characteristics: viscosity (20- 40 mPa.s), color (yellow)
- Its natural antioxidant compounds: tocopherols (51.54 mg / 100 g of oil); Sterols (336.07 mg / 100 g of oil), polyphenol, and carotenoid.

Mots Clés: Noyaux de datte, Huile de noyaux de datte, Savon, Soxhlet, Polyphénol, Tocophérols, Matière grasse.

Keywords: Date seed, Date seed oil, Soap, Soxhlet, Polyphenol, Tocopherols, Fat.



Avant tout nous remercions Dieu le tout puissant, qui nous a donné le courage,
la volonté la force, la santé et la patience pour réaliser ce travail.

Nous tenons à exprimer notre gratitude, notre respect et notre remerciement
aux membres du jury qui ont consacré leur temps pour l'évaluation de ce travail:

Notre enseignante **Mme GUERFFI FATIHA** qui nous a fait honneur de nous
encadré et de nous guidé durant ce travail, **Mme FELLA SAMIRA** pour sa
Présence en tant que présidente du jury et **Mme SMAIL.L** qui a accepté de faire
partie Du jury et d'examiner ce travail .

Nous remerciment vont aussi à tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin
à réaliser ce modeste travail.

Tinhinane, Sabrina



Dédicace

Je dédie ce mémoire

A mon très cher père je te remercie pour tous tes sacrifices, c'est grâce à toi que j'ai atteint mon objectif

A ma mère c'est de toi que j'ai hérité la soif du savoir,

A mon frère adoré Mohamed et sa femme Naoul

A mon fiancé Fahem et à sa famille Maouche

*A mes sœur Zahia, Taklith, Nadia, Fatima, Dahbia,
Yasmine et Dalal*

A nos petites Fafou, Maissa, Wassim, Dana et Ayoub

*A ma chère amie Malika et ma binôme
Tinhinane*

Sabrina





Dédicace

Je dédie ce modeste travail en premier lieu

*A mes très chers parents pour leurs encouragements et leurs
sacrifices*

A mon chère frère SIFAL et à ma chère sœur MERIEME

A La mémoire de mes grandes mères ZAHRA et ZEHOUA

A mes grands-pères SMAIL et RABEH

A mon oncle KAMEL et sa femme KARIMA

A mes cousins YACINE, AMINE et ASSIA

A toutes mes tentes et leurs époux

A mes oncles et leurs épouses

A tous mes cousins et cousines

A tous mes amis

A mon binôme SABRIN et mes amis MALIKA et YASMIN

Tinhinane



Liste des Abréviations

BHA: Butylhydroxyanisol

BHT: Butylhydroxytoluène

CG: Corps Grass

CG-MS : Chromatographie de Phase Gazeuse Couplée à un Spectrophotomètre de Masse

g : Gramme.

h : Heure.

Ha : hectare

HPLC : Chromatographie Liquide à haute Performance

HND : Huile du Noyau de Dattes

II : Indice d'Iode

IP : Indice de Peroxyde

IS : Indice de Saponification

MeTHF : Méthyltétrahydrofurane

mg : Milligramme.

min : Minute

mPa.s : millipascal-seconde

n : Indice de Réfraction

η : viscosité

ND : Noyau de Dattes

Pa . s : Pascale Par Seconde

PD : Poids de la Datte,

PDP : Poids de la Pulpe de Datte,

PE : Pouvoir d'étalement (cm²).

PND : Poids du Noyau de Datte

t : Temps.

μ (CP) : la viscosité

% : Pour cent

°C : Degré Celsius

LISTE DES FIGURES

	Page
Figure 01 : Structure d'un détergent.....	04
Figure 02 : Disposition des molécules de savon dans l'eau et formation des micelles.....	07
Figure 03 : Mécanisme d'action d'un détergent	07
Figure 04 : Phénomène de détergence.....	08
Figure 05 : Réaction de saponification.....	09
Figure 06 : Le relargage	13
Figure 07 : Arbres de palmier dattier	16
Figure 08 : Ecosystème du palmier dattier.....	17
Figure 09 : morphologique des dattes.....	17
Figure 10 : Huile Noyau de dattes	19
Figure 11 : Etapes d'extraction de l'HND	19
Figure 12 : Appareille de Soxhlet	20
Figure 13 : Appareille de micro-ondes	21
Figure 14 : Appareille d'Extraction par ultrasons	21
Figure 15 : Propriétés apporté des acides gras au savon.....	32

LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau I : Résumé des différents types de savons.....	04
Tableau II : Fiche technique d'Hydroxyde de sodium.....	10
Tableau III : Fiche technique de l'Hydroxyde de potassium.....	10
Tableau IV : Etapes de la préparation des savons (procédé à froid).....	11
Tableau V : Composition des noyaux de dattes.....	18
Tableau VI : Rendements de l'huile de noyaux de dattes selon les différentes méthodes d'extraction	22
Tableau VII : Pourcentage des acides gras dans la composition de l'HND.....	24
Tableau VIII : Principaux constituant en composé phénolique de HND en %.....	26
Tableau IX : Tocophérol contenus dans l'huile de graines de Phoenix canariensis (mg / 100 g d'huile).....	27
Tableau X : Stérols contenus dans l'huile de graines de Phoenix canariensis.....	27
Tableau XI : Propriétés physico-chimiques de l'huile de noyaux de datte apportée par différentes chercheurs	28

TABLE DE MATIERE

	Page
INTRODUCTION GENERAL	01
CHAPITRE 01 : LES SAVONS	
1. Historique	03
2. Définition	03
2.1. Structure d'un détergent	04
3. Type de savons	05
4. Les Propriétés physico-chimiques du savon	06
4.1. Le pouvoir mouillant	06
4.2. Le pouvoir émulsifiant	07
4.3. Le pouvoir dispersant	07
4.4. Le pouvoir moussant	07
4.5. Formation des micelles	07
4.6. Propriétés détergentes du savon	08
5. Technologies de fabrication de savon	10
5.1. Saponification	10
5.1.1. Définition	10
5.1.2. la formation de savon	11
5.2. Les ingrédients du savon	11
5.2.1. Hydroxyde de sodium (soude caustique).....	12
5.2.2. Hydroxyde de potassium (potasse caustique).....	12
6. Méthode de fabrication de savon	13
6.1. Méthode artisanale	13
6.1.1. La refonte ou "rebatch"	13
6.1.2. Le procédé à froid	13
6.1.3. Le procédé à chaud	15
6.2. Méthode industrielles	15
6.2.1. L'embâtage	15
6.2.2. Le Relargage	15
6.2.3. L'épinage	16
6.2.4. Le lavage	16

6.2.5. Le séchage.....	16
7. Critères de qualité d'un savon.....	16
7.1. Le surgraissage	16
7.2. Le pH du savon.....	17
7.3. L'indice d'iode	17

CHAPITRE 02 : Huile du noyau de datte

1. Historique et Généralité des palmiers dattier	18
2. Noyau de dattes	19
2.1. Définition et description de noyau de dattes	19
2.2. Les composants de ND	21
3. Huile de noyaux de dattes	21
4. Méthode d'extraction de l'huile de noyaux de dattes	22
4.1. Extraction à froid	22
4.2. Extraction Soxhlet	23
4.3. Extraction par micro-ondes	24
4.4. Extraction par ultrasons	25
5. Valorisation de l'huile de noyaux de datte dans la cosméceutique.....	25
5.1. Elaboration des crèmes	26
6. Etude de l'impact de l'incorporation de l'huile des noyaux de datte dans la fabrication d'un savon.....	26
6.1. Composition et caractéristiques utiles dans la fabrication d'un savon	26
6.1.1. Fraction saponifiable	26
6.1.2. La fraction insaponifiable	31
6.2. Les caractéristiques physico-chimiques	32
7. L'intérêt de l'utilisation de l'huile des noyaux de datte en savonnerie	33
7.1. Utilisation comme matière active	37
7.2. Effet des acides gras sur la peau et les savons.....	38
7.3. Les avantages de l'incorporation de l'HND en savonnerie.....	39
7.4. Conclusion général.....	40



*Introduction
Générale*

L'intérêt mondial croissant porté à la préservation de l'environnement des déchets solides induits par les différentes activités et transformations humaines, a suscité l'attention des industriels à trouver les moyens techniques pour réduire, sinon valoriser ces déchets (**Koby, et al., 2005**).

Les noyaux de dattes sont des sous-produits issus de plusieurs procédés de transformation des dattes (dattes dénoyautés, pâte de dattes, sirop de dattes, jus de dattes, ...). Les unités de conditionnement de dattes, génèrent des quantités importantes de déchets issus des écarts de triage. Les rebuts de dattes représentent une moyenne de 50 % de la production dattier annuellement. Le tonnage annuel de rebuts de dattes est estimé de plus de 187,5x103 tonnes/an (**Chibi, et al., 2018**).

De nombreux travaux de recherche sont consacrés à la valorisation du noyau de dattes sous différentes formes : charbon actif (**Girgis et al., 2002**) ; (**ElNemr, et al., 2007**; **Alhamed, 2009**), supplément en alimentation de bétail (Hussein, et al., 2003), préparation de l'acide citrique et de protéines (**Abou-Zeid et al., 1983**), Application en médecine traditionnelle pour ses propriétés antimicrobienne et antivirale (**Ali, et al., 1999**; **Hamada, et al., 2002**; **Sabah, et al., 2007**).

Les travaux de la caractérisation de l'huile de noyaux de dattes ont relevé sa richesse en matière grasse et en diverses substances biochimiques à savoir: les polyphénols, les stérols, les tocophérols et les caroténoïdes (**Besbes, et al., 2005**).

En raison de ses caractéristiques, l'huile de noyaux de datte possède une grande variété d'applications dans les produits pharmaceutiques, cosmétiques.

La cosmétique biologique englobe la famille de produits contenant un maximum d'ingrédients naturels, issus du règne végétal, comme l'huile végétale, les huiles essentielles et les eaux florales. C'est pourquoi, une attention particulière a récemment été portée à la valorisation de l'huile de graines de différentes espèces végétales, telles que Moringa (**Lalas et al., 2002**), Chanvre cultivé (**Oomah et al., 2002**), Figuier de Barbarie (**Ennouri et al., 2005**), Pin parasol (**Nasri, et al., 2005**), Bauhinia purpurea (**Ramadan, 2006**), Echinacées (**Oomah, 2002**), Oranger des Osages (**Fatnassi, et al., 2009**), Spartier à tiges de jonc (**Cerchiara et al., 2010**).

A cheval entre les médicaments et les cosmétiques, apparait le terme « cosméceutiques » sensés améliorer la beauté et la santé de la peau en usage externe (**Millikan, 2001**).

En fait, l'usage traditionnel des plantes contre les maladies de la peau et tout spécialement à des fins cosméceutiques est une pratique assez commune dans la médecine domestique de beaucoup de culture (**Pieroni, et al., 2004**). Parmi les produits cosméceutique, nous nous sommes intéressées aux savons.

Le domaine de la savonnerie au niveau industrielle est en continuelle évolution, les concepteurs développent sans cesse les méthodes de production, le choix et la quantité de la matière première à fin d'obtenir un savon plus naturel et plus bénéfique pour la peau (**Lachheb, 2010**).

C'est dans ce contexte que se situe ce travail dont l'objectif principal est d'explorer les possibilités d'une meilleure valorisation des noyaux de dattes en utilisant l'huile extraite dans la fabrication des savons.

Ce mémoire est composé d'une introduction générale, de deux chapitres principaux et d'une conclusion générale :

- ❖ Le premier chapitre expose des généralités sur le savon, la matière première utilisée, le process de fabrication, les propriétés du savon ainsi que les analyses effectuées sur le savon.

- ❖ Le deuxième chapitre dresse une revue de littérature sur les palmiers dattier, les noyaux de dattes et l'huile de noyaux de dattes .Ces procédés d'extraction, sa composition et ses propriétés biologiques et pharmacologiques y sont présentes.

La conclusion générale, les perspectives futures ainsi que les références figurent dans les dernières pages.



Chapitre 01
Les Savons

1. Historique du savon :

Faire du savon, une vieille histoire,

Nous ne connaissons pas exactement le début de cette ancienne industrie mais il est certain que la fabrication du savon est une vieille histoire. Des tableaux d'argile des Sumériens datant d'avant 2000 a.C décrivant leurs activités, mentionnent déjà l'utilisation d'une sorte de "pâte de savon". Un peu plus tard, les Egyptiens décrivent des recettes de savon sur leur fameux papyrus. En Europe, les Gaulois étaient apparemment les premiers à fabriquer intentionnellement du savon partant du suif de chèvre et de la potasse de cendres de hêtre.

Au IXe siècle, la savonnerie sur base de l'huile d'olive s'est développée en France et plus spécifiquement à Marseille. En Afrique, la savonnerie était une technologie traditionnelle aux temps précoloniaux. Dans la littérature est décrit par exemple qu'au Ghana, avant l'arrivée des Portugais

en 1482, les Fanti préparaient du savon à partir de l'huile de palme brute et de la potasse, extraite des cendres de bois (**Donkor, et al., 1986**). Dans d'autres continents, par exemple en Asie (Inde), la fabrication du savon était également connue aux temps précoloniaux (**Caubergs, 2006**).

En 1791, le procédé proposé à l'académie des sciences par Nicolas Leblanc permet d'obtenir de la soude à partir du sel, d'eau de mer, de chaux et de charbon.

