

République algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université a. Mira de Bejaia



Faculté de Technologie
Département de Génie des procédés
Laboratoire des

Mémoire

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE Master

Domaine : Sciences et Technologies Filière : Génie des Procédés
Spécialité : Génie Alimentaire

Présenté par
TAGMOUNI Sara & TALBI Lynda

Thème

**Effet des antioxydants de noyau de dattes sur
l'oxydation de la margarine.**

Soutenue le 12/07/2022

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade		
M ^{me} SENHADJI O.		Université de Bejaïa	Présidente
M ^{me} AIDLI A.		Université de Bejaïa	Examinatrice
M ^{me} CHOUGUI N.		Université de Bejaïa	Encadrante
M ^r ZEROUAL B.		Spa CEVITAL	Promoteur

Année Universitaire : 2021/2022



REMERCIEMENTS

Nous remercions Dieu, le tout puissant de nous avoir accordé santé et courage pour accomplir ce modeste travail.

Nous exprimons nos vifs remerciements, nos profondes gratitudee et nos reconnaissances à notre encadrante Madame CHOUGUI N. et notre promoteur Monsieur ZEROUAL B., qui ont dirigés ce mémoire.

Nous remercions Monsieur HADJAL S. et les membres du groupe CEVITAL de nous avoir accueillis au sein de l'industrie.

La pleine confiance qu'ils nous ont accordée dès le début ce qui nous a permis de progresser régulièrement. Nous devrions aussi les remercier pour le temps qu'ils nous ont consacré et la patience avec laquelle ils ont accompagnés notre travail tout le long de ce mémoire.

Nous remercions les membres de jury Madame SENHADJI O. et Madame AIDLI A. qui nous feront l'honneur d'examiner ce modeste travail.

Nous remercions également la technicienne du laboratoire Alimentation et Nutrition du département des Sciences Alimentaire, Faculté SNV.