En 1823, le chimiste français Eugène Chevreul explique la réaction de saponification. Lors de la révolution française le savon de Marseille est concurrencé par l'Angleterre avec les savons jaunes à l'huile de palme et ceux de l'industrie parisienne à base d'huile extraite des graines d'arachides et sésame.

Après 1930, le savon subit la concurrence des poudres à laver puis des détergents synthétiques, liées à l'évolution des tissus et des techniques de lavage. Ce n'est que pendant la seconde guerre mondiale que la production de détergents a réellement commencé étant donné l'interruption de l'approvisionnement en corps gras et d'huile nécessaire à la fabrication du savon. Pour palier à ce problème, un produit de remplacement synthétique a été inventé afin de fonctionner dans une eau froide et riche en minéraux pour les besoins militaires. (**Gadrat, 2001**).

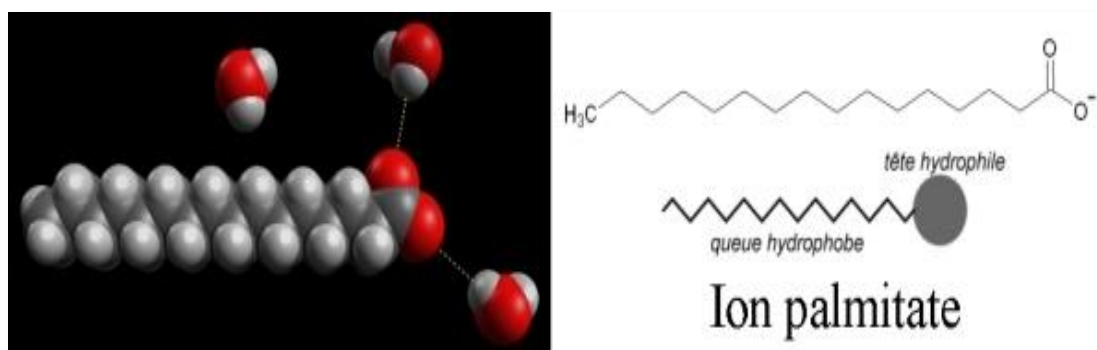
2. Définition

Les savons sont des produits de saponification des huiles et/ou graisses (acides gras) avec une

solution de soude caustique ou de potasse dissoute dans l'eau. Sous l'action de la chaleur dégagé par la réaction ou produite par chauffage externe, l'acide et la base se combinent pour former du savon et de la glycérine. Le savon peut être solide, liquide ou pâteux (**Chevalier, et al., 2010**).

2.1. Structure d'un savon

Un savon est constitué d'espèces chimiques ayant un double comportement hydrophile et hydrophobe. On parle d'espèces amphiphiles. Les molécules de savons sont de la forme $R-COO-Na$ ou $R-COO-K$ sous leur forme solide, où R désigne une chaîne carbonée linéaire comportant habituellement entre 4 et 20 atomes de carbone, souvent un nombre pair. Elle peut être saturée ou comporter quelques doubles liaisons (Anonyme, 2020).



3. Type de savon :

Les savons se classent en plusieurs catégories selon des paramètres divers ; Ils se classent généralement suivant leur aspect, suivant leur usage et la provenance géographique.

Le savon commercial se présente sous différentes formes : de bloc (pain, cube, formes ovalisées...), de poudre, de paillettes fines (lessives), de mousses, de gels ou de solutions, comme le savon liquide (**Caubergs, 2006**).

Tableau I : Résumé des différents types de savons.

	Type de savon	Image	Description
<p>Suivant l'aspect ou la composition (Caubergs, 2006).</p>	<p>Le savon dur</p>		<p>Un savon dur est produit à partir de la soude caustique et (un mélange) des corps gras. Nous avons vu qu'en principe chaque huile peut être utilisée dans la fabrication du savon dur mais la nature et les caractéristiques des huiles vont déterminer dans quel pourcentage les huiles devront être utilisées. Dans la gamme du savon dur nous distinguons le savon de lessive et le savon de toilette.</p>
	<p>Le savon mou et liquide</p>		<p>Un savon mou et liquide est produit à partir de l'hydroxyde de potassium et (un mélange) de corps gras. En Europe le savon mou (savon brun) est fabriqué traditionnellement avec l'huile de lin. Le procédé mi-chaud est généralement utilisé pour ce type de fabrication.</p>
<p>Suivant l'usage (Françoise, 2013).</p>	<p>Savon de ménage</p>		<p>Savon de ménage C'est un savon à tout faire, aussi bien pour les mains, que pour détacher. Son parfum est neutre, sa mousse fine.</p>

(Virbel- alonso, 2013).	Dentifrice écologique et artisanal		Le savon dentifrice est un savon utilisé pour les dents et les gencives saponifié à froid à base d'huiles : olive, coco, colza, eau, glycérine, argile blanche, huiles essentielles de citron vert, et patchouli.
Suivant la provenance géographique (Patrick, 1999).	Le savon de Marseille		Le savon de Marseille est préparé avec des huiles végétales et de la soude. Il comporte au moins l'équivalent de 72 % d'acides gras
	Le savon d'Alep		Le savon d'Alep, le plus ancien savon syrien, est à base d'huile d'olive et d'huile de baies de laurier.

4. Les propriétés physico-chimiques du savon :

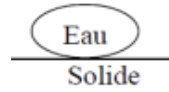
Les propriétés d'un savon sont dues essentiellement aux ions carboxylates RCOO^- , formées d'une longue chaîne carbonée R appelé la queue de l'ion qui est hydrophobe. Et d'un groupe COO^- polarisé appelé tête de l'ion qui est hydrophile qui s'entoure des molécules d'eau polaires (Arnaud, *et al.*, 2004) (Boulekras, 2010). Les ions carboxylates ont une extrémité lipophile et sont donc particulièrement efficaces sur les corps gras. L'ion carboxylate est donc un agent tensio-actif qui abaisse la tension superficielle de l'eau. La qualité du savon est déterminée par :

4.1. Le pouvoir mouillant

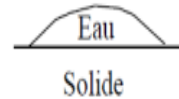
L'eau savonneuse peut pénétrer les petits interstices de la surface en contact (dans les fibres du linge, l'assiette, la table, la peau...) plus efficacement que l'eau (Spitz, 2009).

Remarque :

- **Eau seule** : La tension superficielle élevée, la cohésion du liquide l'emporte sur les interactions avec le solide donc le liquide s'étale peu.



- **Eau + Tensioactif** : La tension superficielle a baissé, moins de cohésion donc le liquide s'étale donnant un mouillage meilleure.



4.2. Le pouvoir émulsifiant:

En tant qu'agent tensioactif, le savon va s'immiscer entre l'huile et les fibres constituant le tissu et ainsi, petit à petit, diviser les corps gras puis former des micelles englobant de petites gouttes d'huile. On parle du pouvoir émulsifiant des détergents (**Pore, 1992**).

4.3. Le pouvoir dispersant

De par les propriétés des ions carboxylates et la structure des micelles, celles-ci se repoussent l'une et l'autre et elles se retrouvent donc dispersées dans l'eau savonneuse (**Pore, 1992**).

4.4. Le pouvoir moussant

Il se forme un film d'ions carboxylate à la surface de l'eau de tension superficielle faible. Par agitation de l'eau savonneuse, des bulles d'air peuvent alors être emprisonnées. La mousse n'intervient pas en tant que telle dans le lavage mais, c'est un indicateur de la tension superficielle du liquide et donc de son pouvoir détergent (**Pore, 1992**).

4.5. Formation des micelles

Dans l'eau, très peu d'ions carboxylates du savon sont isolés. Ils forment plutôt des films à la surface de l'eau. La partie polaire, hydrophile, se trouve dans l'eau et la chaîne carbonée, hydrophobe, se trouve dans l'air. Ce film peut parfois contenir de l'air ce qui explique la formation des bulles de savon (**Figure 02**).

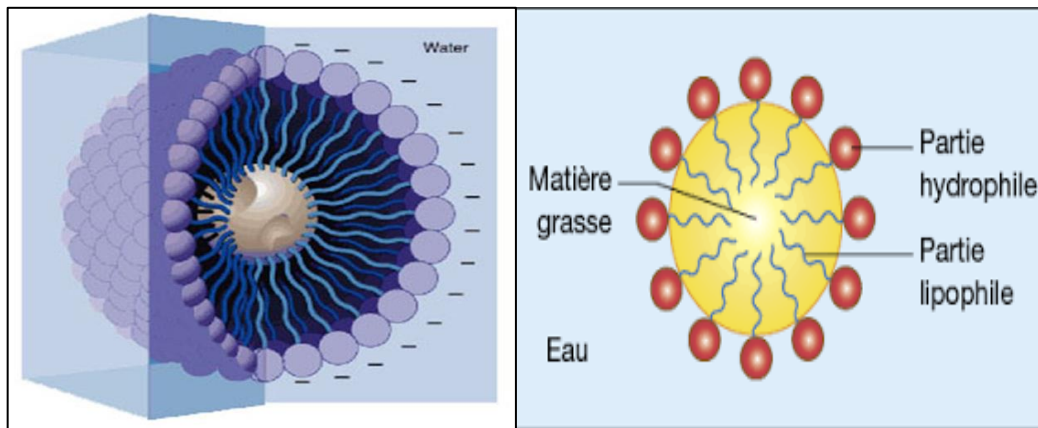


Figure 02 : Disposition des molécules de savon dans l'eau et formation des micelles (Togbe, *et al.*, , 2014.)

Si la concentration en ions carboxylate augmente, lorsque la surface du liquide est entièrement recouverte d'un film, les autres ions carboxylate pénètrent dans l'eau et s'unissent entre eux. Les parties hydrophobes se regroupent et se resserrent entre elles de manière à s'isoler de l'eau, les parties hydrophiles étant dirigées vers l'extérieur. On obtient alors des micelles (Spitz, 2009).

4.6. Propriétés détergentes du savon :

- Définition d'un détergent :

Substance qui permet d'éliminer les graisses et autres salissures à la surface des matériaux. Supposons une salissure grasse à la surface d'un tissu. En présence d'un savon en solution aqueuse, elle s'entoure d'ions carboxylate dont la partie lipophile se trouve dans la salissure, et la partie hydrophile dans l'eau (Figure 03).

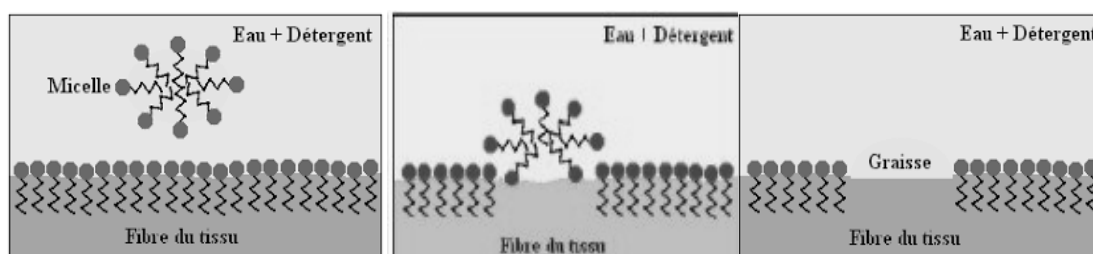


Figure 03 : Mécanisme d'action d'un détergent.

Ce phénomène contribue à arracher la salissure, conjointement à une action mécanique d'agitation ou de brossage (**Figure 04**).

La graisse est alors piégée dans des micelles pour être ensuite évacuée grâce aux eaux de rinçage (**Spitz, 2009**).

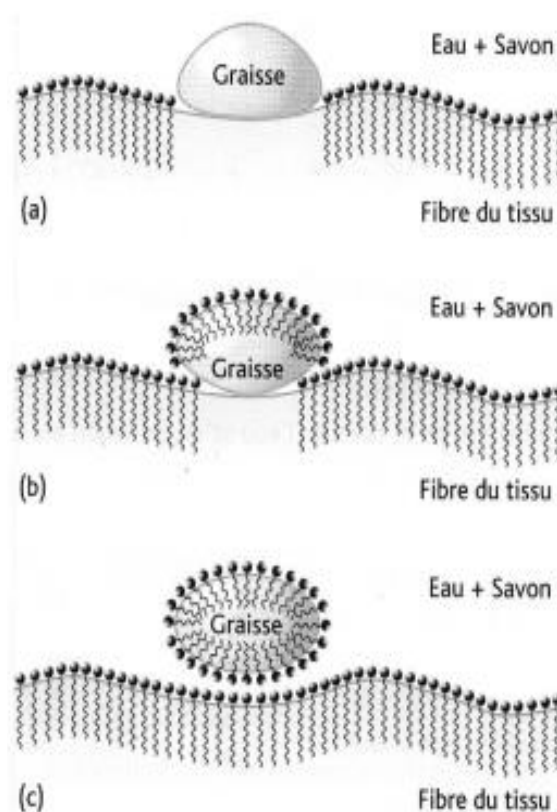


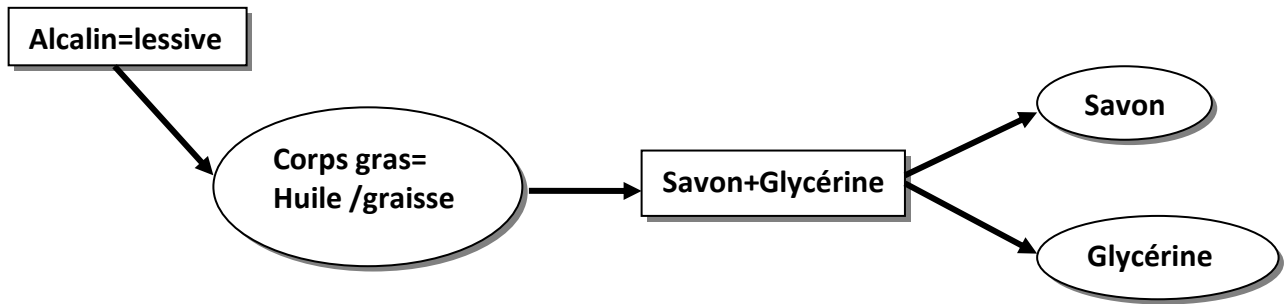
Figure 04: Phénomène de détergence
(Togbe, *et al.*, , 2014.)

5. Technologies de la fabrication du savon :

5.1. Saponification

5.1.1. Définition :

La saponification est la réaction chimique transformant le mélange d'un ester (acide gras) et d'une base forte, généralement de la potasse ou de la soude, en savon et glycérol à une température comprise entre 80 et 100°C. L'hydrolyse des corps gras produit du glycérol et un mélange de carboxylates (de sodium ou de potassium) qui constitue le savon (**Caubergs, 2006**).



En principe, tous les corps gras, huiles ou graisses, peuvent être employés dans la fabrication du savon mais nous allons voir plus loin, qu'ils n'ont pas toutes les mêmes aptitudes pour se transformer en savon. A ce stade ci, nous restons dans les généralités et nous parlons donc des corps gras qui sont composés d'acides gras et de glycérine. La plupart des graisses ou des huiles sont composées de trois acides gras. La glycérine fait en quelque sorte le pont entre les acides gras.

En ce qui concerne les alcalis ou les lessives, qui représentent la matière première importante en savonnerie, nous considérons :

- la soude caustique = l'hydroxyde de sodium
- le potassium caustique = l'hydroxyde de potassium
- le carbonate de potassium.

5.1.2. la formation du savon

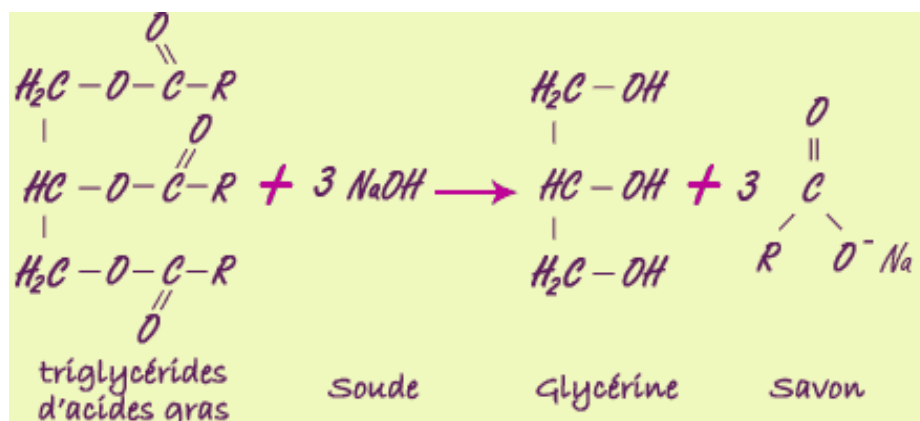


Figure 05 : Réaction de Saponification (Anonyme, 2016).

Où :

R est une chaîne d'atomes de carbones et d'hydrogènes. On peut avoir par exemple $R=(CH_2)_{14}-CH_3$

En clair, cela donne:

- soit : acide gras + NaOH= glycérine + savon dur
- soit : acide gras + KOH = glycérine + savon mou (**Caubergs, 2006**).

5.2. Les ingrédients du savon :

Les matières premières essentielles pour la fabrication de savon sont :

- les corps gras : graisses ou huiles ;
- les alcalis ou les lessives : soude caustique ou potasse caustique ;
- l'eau.

Des additifs divers et variés sont utilisés pour modifier les qualités du savon ou pour faciliter la réaction. Ainsi l'ajout de sel en fin de réaction permet d'obtenir un savon dur avec la lessive de cendres, l'alcool permet d'accélérer la réaction et rend le savon transparent (notamment la vodka), l'ajout d'acide lactique produit des « savons acides » moins agressifs pour l'épiderme. D'autres additifs comme du lait, du petit-lait, du miel, de la résine de pin, de la cire d'abeille...peuvent améliorer la qualité du savon. Toutefois, l'adjonction de sel, de colorant, de parfum et de charges est possible mais pas indispensable (**Caubergs, 2006**).

5.2.1. Hydroxyde de sodium (soude caustique)

L'hydroxyde de sodium pur est appelé soude caustique (tableau X). Dans les conditions normales, il se trouve sous forme solide cristalline. C'est un corps chimique minéral composé de formule chimique NaOH, qui est à température ambiante un solide ionique. Il est fusible vers 318 °C, il se présente généralement sous forme de pastilles, de paillettes ou de billes blanches ou d'aspect translucide. Il est très hygroscopique, il est d'ailleurs aussi souvent commercialisé sous la forme dissoute dans l'eau, il y est en effet très soluble. Il est également très soluble dans l'éthanol (**FAO, 2006**).

Tableau II : Fiche technique de Hydroxyde de sodium (Anonyme, 2012).

Nom Substance	Détails	
Hydroxyde de sodium	Formule	NaOH
	Etat Physique	Solide
	Masse molaire	39,99 g/mol
	Point de fusion	318 °C

5.2.2. Hydroxyde de potassium (potasse caustique)

L'hydroxyde de potassium est un solide blanc inodore très hygroscopique déliquescent (tableau III). Il est très soluble dans l'eau (1100 g/L à 20 °C) et dans l'alcool éthylique ; la dissolution s'accompagne d'un important dégagement de chaleur. L'hydroxyde de potassium est très soluble dans les alcools tels que méthanol, alcool absolu, glycérol. Il est insoluble dans l'éther éthylique. Dans le commerce, l'hydroxyde de potassium est livré soit sous forme solide (blocs, écailles, pastilles, poudre...), soit sous forme de solutions aqueuses à diverses concentrations. (Anonyme, 2001).

Tableau III : Fiche technique de l'Hydroxyde de potassium (Anonyme, 2012).

Nom Substance	Détails	
Hydroxyde de potassium	Formule	KOH
	Etat Physique	Solide
	Masse molaire	56,11 g/mol
	Point de fusion	380 °C à 406 °C
	Point d'ébullition	1 320 à 1 327 °C

6. Méthode de fabrication de savon :

6.1. Méthode artisanal

Il existe trois grandes méthodes artisanales pour produire du savon : le "melt and pour" ou rebatch, le procédé à froid et procédé à chaud (Donnez, 1993).

6.1.1. La fonte ou "rebatch"

La méthode consiste à fondre une base de savon (souvent commerciale), puis à y ajouter des colorants et des parfums avant de la verser dans des moules. L'intérêt de cette technique est de permettre l'introduction d'additifs qui ne supportent pas les milieux très basiques, puisqu'ils sont ajoutés dans un savon déjà terminé et non pendant le processus de saponification. Ce procédé ne nécessite donc que des précautions lors de la refonte, celle-ci devront se faire au bain-marie et jamais directement dans un récipient placé sur une plaque chauffante, pour éviter que la température ne puisse monter au-delà de 100°C.


Les savons finaux obtenus par cette méthode nécessitent un long temps de séchage à cause de l'eau supplémentaire ajoutée lors de la refonte pour obtenir une pâte qui puisse être versée facilement dans des moules (**Donnez, 1993**).


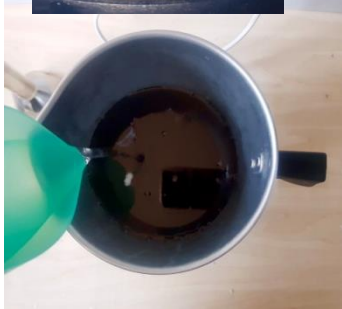
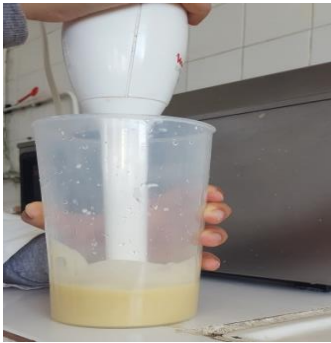

6.1.2. Le procédé à froid

Le savon obtenu par cette méthode doit murir au moins un mois avant d'être utilisé. Ce temps de maturation est souvent considéré comme indispensable pour terminer la saponification, mais il s'agit surtout d'une période de séchage au cours de laquelle le savon perdra entre 10 et 20% de son poids (**Donnez, 1993**).

Les différentes étapes de la préparation des savons sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau IV: Etapes de la préparation des savons (procédé à froid).

<p>1 .préparation de la solution de la soude</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Peser séparément l'eau puis la potasse et verse la soude dans l'eau (pas l'inverse) .la température de mélange augmente. • Agiter le mélange jusque à ce que toute la soude soit dissoute. • Laisser la température descendre entre 40°C et 45°C. • Pour calculer la quantité de soude on utilisé le calculateur SOAPCALC. 	
---	---	---

<p>2. Préparation du mélange d'huile</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Peser le mélange d'huile et chauffé délicatement a feu doux jusqu' à température entre 40°C et 45°C. • La quantité d'huile a utilisé dépend de la quantité de savon voulu. 	
<p>3. Mélange d'huile avec la solution de soude</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verser le mélange d'huile dans un récipient en plastique et ajoute doucement la solution de soude puis mélangé dans le même sens. 	
<p>4. Mixer le mélange</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mélanger à l'aide d'un mixeur pendant 05 à 15min jusque a l'obtention de la trace. 	
<p>5. Moulage</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Couler la pâte obtenue dans des moules en silicone ; puis couvrir avec de film en plastique. après 48h de moulage, démouler et enfin laissé sécher a l'aire libre et à l'ombre pendant deux à quatre semaine selon le type de savon préparer. 	

6.1.3. Le procédé à chaud

La méthode est similaire au procédé à froid, mais ici, la saponification est réalisée à 80°C environ pendant trois heures, avant l'ajout des additifs et le moulage. Les savons obtenus sont

directement utilisables, car la saponification est complètement terminée à l'issue du processus, mais un temps de séchage est quand même nécessaire.

Les additifs sensibles, comme les huiles essentielles par exemple, perdent moins leurs propriétés avec cette méthode, s'ils peuvent être intégrés à la pâte à une température n'excédant pas 50°C.

La méthode à chaud possède donc certains avantages sur la méthode à froid, mais elle a également ses inconvénients : le savon produit est très difficile à mouler et présente souvent une texture plus grossière que son homologue réalisé à froid dont la texture est plus lisse (**Donnez, 1993**).

6.2. Méthode industrielle :

La fabrication et les procédés industriels sont variés depuis les premières mises au point vers 1750. La fabrication en cuve est autrefois caractérisée par l'embâtage, le relargage, l'épinage, le lavage et séchage. Voici les étapes de fabrication (**Kone, 2000**) :

6.2.1. L'embâtage :

Consiste à mélanger les corps gras à la lessive de soude. Ici une solution de soude, facilement alcaline, est chauffée à ébullition. Le corps gras végétal, c'est-à-dire l'huile d'olive, d'arachide, de coton, de palme, de noix de coco, de sésame ou le corps gras animal, suif ou l'huile de poisson, est ajouté par petites doses et souvent sous forme de mélange complexe selon le savon à obtenir.

Notons qu'il reste dans la lessive de soude une quantité défini de vieilles solutions savonneuses, ou solutions mères soutirées d'une précédente saponification (**Spitz, 2009**).

6.2.2. Le Relargage :

Utilise des lessives concentrées puis des lessives salées qui permettent une meilleure séparation des sels alcalins d'acide gras, c'est-à-dire du savon formé qui est relargué et surnage en grumeaux (**Spitz, 2009**).

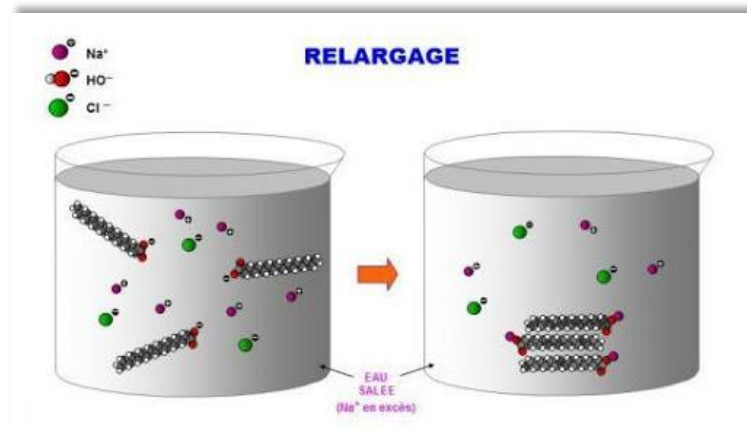


Figure 06 : Le relargage (Spitz, 2009).

6.2.3. L'épilage :

Qui prend son nom de l'épave, robinet du bas de la cuve, consiste à soutirer l'eau salée et le glycérol, appelé glycérine.

6.2.4. Le lavage :

Consiste à répéter l'ajout de solutions salines, pour emporter le glycérol et les lessives résiduelles.

6.2.5. Le séchage :

Permet d'obtenir des pains de savon secs et consistants. Les deux étapes médianes ont parfois disparu au cours de l'année 1920 pour favoriser une épuration rapide et permettre une coulée à l'état liquide dans des bassins peu profonds, appelés mises ou le savon se solidifie avant d'être débité en bandes, puis après séchage, marqué et débité en cubes (Spitz, 2009).

7. Critères de qualité d'un savon

Comme les impuretés grasses manquent d'affinité à l'eau (hydrophobe), nous avons besoin des savons qui ont la propriété également de réduire la tension superficielle de l'eau ce qui facilite la pénétration de l'eau et ainsi l'émulsion des particules de saleté amenant le gras à la surface de ce que l'on doit nettoyer.

Pour faire un bon savon il est impératif de prendre en considération des indices techniques suivants :

7.1. Le surgraissage

Surgraisser un savon est très important, c'est le surgraissage qui va faire en sorte que le savon sera moins agressif pour la peau. En effet à la surface de la peau il y a un film hydrolipidique

(FHL) composé d'eau et de sébum. Il protège la peau des agressions extérieures en faisant barrière, il joue aussi un rôle d'anti-déshydratant, puisque l'eau est retenue dans les cellules grâce au film de gras.

Il est courant de sur graisser un savon entre 5 et 10% avec des huiles plus onéreuses, comme les huiles de jojoba et d'avocat, dont on souhaite conserver au mieux les propriétés en ne les ajoutant qu'une fois la saponification bien avancée. La présence de telles huiles en excès limite le dessèchement cutané dû à l'usage du savon et constitue en même temps une marge de sécurité permettant de s'assurer d'une utilisation complète de la soude à l'issue de processus de saponification.

7.2. Le pH du savon

Avec un pH voisin de 10, le savon est nettement basique et perturbe incontestablement l'acidité de la peau (dont le pH est environ 5,5).

Dans la pratique toutefois, le pH de la peau se rétablit assez vite et que les irritations cutanées causées par le caractère basique des savons sont peu fréquentes.

A l'inverse, les savons à base de dérivés du pétrole présentent un pH généralement plus proche de celui de la peau. Par contre, eux aussi ont leur inconvénient : leur pouvoir détergeant est souvent tellement puissant qu'ils assèchent la peau et ne sont finalement pas plus "doux" à l'usage que les savons classiques (**Waton, 2014**).

La littérature publie plusieurs valeurs du pH de la peau, toutes dans la gamme acide mais avec un éventail s'étalant de pH 4 à 7. Les valeurs obtenues varient :

- Selon le type de la peau : une peau sèche est plus acide qu'une peau grasse.
- Selon l'endroit de la mesure : le pH de la peau sous les aisselles est moins acide que sur d'autres zones.
- Selon que la peau a été soumise à des influences extérieures (nettoyée ou pas, par exemple) (**Waterval, 2011**).

7.3. L'indice d'iode

L'indice d'iode permet de mesurer le degré d'insaturation d'une graisse.

- Plus l'indice d'iode d'une huile est élevé, plus cette huile aura tendance à rancir et plus le savon qu'elle produira sera mou.
- Plus l'indice d'iode d'une huile est bas, plus cette huile sera stable et plus le savon qu'elle produira sera dur.

Valeurs conseillées : 41 – 70 (**Pore, 1992**).

Chapitre 02
Huile De
Noyau De
Datte

1. Historique et Généralités sur les Palmiers dattier :

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*) est l'une des plantes les plus anciennes. La première plantation de palmier dattier a coïncidé avec les civilisations les plus anciennes et s'est étendue du nord-est de l'Afrique au nord-ouest du plateau du Tigre et de l'Euphrate. Les Phéniciens ont favorisé la plantation du palmier dattier autour des régions méditerranéennes dans les temps anciens. En raison du transfert de la date de la région de la Phénicie aux régions méditerranéennes, les Grecs l'appellent Phoenix (**Dawson, 1982**).

L'Algérie est un pays phoenicicole classé au sixième rang mondial et au premier rang dans le Maghreb pour ses grandes étendues de culture avec 160 000 ha et plus de 2 millions de jardins et sa production annuelle moyenne de dattes de 500 000 tonnes (**Bouguedoura, et al., 2010**).

Le palmier dattier en Algérie est établi en plusieurs oasis réparties sur le Sud du pays où le climat est chaud et sec (zone saharienne). Sa culture s'étend depuis la frontière Marocaine à l'ouest jusqu'à la frontière tuniso-lybienne à l'est et depuis l'Atlas Saharien au nord jusqu'à Reggane (sud-ouest), Tamanrasset (centre) et Djanet (sud-est). Le nombre de cultivars inventorié en Algérie est estimé à près d'un millier de cultivars (**Bouguedoura, et al., 2010**).



Figure 07 : Arbres de palmier dattier.

La culture du palmier dattier contribue, non seulement à la production de dattes, qui constitue l'essentiel des réserves alimentaires des locaux et de leurs cheptels, mais aussi elle permet (lorsqu'il est conduit en système oasien) la création de microclimat favorable aux cultures en sous étages (arbres fruitiers, fourrages verts, céréales, maraîchage, etc.) (**Ilbert, 2005**).

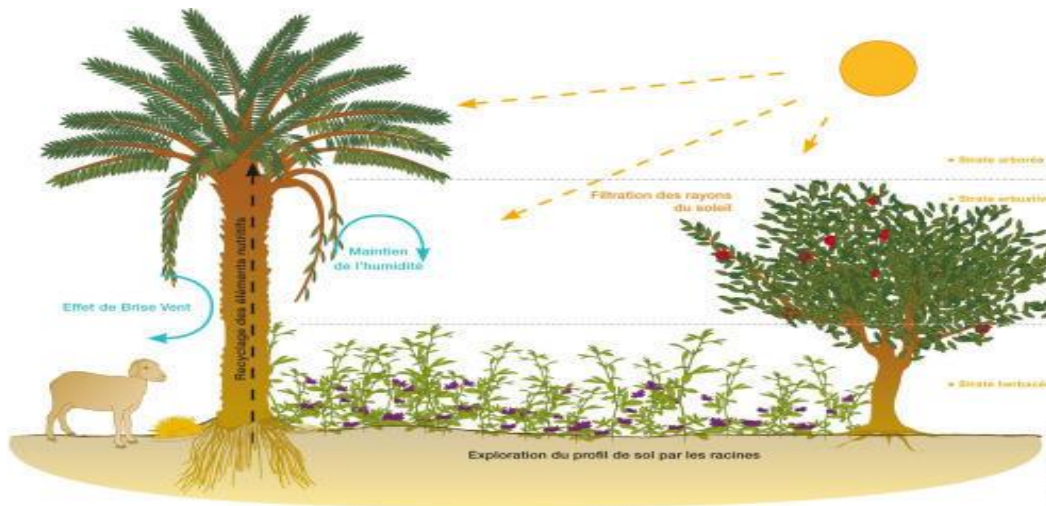


Figure 08 : Ecosystème du palmier dattier.

Les noyaux de palmier dattier sont des déchets de beaucoup d'industries de transformation, ils sont dans la plupart des pays producteurs de dattes jetés ou partiellement incorporés dans l'alimentation animale. Leur valorisation dans l'alimentation humaine reste très faiblement explorée en dehors de quelques applications traditionnelles (Lachheb, 2010) (Boussena, *et al.*, 2013).

2. Noyau de dattes

2.1. Définition et description de noyau de dattes

Le noyau de datte (ou graine) est de forme allongée et de grosseur variable. Son poids moyen est environ d'un gramme, il représente 7 à 30 % du poids de la datte (figure 2). Le noyau de datte, enveloppé dans l'endocarpe membraneux, est constitué d'un albumen corné d'une consistance dure protégé par une enveloppe cellulosique (Boussena, *et al.*, 2013); (Meroufel, 2015); (Ben abbes, 2011).

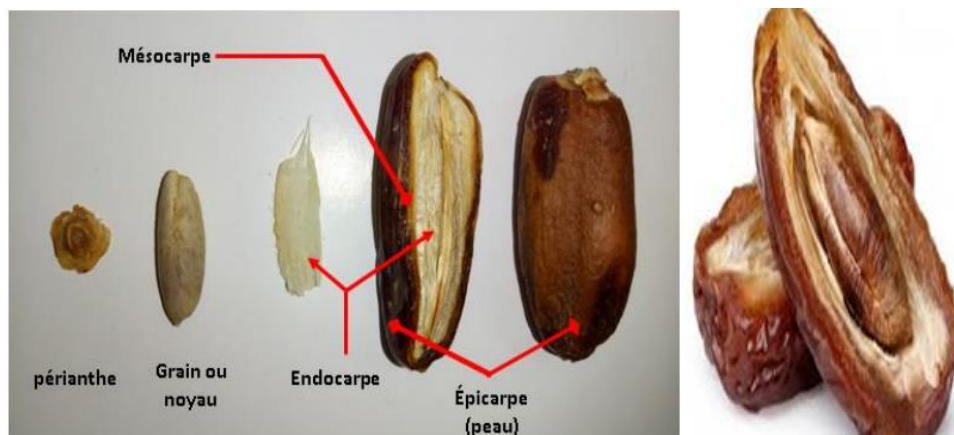


Figure 09 : Morphologie des dattes (Ben abbes, F(2011)).

2.2. Les composants de Noyau de dattes

La composition biochimique des noyaux de datte peut être déduite à travers la composition biochimique des noyaux de différents types de datte.

Selon (Khali, *et al.*, 2015) les graines de certaines variétés de dattes Algérienne (tableau V) sont composées de Glucides totaux qui variaient entre 66,21% et 68,10% .La teneur en protéines du ND est relativement élevée par rapport à la chair de datte. Il se situe entre 0,11% et 8,59%. De plus, la même note est observée pour la teneur en matières grasses. Elle varie entre 8,72% pour Degla Baida et 11,70% pour Ghars.

Tableau N° V : Composition des noyaux de dattes (Khali, *et al.*, 2015).

Variété/ Paramètre	Deglet Nour	Degla Baida	Ghars	Hamraya
Humidité (%)	8,08±0,09	6,37±0,04	12,42±0,37	6,79 ±0,02
Matière sèche (%)	91,92±0,09	93,63±0,04	87,58±0,37	93,21±0,02
Cendres (%MS)	1,08 ±0,00	1,01 ±0,05	0,80 ±0,00	0,85 ±0,01
Matière organique (%MS)	98,92 ±0,01	98,99 ±0,05	99,21±0,00	99,15 ±0,01
Protéines brutes (% MS)	8,59 ±0,68	6,61 ±0,17	6,51 ±0,11	6,72 ±0,29
Cellulose brute (% MS)	13,54 ±1,17	16,27 ±1,39	14,78 ±0,60	13,94 ±0,31
Sucres totaux hydrosolubles (% MS)	6,02 ±1,24	7,09 ±0,74	7,08 ±0,03	7,41 ±0,29
Matière grasse (% MS)	9,81 ±1,78	8,72 ±1,02	11,70 ± 1,76	10,39 ±2,21
Glucides totaux (%MS)	66,98 ±1,89	67,39 ±1,59	66,21 ± 2,11	68,10 ±0,47

Actuellement, plusieurs publications confirment que les noyaux de datte peuvent être valorisés et considérés comme une source potentielle en huile.

Cependant, les bienfaits du noyau des dattes ont été confirmés par plusieurs chercheurs :

- (Al-Qarawi, *et al.*, 2005; Jassim, *et al.*, 2007) ont montré que les extraits des noyaux de datte ont la capacité de guérir les foies empoisonnés, ils les protègent également contre l'hépto-toxicité.
- (Jassim, *et al.*, 2007), ont montré qu'une faible concentration d'un extrait acétonique (100-1000 µg/ml) du (variété Abu Dhabi) est capable d'inhiber les états infectieux.
- (Dammak, *et al.*, 2007), ont contribué dans l'incorporation des extraits des noyaux de datte dans des crèmes cosmétiques de soins.

- (Lecheb, 2015) a réalisé des essais de formulation d'un phyto-cosmétique réparatrice de type cosmétique à base de l'huile du noyau de dattes *Meche-Degla*.

3. Huile du noyau des dattes

L'HND est une huile extraite à partir des noyaux, généralement, elle est de couleur jaunâtre verte pale, avec une odeur agréable (Figure 10) (Barreveld, 1993).

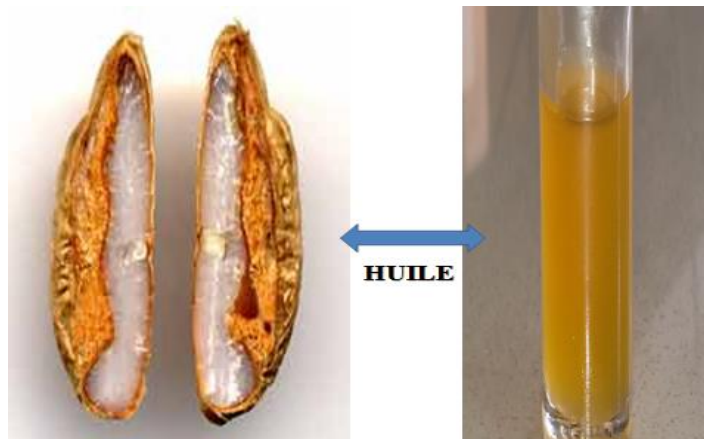


Figure 10 : Huile Noyau de dattes

L'intensité de cette couleur diffère selon les variétés, type du sol et l'origine, cependant, elle peut être de couleur jaune plus foncée par rapport à l'huile de palme, de soja, de maïs, de tournesol et d'olive (Hsu et Yu, 2002 ; Besbes *et al.*, 2004).

4. Méthode d'extraction de l'huile de noyaux de dattes

Plusieurs études ont montré que les noyaux de datte peuvent être considérés comme une source potentielle en huile.



Figure 11 : Etapes d'extraction de l'HND.

Il existe différentes méthodes utilisées pour l'extraction de l'huile de noyaux de dattes, soit en utilisant différents solvants comme l'hexane et l'éther de pétrole, soit en utilisant l'extraction

par micro-ondes et ultrasons ou alors en utilisant l'extraction à froid. Cependant, les méthodes d'extraction par solvant prennent plus de temps avec une utilisation élevée de solvants.

Les technologies modernes utilisent des techniques, telles que l'extraction par micro-ondes et ultrasons pour une extraction optimale des lipides. Ainsi plus bénéfique en termes de temps, de réduction des coûts, de consommation de solvant et d'efficacité énergétique. Ces méthodes pourraient également améliorer la stabilité des composés extraits, la simplification du processus, la qualité et la quantité d'extraction. Les huiles extraites par ces méthodes pourraient posséder une meilleure stabilité à l'oxydation (Jassim, *et al.*, 2010). Certains des méthodes utilisées pour l'extraction de l'huile de noyaux de dattes sont expliquées comme suit :

4.1. Extraction à froid

De nos jours, et par rapport aux huiles obtenues par des extractions de solvants conventionnelles, les huiles extraites à froid ont suscité un intérêt beaucoup plus mondial grâce à leurs avantages nutritionnels et sanitaires ainsi qu'à leur richesse en composants bioactifs (Nederal, *et al.*, 2012).

Les huiles pressées à froid sont exemptes de toute trace de solvant d'extraction. La température pendant l'extraction n'atteint pas un niveau élevé qui pourrait nuire aux ingrédients et provoquer une perte de nutriments par oxydation ou induire la formation de substances dangereuses (toxines) dans les graines et l'huile de graines (Lutterodt, *et al.*, 2010); (Parry, *et al.*, 2006); (Siger, *et al.*, 2008).

Les huiles ainsi extraites conservent leur saveur, leur arôme et leurs nutriments d'origine, ainsi que leur composition élevée en d'antioxydants naturels. L'inconvénient majeur réside dans le faible rendement en huile (Lutterodt, *et al.*, 2011).

La presse à visse (extraction à froid) est considérée comme l'une des méthodes d'extraction d'huile à partir de graines solide les plus anciennes et les plus simples. Cette technique conventionnelle est également efficace en cas de noyaux de dattes (Demirbaş 2008).

4.2. Extraction Soxhlet

L'extraction Soxhlet est un cycle répété d'extraction par solvant. Généralement, dans le domaine de la phytochimie, le matériel végétal séché à l'air, comme les graines, est broyé en poudre fine, placé dans une cartouche poreuse, parfois appelée dé à coudre, puis mis dans

l'extracteur. Le solvant, contenu dans le ballon, est porté à ébullition, qui le transfère à la partie supérieure. Ici, il est condensé à travers un fluide frigorigène situé en haut de l'installation et s'accumule autour et à l'intérieur de la cartouche. Lorsque le solvant atteint la partie supérieure au niveau du siphon, le mélange est renvoyée dans le ballon par différence de pression, où il est de nouveau évaporé. Plusieurs cycles d'extraction sont ainsi effectués (Jensen, 2007). Certaines normes ont fixé la durée de l'opération à 8 h (ISO 659–1988, 2016).

Si l'extraction Soxhlet donne le meilleur rendement Par rapport à d'autres techniques d'extraction, les extraits obtenus sont beaucoup plus complexes, et l'inconvénient majeur est l'abondance d'artefacts provenant de la longue exposition des composés extraits à la chaleur et à l'oxygène de l'air qui sont la principale source de modifications chimiques. De plus, la longue durée de fonctionnement requise, les volumes de solvants importants, l'évaporation et la concentration nécessaires à la fin de l'extraction, et l'insuffisance en analytes thermolabiles constituent d'autres inconvénients potentiels de cette technique. L'extraction Soxhlet est la technique la plus citée dans la littérature utilisée pour extraire l'huile de graines de dattes. Il est parfois utilisé comme référence contre les autres techniques car il donne, généralement, le meilleur rendement en huile (Virot, *et al.*, 2007).



Figure 12 : Appareil de Soxhlet (photographie de l'appareil).

❖ Principe

Le solvant contenu dans le ballon, est porté à ébullition, qui le transfère à la partie supérieure. Ici, il est condensé à travers un fluide frigorigène situé en haut de l'installation et s'accumule autour et à l'intérieur de la cartouche. Lorsque le solvant atteint la partie supérieure au niveau du siphon, le mélange est renvoyée dans le ballon par différence de pression, où il est de nouveau évaporé. Plusieurs cycles d'extraction sont ainsi effectués (Jensen.WB, 2007). Certaines normes ont fixé la durée de l'opération à 8 h (ISO 659–1988, 2016).

4.3. Extraction par micro-ondes

Cette méthode permet d'extraire du matériel végétal à pression atmosphérique. Les nombreux avantages de l'utilisation du micro-ondes sont :

La réduction des gradients thermiques, chauffage plus efficace, transfert d'énergie plus rapide, chauffage sélectif, taille réduite des équipements, démarrage plus rapide, augmentation de la production et réduction des étapes du processus (Paré, *et al.*, 1997).



Figure 13 : Appareil de micro-ondes (photographie de l'appareil).

❖ Principe

Il consiste à placer le matériel végétal dans le réacteur du four à micro-ondes. Le chauffage interne de la plante avec le solvant permet la dilatation des cellules végétales conduisant à la libération de ses composés organiques. Un système frigorifique situé à l'extérieur du four à micro-ondes permet la condensation du solvant.

Les micro-ondes sont des rayonnements non ionisants dans le spectre électromagnétique des micro-ondes entre 300 MHz et 300 GHz et ayant une longueur d'onde comprise entre l'infrarouge et les ondes radio. L'énergie de l'onde électromagnétique est discriminée en tant que vecteur énergétique grâce au frottement, aux chocs et à l'agitation moléculaire produits par la migration des ions et la rotation dipolaire. La propagation de l'énergie électromagnétique agit comme un rayonnement non ionisant qui provoque des mouvements moléculaires des ions et la rotation des dipôles, mais n'affecte pas la structure moléculaire (Paré, *et al.*, 1997).

4.4. Extraction par ultrasons

La Puissance ultrasonique fonctionnant à intensité entre 20 et 100 kHz est utilisée pour l'extraction de molécules végétales. Le principal avantage de l'Extraction par ultrasons est d'assurer la destruction de la paroi cellulaire à basse température. La **figure 05** montre l'appareil d'Extraction par ultrasons utilisés par (**Ben-Youssef, et al., 2017**) pour l'extraction de HND à l'hexane et MeTHF comme solvant d'extraction. Plus de détails sur ces extractions sont présentés dans (**Tableau VI**).



Figure 14 : appareil d'Extraction par ultrasons (photographie de l'appareil).

❖ Principe

Lorsque les ultrasons à basse fréquence sont dans un liquide ils provoquent le phénomène de cavitation, il est responsable des dommages cellulaires. La cavitation est la formation des micro-bulles transitoires qui implosent violemment après avoir atteint une taille critique. Les bulles conduisent ainsi à la destruction des parois cellulaires (**Chemat et al., 2011**). Plus clairement, lorsque l'ultrason se transmet à travers n'importe quel milieu, il induit une série de compressions et de raréfactions dans les molécules du milieu. De tels changements de pression alternés provoquent la formation et finalement l'effondrement de bulles dans un milieu liquide. Ce phénomène de création, d'expansion et d'effondrement implosif de microbulles dans des liquides irradiés par ultrasons est connu sous le nom de «cavitation acoustique». L'implosion de bulles cavitantes génère également des collisions interparticulaires à haute vitesse, des turbulences au niveau microscopique et une agitation dans des particules microscopiques de l'échantillon végétal qui accélère la diffusion (**Viroit et al., 2008**).

Tableau VI : Rendements de l'huile de noyaux de dattes selon les différentes méthodes d'extraction.

Méthode d'extraction	Extraction au solvant	Conditions opérationnelles	Pourcentage d'huile sur la base de la matière sèche (%)	Référence
Soxhlet	n-hexane	Même conditions	4.44–7.24	(Ben-Youssef, et al., 2017)
	MeTHF	15 g	5.02–5.97	
		Reflux 8 h		
	Hexane	Poids non indiqué	5,89–7,83	(Nehdi et al.,2018)
		Reflux		
		8 h		
	Hexane	Poids non indiqué	16,5	(Jamil et al., 2016)
		70°C		
		7 h		
	Hexane	750–900 g	5.064–6.833	Abdalla et al. (2012)
Reflux				
4–6 h				
Éther de pétrole	Poids non indiqué	5,77–10,71	Al-Juhaimi et al. (2018)	
	Reflux			
	5 h			
Éther de pétrole	Poids non indiqué	7.11	Herchi et al. (2014)	
	Reflux			
	6 h			
Microonde	n-hexane	Même conditions	5.52	(Ben-Youssef, et al., 2017)
	MeTHF	15 g	4.74	
		30 min		
Ultrason	n-hexane	Même	6.18	(Ben-Youssef, et

		conditions		<i>al., 2017)</i>	
	MeTHF	15 g	5.57		
		Reflux			
		30 min			
	n-hexane	50 g	8.5	Jadhav et al. (2016)	
		20 °C			
		45min			

5. Valorisation de l'huile de noyaux de datte dans la cosméceutique :

Il existe des applications potentielles de l'huile de graines de datte dans les cosmétiques (crèmes pour le corps, savon à raser et shampooings). les extraits et les antioxydants des noyaux des dattes sont valorisés et incorporés dans des crèmes cosmétiques biologiques de soin (**Lachheb, 2010**).

5.1. Elaboration des crèmes

Incorporé dans des crèmes cosmétiques de soins (**Dammak, et al., 2007**), elle contribue à protéger l'épiderme contre les effets néfastes des UV_A, UV_B du soleil et contre les radicaux libres responsables du vieillissement cellulaire (**Besbes, et al., 2005**). Ainsi que des dommages dus au stress oxydatif causés par le peroxyde d'hydrogène. De plus, l'huile de graines de datte peut réparer la peau humaine grâce à son activité antioxydante. Ces spécificités le rendent adapté aux industries cosmétiques et alimentaires (**Abdul Afiq, et al., 2013**).

Selon une étude faite par (**Lachheb, 2010**), L'ajout de l'huile du noyau de dattes (qui n'a aucun effet seule sur la viscosité), pendant un temps de stockage de 30 jours réduit complètement l'étalement de la crème cosmétique de même que la viscosité, alors qu'elle a un effet significatif sur la stabilité oxydative en la favorisant.

L'extrait aqueux et l'huile du noyau de dattes augment l'indice d'écoulement dans la crème formulée ($\eta = 0,42$) ; qui est presque équivalent a la crème du commerce (crème Dove ($\eta = 0,47$)).

Le pH de la crème cosmétique élaboré à base de l'huile noyau de datte est plus proche de

celui trouvé pour le produit du commerce (crème Dove).

6. Etude de l'impact de l'ajout de l'huile des noyaux de datte dans la fabrication d'un savon

Pour étudier la possibilité d'incorporer l'huile des noyaux de datte dans la fabrication du savon, nous avons jugé nécessaire de reporter les résultats de recherche liés à la composition de cette huile ainsi que ses propriétés physico-chimiques et rhéologiques.

6.1. Composition et caractéristiques utiles dans la fabrication d'un savon

Comme d'autres huiles végétales, l'huile des noyaux de datte est constituée de deux fractions, une fraction saponifiable (ou glycéridique) et une fraction insaponifiable.

6.1.1. Fraction saponifiable

Cette fraction est caractérisée essentiellement par la nature des acides gras. Les acides gras (AG) sont des molécules organiques comprenant une chaîne carbonée terminée par un groupement carboxyle. Cette chaîne carbonée peut être dépourvue de toute double liaison carbone-carbone, dans ce cas les acides gras sont dits « saturés » (AGS). Elle peut également contenir une double liaison (acides gras mono-insaturés AGMI) ou plusieurs doubles liaisons (acides gras polyinsaturés AGPI). Pour les acides gras insaturés, ils sont souvent référencés selon la position de la première double liaison par rapport au groupement méthyle terminal.

Il existe deux grandes familles d'AGPI : la série en n-6 (ou oméga 6) et la série n-3 (ou oméga 3). De nombreuses études se sont intéressées à la quantification des différents AG présents dans l'huile des noyaux de datte obtenue via différents procédés d'extraction (**Tableau VII**) (**Besbes, et al., 2004a**) (**Besbes, et al., 2004 b**) (**Ben-Youssef, et al., 2017**) (**Basuny, et al., 2011**).

Tableau VII : Pourcentage des acides gras dans la composition de l'HND.

Acide gras	Référence			
	(Besbes S., 2004a)	(Besbes, et al., 2004 b)	(Basuny, et al., 2011)	(Ben-Youssef, et al., 2017)
Caprique C10:0)	0.8–0.07	0.44–0.68	0.25	0.48
Laurique	5.81–17.8	22.56–24.34	35.31	22.2

(C12:0)				
Myristique (C14:0)	9.84–3.12	10.33–11.17	0.04	10.2
Myristoleique (C14:1)	0.09–0.04	0.33	-	-
Acide Pentadecenoique (C15:1)	10.9–15.0	-	-	-
Palmitique (C16:0)	-	8.30–8.47	12.58	9.02
Palmitoleique (C16:1 ω 7)	0.11–1.52	0.12–0.18	-	-
Stearique (C18:0)	5.67–3.0	2.57–2.65	3.30	3.47
Oleique (C18:1 ω 9)	41.3–47.7	39.17–42.13	39.50	45.5
Linoleique (C18:2 ω 6)	12.2–21.0	11.66–11.99	8.20	9.11
Linolenique (C18:3 ω 3)	1.68–0.81	1.01–1.39	0.81	-

Les auteurs **Besbes (2004)**, **Ben-Youssef (2017)** et **Basuny (2011)** révèlent qu'il y a une prédominance des acides gras recherchés en savonnerie :

- ✓ L'acide oléique (39.17 – 47,7 g/100g).
- ✓ L'acide laurique (5.81– 35.31 g/100g).
- ✓ L'acide linoleique (9.11–21.0 g/100g).

6.1.2. La fraction insaponifiable

La fraction insaponifiable d'un corps gras correspond à l'ensemble de ses constituants qui, après hydrolyse basique (saponification), sont très peu soluble dans l'eau et solubles dans les solvants organiques. Généralement, la fraction insaponifiable des huiles contient des molécules de haut poids moléculaire, non volatils, possédant une solubilité faible dans les solvants aqueux. Ces composés sont constitués majoritairement des phytostérols, triterpènes, tocophérols et des pigments (**Wolf, 1968**).

La fraction insaponifiable représente en moyenne 1 % des constituants totaux de l'huile des noyaux de datte. C'est une teneur qui reste suffisante pour attribuer à l'huile des possibilités d'incorporation en savonnerie.

Différents auteurs ont identifié par Chromatographie liquide à haute performance (HPLC) et chromatographie de phase gazeuse couplée à un spectrophotomètre de masse (CGMS) les composés phénoliques, les stérols et les tocophérols contenus dans l'huile du noyau de dattes.

- **Composés phénolique :**

L'huile du noyau de dattes est riche en composés phénoliques (**Tableau VIII**) (**Besbes, et al., 2004 b**) (**Marinova, et al., 2003**).

Selon (**Visioli, et al., 1998**); (**Ucella, 2001**) ; (**Malik, et al., 2006**) (**Aoshima, et al., 2007**) l'oleuropéine, le tyrosol, l'hydroxytyrosol et le demethyl-oleuropeine possèdent des propriétés biologiques et fonctionnelles attribuées à leur capacité antioxydante (**Williamson, et al., 2005**) (**Villano, et al., 2007**).

Tableau VIII : Principaux constituant en composé phénolique de HND en %.

Polyphénols	Composition (%) (Besbes, et al., 2004a)
Non identifié	50 - 66
Hydroxytyrosol	6,94 – 10,22
Acide gallique	2,48 - 4,11
Acide protocatechuiques	4,26 - 9,62
Acide dihydroxyphenylacetique	1,56- 3,4
Tyrosol	4,50 - 8,10
Acide caféique	1,30 – 4,95
Acide <i>p</i> -coumarique	0,22 - 0,26
Oleuropeine	0,11 - 0,18

- **Les Tocophérols**

Les différents isomères de vitamines E contenus dans les huiles de graines de différents cultivars de dattes sont : l' α -tocophérol, le β -tocophérol, le γ -tocophérol, le δ -tocophérol, l' α -tocotriénol, le γ -tocotriénol et le δ -tocotriénol.

Selon (Biglar, et al., 2012) et (Habib, et al., 2013), l' α -tocophérol est le composant prédominant dans l'huile de graines de dattes, alors que (Nehdi, et al., 2018), ont constaté que le γ -tocophérol était le composant prédominant, cette observation a été expliquée par ces auteurs, il s'agit d'une corrélation positive entre la teneur en tocophérol dans les cultivars d'huile et de graines.

La teneur en huile de l' α -tocophérol variait entre 10,09 et 33,86 μg de vitamine E / g d'huile pour 14 huiles de graines de dattes iraniennes (Biglar, et al., 2012). Les résultats rapportés par (Habib, et al., 2013) pour 18 variétés d'huile de graines de dattes des Émirats arabes unis se situaient entre 1,01 et 1,86 mg / 100 g d'huile de graines de dattes. Cependant, (Nehdi, et al., 2018) ont trouvé des niveaux plus élevés d' α -tocophérol dans six cultivars saoudiens variant entre 9,18 et 15,17 mg / 100 g d'huile.

Alors que la composition du tocophérol et du tocotriénol de l'huile de graines de dattes *P. canariensis* montre que L' α -tocotriénol représente 66% du total des tocophérols. Les principaux tocophérols sont représentés dans le (Tableau IX).

Ceci dit on peut noter que l'huile de graines de *P. canariensis* contient également une quantité de Le α - tocophérol acétate qui est une autre forme de vitamine E. Il est plus stable à la lumière et à l'oxygène que le tocophérol. Le α - tocophérol Acétate est également présent dans l'huile de balai espagnole, l'huile de tournesol et l'huile d'olive (Cerchiara et al., 2010).

Tableau IX : Tocophérol contenus dans l'huile de graines de Phoenix canariensis (mg / 100 g d'huile).

Tocophérols	mg/100 g d 'huile (Nehdia, et al., 2010)
α -Tocophérol	0.61
β -Tocophérol	0.92
γ -Tocophérol	10.30
δ -Tocophérol	1.03
α -Tocotrienol	34.01

γ -Tocotrienol	4.63
Total	51.54

- **Les stérols**

La fraction la plus étudiée de la matière insaponifiable est celle des stérols. La composition de la fraction de stérols est indiquée dans le tableau X. La fraction de stérols de l'huile de graines de *P. canariensis* se compose principalement de campestérol, de β -sitostérol, de $\Delta 5$ -avénastérol et de $\Delta 5,24$ -stigmastadiérol, parmi lesquels β -sitostérol était le plus prédominant (76%), accompagné de quantités infimes de cholestérol, de stigmastérol, de $\Delta 7$ -stigmastérol et de $\Delta 7$ -avénastérol. Le niveau de stérols varie de (336-350 mg / 100 g d'huile) (Besbes, et al., 2004a).

Tableau X : Stérols contenus dans l'huile des noyaux de dattes exprimés en (mg / 100 g d'huile).

Stérols	mg/100 g d 'huile (Nehdia, et al., 2010)
Cholesterol	1.42 \pm 0.01
Campestérol	29.90 \pm 0.12
Stigmastérol	3.69 \pm 0.03
Sitostérol	255.63 \pm 0.42 5
$\Delta 5$ - Avenastérol	29.56 \pm 0.41 5
$\Delta 5,24$ -Stigmastadienol	9.20 \pm 0.09 7
$\Delta 7$ -Stigmastenol	2.68 \pm 0.01 7
$\Delta 7$ -Avenasterol	3.99 \pm 0.03
Total	336.07

- **Les caroténoïdes**

(Habib, et al., 2013) ont étudié les profils caroténoïdes de l'huile de graines de dattes de 18 variétés des Émirats arabes unis et ils ont prouvé que la lutéine, la cryptoxanthine, l'échinénone, le β -carotène et le γ -carotène se trouvaient dans toutes les variétés de graines de dattes, tandis que le lycopène et l' α -carotène n'ont pas été détectés dans toutes les graines de dattes.

6.2. Les caractéristiques physico-chimiques de l'HND

L'huile extraite des noyaux de datte est un liquide à la température ambiante (Salimon, et al., 2008 ; (Boukouada, 2014 ;Besbes, et al., 2004a).

Certaines, propriétés physico-chimiques de l'huile de noyaux de datte apportées par différent chercheurs sont données dans le **Tableau XI** comme la viscosité (CP) à 40 ° C, l'indice de saponification (mg KOH / g) (IS), l'indice d'acide (mg KOH / g) (IA) et indice d'iode (mg / g) (II).

Tableau XI : Propriétés physico-chimiques de l'huile de noyaux de datte apportées par différent chercheurs.

Caractéristiques de l'HND	μ (CP)	IS	II	IA	Référence
Dattes Iraniennes (Zahidi)	29	206	45	1.85	(Mortadha, et al., 2015)
Dattes Tunisiennes	—	191.28 ± 0.50	76.66 ± 0.28	—	(Nehdia, et al., 2010)
Dattes israélienne	—	221.0	49.5	3.76	(Devshony, et al., 1992)

- **Viscosité**

(Besbes, et al., 2004a) ont évalué la viscosité des huiles de noyaux de deux variétés de dattes Deglet Nour et Allig qui sont respectivement de : 20- 40 mPa.s. Cette dernière semble, en se référant à la littérature scientifique, légèrement plus faible que celle de l'huile d'olive (60 mPa.s) (Fomuso, et al., 2002). Par ailleurs, (Oomah, et al., 2002) ont montré que la viscosité de l'huile de framboise est semblable à celle de l'HND.

En fait, la viscosité est un paramètre à étudier en savonnerie car il est directement liée à la présence des acides gras à courtes chaînes (Gustone et al., 1986; Geller et Goodrum, 2000).

- **Indice d'iode**

L'huile des noyaux de datte présente un indice d'iode très recherché dans la fabrication du savon, étant donné qu'un indice d'iode de 73 donne une meilleure tension interfaciale qui améliore la fluidité ainsi le pouvoir mouillant (PORE, 1992).

7. L'intérêt de l'utilisation de l'huile des noyaux de datte en savonnerie

D'après notre recherche bibliographique, nous constatons que depuis plusieurs siècles, les femmes Algériennes connaissent les vertus des noyaux de datte. Cette graine brulée, moulue et incorporée à l'huile d'olive est utilisée traditionnellement pour nourrir le cuir chevelu, la fortification des angles cassants, le dessèchement cutané et le vieillissement physiologique de la peau. Et actuellement l'huile des noyaux de datte est devenue fortement recherchée par l'industrie de cosmétique et figure dans la composition de certaines crèmes et savons.

Une étude a été menée sur la possibilité d'utiliser l'huile de graines de dattes dans la production de savon. Selon les résultats, l'ajout de 30% ou plus d'huile de graines de datte a entraîné une augmentation de l'efficacité de la mousse de savon. Tous les échantillons de savon étaient conformes au contrôle concernant leur effet sur la peau humaine (**Golshan, et al., 2017**).

- ✓ Selon (**Besbes, et al., 2005**) polyphénols, stérols, tocophérols et caroténoïdes ont une activité antioxydante supérieure à celle des antioxydants synthétiques (BHA, BHT). D'autre part, elles présentent un avantage émanant de leur origine naturelle ; de ce fait, leur utilisation rationnelle n'implique pas de risque sur la santé humaine contrairement aux antioxydants synthétiques (**Robards, et al., 1999**) (**Garcia-Alonson, et al., 2004**); (**Halliwell, et al., 2005**); (**Dimitrios, 2006**).
- ✓ La teneur moyenne en tocophérol des huiles de graines de dattes était de 70,75 mg / 100 g, ce qui est supérieur à celui des huiles d'olive et d'arachide (23,39 et 66,73 mg / 100 g, respectivement (**Nehdi, et al., 2018**).
- ✓ Les stérols dans le domaine des produits cosmétiques jouent le rôle d'un émollient, émulsifiant ; dispersant ; solubilisant.
- ✓ La composition de la teneur totale en pigments caroténoïdes des huiles est un paramètre de qualité important car elles sont en corrélation avec la couleur, qui est un attribut de base pour l'évaluation de la qualité de l'huile. L'huile de graines de datte a une couleur jaune très intense par rapport aux autres huiles végétales. Cela suggère la présence d'une quantité importante de pigment jaune (les caroténoïdes). Ce pigment est responsable de l'absorption des rayonnements ultraviolets (**Besbes, et al., 2004a**); (**AL Juhaimi, et al., 2012**).
- ✓ La fluidité de l'huile est une propriété recherchée en savonnerie, cette fluidité s'explique par son indice de viscosité et par son degré d'insaturation.

- ✓ Les savons à base d'HND peuvent être des savons antiseptiques vu l'activité antimicrobienne de l'huile de graines de dattes contre *Escherichia coli*, les streptocoques hémolytiques *alpha et bêta*, *Staphylococcus aureus* et *Aspergillus fumigatus* a également été signalée (Ekpa, et al., 1996).

7.1. Utilisation comme matière active

Pour confirmer l'intérêt de l'utilisation des noyaux de datte en savonnerie, nous nous sommes référés aux travaux de Rancurel (2004) qui a répertorié quelques corps gras utilisés comme matière active en savonnerie, à savoir :

- ✓ **Huile de cameline (voisine colza)**

Composition en acides gras

- AG mono insaturés : 30 % acides oléique et gadoléique (Omega9)
- AG poly insaturés : 30 à 35 % acide alpha-linolénique (oméga 3), 20 à 30 % acides linoléiques (oméga 6)
- AG saturés : 5 à 10 % acide palmitique

Autres constituants actifs

Vitamines E (alpha-tocophérol), Phytostérols, Pro-vitamine A (Monnatte-Lassus, 2019).

- ✓ **Huile d'onagre**

Composition en acides gras

- AG mono insaturés : 5% à 11 % d'acide oléique (Omega9)
- AG poly insaturés : 70% à 75 % d'acide linoléique et 8% à 14% gamma-linolénique (Omega6)
- AG saturés : 5 % à 7 % palmitique, 2% à 3 % stéarique

Autres constituants actifs

Stérols (dont vitamine E), phytostérols, acides triterpéniques (Monnatte-Lassus, 2019).

- ✓ **Huile de pépins de courge**

Composition en acides gras :

- Acides gras polyinsaturés : 47-55% acide linoléique (oméga-6)
- Acides gras monoinsaturés : 25-19% acide oléique (oméga-9)

- Acides gras saturés : 13% acide palmitique et 8% acide stéarique

Autres constituants actifs :

- Insaponifiables : phytostérols
- Caroténoïdes : bêta-carotène, lutéine
- Vitamines : vitamine E
- Oligo-éléments et minéraux : zinc (**Monnatte-Lassus 2019**).

✓ **beurre de karité**

Composition en acides gras :

- Acide oléique (40-60 %) ;
- Acide stéarique (20-50 %) ;
- Acide linoléique (3-11 %) ;

Autres constituants actifs :

- des catéchines, des vitamines E, A, acides gras essentiels, des triterpènes (**Monnatte-Lassus 2019**).

✓ **Huile d'avocat,**

Composition en acides gras

- AG mono insaturés : 65 à 68 % acide oléique (Omega9), 2 à 12% acide palmitoléique (Omega 7)
- AG poly insaturés : 5 à 9 % acide linoléique (Omega6), & 1 % alpha linoléique (oméga 3)
- AG saturés : 10 à 13 % acide palmitique, traces d'acide stéarique (**Monnatte-Lassus, 2019**).

Autres constituants actifs

Vitamines : A, B, D, E, K ; stérols (insaponifiables), caroténoïdes

✓ **Huile de coprah**

Composition en acides gras

- AG mono insaturés : 5 à 8% d'acide oléique (oméga 9)
- AG poly insaturés : 1 à 3% d'acide linoléique (oméga 6)
- AG saturés : 40 à 50 % acide laurique, 16 à 20 % acide myristique, 6 à 8 % acide palmitique, 6 % acide caprique, 5 % acide caprylique (**Monnatte-Lassus, 2019**).

✓ **Huile d'argan**

Composition en acides gras

- 43 % d'acide oléique (oméga-9),
- 36 % d'acide linoléique (oméga-6).

Autres constituants actifs

L'huile contient entre 0,34 % et 0,79 % de composés insaponifiables

Elle contient, en plus de ces acides gras, des tocophérols, du squalène, des stérols et des polyphénols (**Hilali, et al., 2005**).

✓ Huile de coco

Composition en acides gras

- AG mono insaturés : 5 à 8% d'acide oléique (oméga 9)
- AG poly insaturés : 1 à 3% d'acide linoléique (oméga 6); jusqu'à 0,2% d'acide alpha linoléique (oméga 3)
- AG saturés : 40 à 50 % acide laurique, 16 à 20 % acide myristique, 6 à 8 % acide palmitique, 6 % acide caprique, 5 % acide caprylique.

Autres constituants actifs

- Vitamines : E et occasionnellement provitamine A, B3, B5, B6
- Autres constituants : Insaponifiables (phytosterols) (**Monnatte-Lassus, 2019**).

En faisant une étude comparative entre la composition de l'huile des noyaux de datte et celle des huiles citées par **Rancurel (2004)**, nous pouvons conclure que l'huile des noyaux de datte peut être répertoriée comme une matière active dans la fabrication des savons.

7.2. Effet des acides gras sur la peau et le savon

Selon leur structure chimique (saturé ou insaturé, et longueur de la chaîne carbonée : C12, C14...selon le nombre d'atomes de carbones), les acides gras vont apporter des propriétés différentes au savon et à la peau. La figure 15 ci-dessous donne un guide générique des propriétés liées aux principaux acides gras présents dans les huiles et beurres végétaux (**Anonyme, 2019**).

Acide gras	Type d'acide gras	Propriétés apportées au savon					Exemples d'huiles en contenant une forte proportion
		Dureté	Pouvoir lavant	Pouvoir moussant	Tenue et onctuosité de la mousse	Douceur et propriétés sur la peau	
Acide laurique	Saturé, C12	X	X	X			huiles de Coco, Coprah, Babassu, baies de Laurier, beures de Murumuru, Tucuma 
Acide myristique	Saturé C14	X	X	X			beures de Murumuru, Tucuma 
Acide palmitique	Saturé, C16	X			X		huiles de Palme, Baobab, beures de Cacao, de Kokum 
Acide stéarique	Saturé C18	X			X		beures de Karité, Cacao, Cupuaçu, Kokum, Kpangnan 
Acide ricinoléique	Mono-insaturé, C18			X	X	X	huile de Ricin 
Acide oléique	Mono-insaturé, C18					X	huiles d'Olive, Abricot, Amande douce, Camélia, Macadamia, noisette, Son de riz, Argan, Avocat 
Acide linoléique	Poly-insaturé, C18					X	huiles de pépins de Raisin, Abricot, Sésame, Carthame, Chanvre, Coton, Onagre, Melon du Kalahari 
Acide alpha-linolénique	Poly-insaturé, C18					X	huiles de Pêrilla, Inca inchi, Rose musquée, Cameline 
Acide gamma-linolénique	Poly-insaturé, C18					X	huiles de Bourrache, Onagre 

Figure 15 : propriétés apporté des acides gras au savon (Anonyme, 2016).

7.3. Les avantages de l'incorporation de l'HND en savonnerie

D'après la **figure15** nous pouvons conclure que l'incorporation de l' HND dans la formulation d'un savon pourra donner les propriétés suivantes :

- ❖ **Pouvoir moussant**
- ❖ **Dureté**
- ❖ **Pouvoir nettoyant**
- ❖ **Effet sur la peau :**

- **Acide Oléique (Oméga 9)**


30% du sébum est composé d'Oméga 9, ils aident à maintenir l'élasticité de la peau et la souplesse. Les huiles composées d'acide oléique pénètrent dans les couches profondes de la peau. Ils maintiennent l'hydratation de la peau en créant un film lipidique protecteur sur la peau. Ces huiles sont anti-inflammatoires et régénératrices.

- **Acide Palmitique (16:0)**

Un acide gras stable qui ne s'oxyde pas. Elle a des propriétés anti-microbiennes et protège des agressions environnementales par son action occlusive.

- **Acide Laurique**

Les huiles riches en acide gras laurique et l'acide stéarique sont facilement absorbables et aident à régénérer la fonction protectrice de la peau. Ses acides gras sont très compatibles avec l'équilibre naturel de la peau et cette famille d'acides gras se trouve également dans le sébum. Action antibactérienne et anti-virale.



*Conclusion
Générale*

L'objectif de ce travail est d'apporter un supplément de connaissance, sur les caractéristiques physico-chimiques des noyaux de dattes et des savons. Ce qui peut contribuer à mettre en relief la possibilité de la valorisation de l'huile de noyaux de dattes en l'incorporant dans le savon.

Par rapport à la chair de dattes, les noyaux sont hautement reconnus comme source importante de glucides alimentaires, protéines, fibres, composés antioxydants, vitamines et minéraux indispensables. Surtout la fraction saponifiable des noyaux de dattes qui constitue la majeure partie, avec des quantités plus élevées d'acide oléique, d'acide laurique, d'acide linoléique, d'acide myristique et d'acide palmitique respectivement.

L'analyse de l'huile extraite a permis de mettre en évidence sa teneur en matière grasse (6.02-13%) qui a un indice d'iode (II) de (45-76.66); un indice d'acide (IA) assez faible (1.85-3.76 %) ;un indice de saponification (IS) assez élevé entre (191.28-221.0 mg KOH/g d'huile). Sa teneur en tocophérols est de (51.54 mg / 100 g d'huile) ; les Stérols est de (336.07 mg / 100 g d'huile).

Les différentes méthodes d'extraction décrites dans ce travail établissent une alternatives favorables pour récupérer la fraction lipidique du noyau de datte, toutefois, l'extraction à chaud en utilisant appareil Soxhlet donne le meilleur rendement tandis que l'extraction à pression froide, micro-ondes et l'extraction par ultrasons donnent des rendements inférieurs.

Chaque corps gras a ses propres caractéristiques ou propriétés physicochimiques qui déterminent à leur tour en grande partie, les caractéristiques du savon, notamment le pouvoir moussant, le pouvoir détergent, l'effet sur la peau, la consistance, la solubilité dans l'eau, la stabilité de la mousse.

Notre recherche bibliographique confirme que l'huile des noyaux de datte peut être considérée comme une huile très intéressante dans la fabrication du savon, étant donné, qu'un savon obtenu par hydrolyse d'un corps gras en milieu alcalin (saponification) peut contenir des agents chélateurs, des conservateurs et des antioxydants en plus des substances qui peuvent augmenter la cohésion et la viscosité.

Il est évidente que la théorie n'est pas indispensable pour faire un bon savon, mais elle aidera et facilitera l'innovation et l'expérimentation, cependant, l'huile extraite des noyaux de datte peut être ajoutée dans la liste des ingrédients et être considérée comme une matière active en savonnerie.

En perceptive il serait intéressant de :

- Mettre en pratique ce travail dans le but de préciser les caractéristiques physico-chimiques du savon améliorée à base de l'huile de noyaux de dattes.
- D'agrandir ce projet à l'échelle industrielle.
- D'étudier la possibilité de l'élaboration d'un dentifrice artisanale à base de l'huile de noyaux de dattes.



Bibliographie

Abdul Afiq, M.J., (2013). Date seed and date seed oil, *International Food Research Journal*, 20, 2035-2043.

Abdalla, R.S.M., Albasheer, A.A., El-Hussein, A.R.M., Gadkariem, E.A., (2012). Physico-chemical characteristics of date seed oil grown in Sudan, *Am J Appl Sci* , 9(7),993–999.

AL Juhaimi, F., Ghafoor, K.,et Özcan, M.M., (2012). Physical and chemical properties, antioxidant activity, total phenol and mineral profile of seeds of seven different date fruit (*Phoenix dactylifera* L.) varieties. *International Journal of Food Sciences*, 63(1), 84-89.

Al-Juhaimi, F., Ozcan, MM., Adiamo, OQ., Alsawmahi, ON., Ghafoor, K., Babiker, EE., (2018). Effect of date varieties on physico-chemical properties, fatty acid composition, tocopherol contents, and phenolic compounds of some date seed and oils, *J Food Process Preserv*, 42(7), 1–6.

Ali, B.H. et Bashir, A.K., (1999). Statut hormonal reproducteur de Hadrami G d'Al des rats traités avec des puits de date, *Nourriture Chem*, 66, 41-437.

Almana, H., et Mahmoud, R., (1994). Palm date seed as an alternative source of dietary fiber in Saudi bread, *Ecol. food Nutr*, 32, 261-70.

Al-Shahib, W., Marshall, R.J., (2003). The fruit of date palm: its possible use as the best food for the future, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*,54, 247-259.

Anonyme, (2003). Cosmétique Document ECOCERT,5.

Anonyme., (2016). La saponification à froid, AROMA-ZONE, <https://www.aroma-zone.com/info/fiche-savoir-faire/la-saponification-a-froid.ajuster>.

Anonyme, (2012). Hydroxyde de potassium et solutions aqueuses , www.inrs.fr/fichetox.

Anonyme, (2020). Maxicours, <https://www.maxicours.com/se/cours/savons-tensioactifs-emulsions-mousses-cristaux-liquides/>.

Arnaud, E., Cossoul E. et Bayet J., (2004). Les caractéristiques hydrophiles et hydrophobes, http://www.prepacpe.fr/documents/les_caracteristiques_hydrophiles_et_hydrophobes.pdf.

Barreveld, W.H., (1993). Date Palm Products, *Agricultural Services Bulletin Italy-Rome*, 101.

Basuny, A., et Al-Marzooq M., (2011). Production of mayonnaise from date pit oil, *Food Nutr. Sci.*, 2, 938–943.

Ben-Youssef, S., Fakhfakh, J., Breil, C., Albert-Vian, M., Chemat, F. et Allouche, N., (2017). Green extraction procedures of lipids from Tunisian date palm seeds, *Ind. Crop Prod* , 108(1), 520–525.

Besbes S (2004 b). Date seed oil phenolic, tocopherol and Sterol profiles, *Journal of Food Lipids*, 11, 251–265.

- Besbes, S., (2004a).** Date seeds: chemical composition and characteristic profiles of the lipid fraction, *Food Chemistry*, 84, 577–584.
- Besbes, S., (2005).** Heating effects on some quality characteristics of date seed oil, *Food Chemistry*, 91, 469–476.
- Biglar., (2012).** Tocopherol content and fatty acid profile of different Iranian date seed oils, *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 11(3), 873–878.
- Boudechiche L., (2009).** Etude de la composition chimique des noyaux de dattes en vue d'une incorporation en alimentation animale, *Livestock Research for Rural Development*, 21.
- Bouguedoura, N., Benkhalifa, A., & Bennaceur, M. (2010).** Le palmier dattier en Algérie : Situation, contraintes et apports de la recherche, *In Aberlenc-Bertossi F (Ed.) Biotechnologies du palmier dattier*.
- Bouhlali, E. D. T., (2017).** Phytochemical compositions and antioxidant capacity of three date (*Phoenix dactylifera* L.) seeds varieties grown in the South East Morocco, *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 16, 350–357.
- Boulal, A., (2010).** Transformation des Déchets de Dattes de La Région d'Adrar en Bioéthanol, *Revue des Energie Renouvelable*, 13(3), 455-463.
- Boulekras, N., (2010).** Chimie organique expérimentale préparation du savon. *OPU*, 11-13.
- Boussena, Z., Khali, M. et Boutakerbet, L., (2013).** Effet de l'incorporation de noyaux de dattes sur les caractéristiques technologiques et fonctionnelles de la farine de blé tendre.
- Boussena, Z. et Khali, M., (2016).** Extraction et composition chimique d'huile de noyaux de dattes algériennes, *Nutr.Santé*, 02(05), 100-106.
- Caubergs, L., (2010).** La fabrication du savon : Aspects techniques, économiques et sociaux, *Leuvenestraat 5/1, Leuven*, 36.
- Cerchiara, T., (2010).** Characterisation and utilisation of Spanish Broom (*Spartium junceum* L.) seed oil, *Ind. Crops Prod*, 31(2), 423–426.
- Chehma, A. Longo, H., Siboukeur, A., (2000).** Estimation du tonnage et valeur alimentaire des sous-produits du palmier dattier chez les ovins, *Revue recherche agronomique INRAA*, 7:7-15.
- Chemat, F., Zill, E.M., Khan, M.K., (2011).** Applications of ultrasound in food technology: processing, preservation and extraction. *Ultrason Sonochem*, 18(4), 813–835.
- Chevalier, L., et Chevalier, S., (2010).** Je crée mes savons au naturel –l'art de la savonnerie à froid.
- Chibi, Souad et El-hadi, Djamel., (2018).** La bio-production de l'éthanol à partir de déchets de dattes : effet de l'incorporation des cendres du noyau de deglet-nour sur le rendement, *Agrobiologia*, 8(1): 685-694

Codex Alimentarius,(2020). Normes, Commission Codex Stan 19–1981,
<http://www.codexalimentarius.net/search/advancedsearch.do>

Dammak, I. (2007). Date seed oil limit oxidative injuries induced by hydrogen peroxide in human skin organ. *BioFactors*, 29, 137-145.

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

Dimitrios, B., (2006). Sources of natural phenolic antioxidants, *Trends in Food Science and Technology*, 17, 505- 512.

Donnez, M., (1993). La production du savon, *Centre du développement industriel*, 1-50.

Ekpa, O.D., et Eban, R.U.B., (1996). Comparative Studies of Mmanyanga, Palm and Coconut Oils: Antimicrobial effects of the oils and their metallic soaps on some bacteria and fungi, *Global Journal of Pure and Applied Sciences*, 1,155-163.

Ennouri, M., (2005). Fatty acid composition and rheological behaviour of prickly pear seed oils, *Food Chem.*, 93, 431–437.

FAO, (1999). Rome date palm cultivation, United Nations.

Fatnassi, S., Nehdi, I. et Zarrouk, H., (2009). Chemical composition and profile characteristics of Osage orange *Maclura pomifera* (Rafin.) Schneider seed and seed oil, *Ind.Crops Prod*, 29,1–8.

Fomuso, L.B. et Akoh, C.C., (2002). Lipase-catalyzed acidolysis of olive oil and caprylic acid in a bench-scale packed bed bioreactor, *Food research international*, 1(35), 15-21.

Gadrat, P., (2001). Savons: produits, marché et évolution des matières premières. Oléagineux, Corps gras, Lipides,136-137.

Garcia-Alonson, M., (2004). Evaluation of the antioxidant properties of fruits, *Food Chemistry*,84, 13-18.

Golshan, Tafti, A., Solaimani, Dahdivan, N., et Yasini Ardakani S.A., (2017). Physicochemical properties and applications of date seed and its oil, *International Food Research Journal*, 24(4),1399-1406.

Habib H.M., (2013). Carotenoids, fat soluble vitamins and fatty acid profiles of 18 varieties of date seed oil, *Industrial Crops and Products*, 42, 567–572.

Halliwell, B., Rafter, J., et 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, 26- 276.

Hamada, J.S., Hashim, I.B., et Sharif, F., (2002). A Preliminary analysis and potential uses of date pits in foods, *Food Chemistry*, 76, 135-137.

- Herchi, W., Kallel, H., Boukhchina, S., (2014).** Physicochemical properties and antioxidant activity of Tunisian date palm (*Phoenix dactylifera* L.), *oil as affected by different extraction methods*, *Food Sci Technol Campinas* ,34(3):464–470.
- index. The Merck., (2006)** An encyclopedia of chemicals, drugs, and biologicals, *14 th Whitehouse Station : Merck and Co.*
- Geneva Jadhav, A.J., Holkar, C.R., Goswami, A.D., Pandit, A.B., Pinjari, D.V., (2016).** Acoustic cavitation as a novel approach for extraction of oil from waste date seeds, *ACS Sustain Chem Eng*,4(8),4256–4263.
- Jadhav, A.J., Holkar, C.R., Goswami, A.D., Pandit, A.B., Pinjari, D.V., (2016).** Acoustic cavitation as a novel approach for extraction of oil from waste date seeds, *ACS Sustain Chem Eng*, 4(8),4256–4263.
- Jamil, F., Al-Muhtaseb, A.H., Al-Haj, L., Al-Hinai, M.A., Hellier, P., Rashid, U.,(2016).** Optimization of oil extraction from waste “date pits” for biodiesel production, *Energy Convers Manag*, 117,264–272.
- Jassim, et Naji, M.A., (2007).** In vitro Evaluation of the Antiviral Activity of an Extract of Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.) Pits on a Pseudomonas Phage, General Authority for Health Services for the Emirate of Abu Dhabi.
- Jassim, SA et Naji, M.A., (2010).** In vitro evaluation of the antiviral activity of an extract of date palm(*Phoenix dactylifera* L.) pits on a Pseudomonas phage. *Evid Based Complement Alternat Med*, 7,57–62.
- Jensen, W.B., (2007).** The origin of the Soxhlet extractor. *J. Chem. Educ.*, 84(12),1913–1914.
- Joho, P., (2007).** Les graisses. *Edition : environnement Paul Emile Victor.*
- Kaidi.F et Touzi.A.,(2001).** Production de bioalcool à partir des déchets de dattes, *Rev Energ Ren: production et valorisation – Biomasse*,75-78.
- Koby, M., (2005)** Adsorption of Heavy Metal Ions from Aqueous Solutions by Activated Carbon Prepared from Apricot Stone. *Bioresource Technology*, 96(13), 1518 - 1521.
- KONE.S.,(2000)** Fabrication de savons améliorés. Eschborn, Allemand : *Technical Information*,. 1-14.
- Boudechiche, L., Araba, A., Tahar, A., et Ouzrout, R.,(2009).** Etude de la composition chimique des noyaux de dattes en vue d’une incorporation en alimentation animale. *Institut d’Agronomie, Centre Universitaire d’El Tarf*, 73.
- Lachheb F.,(2010)** Extraction et Caractérisation Physico-Chimique et Biologique de La Matière Grasse du Noyau des Dattes Essai D’incorporation dans Une Crème Cosmétique de Soins, Mémoire de Magister, *Faculté des Sciences de L’ingénieur. Université de Boumerdes.*
- Lercker G et Rodriguez-Estrada M.T.,(2000).** Chromatographic analysis of unsaponifiable compounds of olive oils and fat-containing food, *J. Chromatographie*,(881),105–129.

- Lutterodt, H., Slavin, M., Whent, M., Turner, E., Yu.L.,(2011).** Fatty acid composition, oxidative stability, antioxidant and antiproliferative properties of selected cold-pressed grape seed oils and flours, *Food Chem*, 128(2),391–399.
- Marcusson.J., (1929)** Manuel de Laboratoire pour l'industrie des Huiles et Graisses, *Paris : Librairie polytechnique ch. beranger*,14, 129.
- Marinova, E.M., et Yanishlieva, N.V., (2003)** Antioxidant activity and mechanism of action of some phenolic acids at ambient and high temperature, *Food Chemistry*, 81,189 -197.
- Millikan L.E., (2001).** Cosmetology, cosmetics, cosmeceuticals : definitions and regulations, *Clinics in Dermatology*, (19), 371-374.
- Mortadha, A.Ali., Tahseen, A.Al-Hattab., Al-Hydary, Imad.A., (2015).** Extraction of date palm seed oil (Phoenix dactylifera) by soxhlet apparatus, *International Journal of Advances in Engineering & Technology*, 3(8),261-271.
- Nederal,S., Skevin,D., Kraljic,K., Obranovic,M., Papesa,S., et Bataljaku,A., (2012).** Chemical composition and oxidative stability of roasted and cold pressed pumpkin seed oils. *J Am Oil Chem Soc*, 89(9),1763–1770.
- Nehdi,I.A., Sbihi,H.M., Tan,C.P., Rashid,U., Al-Resayes, S.I., (2018)** Chemical composition of date palm (Phoenix dactylifera L.) seed oil from six Saudi Arabian cultivars. *Journal of Food Science*, 83(3), 624–630.
- Nehdia,I., Omrib,S., Khalila,M.I., Al-Resayes,S.I.,(2010).** Characteristics and chemical composition of date palm (Phoenix canariensis) seeds and seed oil *Industrial Crops and Products*,32, 360–365.
- ONS Statistiques Agricoles (2006)** Ministère de l'agriculture Alger (Algérie) Série A, Palmiers Dattiers, Alger,5-7.
- Oomah, B.D., Busson,M., Godfrey,M., Drover,D.V.,(2002).** Characteristics of hemp (Cannabis sativa L.) seed oil, *Food Chem*,76,33–43.
- Oomah, B.D., M. Busson, M., Godfrey, D.V., Drover, J.C.G.,(2002).** Characteristics of hemp (Cannabis sativa L.) seed oil, *Food Chem*,76,33–43.
- 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.
- Owen, P.L., Johns,T., (1999).** Xanthine oxidase inhibitory activity of north eastern North American plant remedies used for gout, *Journal of Ethnopharmacology*, 64,149-160.
- Donkor Gret, P., (1986)** Produire du savon .
- Paré,JR.J., Bélanger,JMR., (1997).** Instrumental methods in food analysis, *Elsevier Science*. – Amsterdam.
- Parry,J., (2006).** Chemical compositions, antioxidant capacities, and antiproliferative activities of selected fruit seed flours, *JAgricFoodChem*, 54,3773–3778.

- Pieroni,A., (2004)** Ethnopharmacognostics survey on the natural ingredients used in folk cosmetics, cosmeceuticals and remedies for healing skin diseases in the inland Marches, Central- Eastern Italy, *Journal of Ethnopharmacology*, 91,331-344.
- Pore,J., (1992)** Émulsions, microémulsions, émulsions multiples, *Gras Éditions techniques des industries des corps*, Neuilly, 270 .
- 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*, 80,1–10.
- Ramadan,M.F., Sharanabasappa,G., Seetharam,Y.N., Seshagiri,M., Moersel,J.T., (2006)** Characterisation of fatty acids and bioactive compounds of kachnar (Bauhinia purpurea L.) seed oil, *Food Chem*, 98,359–365.
- Ramadhas, A.S., Jayaraj,S., Muraleedharan,C., (2005).** Biodiesel production from high FFA rubber seed oil Fuel, 84,335–340.
- Sabah,A., Jassim,A., Naji,A., (2007).** In vitro Evaluation of the Antiviral Activity of an Extract of Date Palm (Phoenix dactylifera L.) Pits on a Pseudomonas Phage, *CAM*, 1-6.
- Salager, J.L., (2002)** Surf actifs : types et usages. Module d’enseignement en phénomènes interracial, *Cahier FIRP N° 300*.
- Salimon,J., Abdullah,R., (2008).** Physicochemical Properties of Malaysian Jatropha curcas Seed Oil ,*Sains Malaysiana*, 37,379-382.
- Sanna,A., (2017).** Contribution à la caractérisation et à l’identification des écotypes d’olivier *Olea europaea. L* dans la région des Aurès, 7-31.
- Siger,A., Nogala-Kalucka,M., et Lampart-Szczapa,E., (2008).** The content and antioxidant activity of phenolic compounds in cold-pressed plant oils. *J Food Lipids*, 15(2),137–149.
- Spitz,L., (2009)** Soap manufacturing technology, *Press AOCS*. – Urbana, 474 p.
- Spitz,L., (2000)** Soaps and Detergents, *AOCS Press* -San Diego.
- ONS (Office National des Statistiques).**
- FAO (Food and Agriculture Organization).**
- Togbe,F., Alexis,C., Yete,P., Azandegbe, Eni.C., Wotto,D.V., (2014).** Évaluation du comportement de quelques savons traditionnels en solution aqueuse :Détermination de la concentration micellaire critique et de la température de Krafft, *J. Appl. Biosci*, 7493-7498.
- Virbel-Alonso,C., (2013)** Savon de Marseille et autres savons naturels : Un concentré de bienfaits pour votre maison et votre bien-être.
- Viroto,M., Tomao,V., Colnagui,G., Visinoni,F., Chemat,F., (2007).** New microwave-integrated Soxhlet extraction an advantageous tool for the extraction of lipids from food products, *J Chromatogr A*, 1174,138–144.
- Waterval,G.,(2011).** Savon Artisanal, *GNU Free Documentation*, 1-20.

Yu,L., Haley,S., Perret,J., Harris,M., (2002). Antioxidant properties of extracts from hard winter wheat, *Food Chem*, 78(4),457–461.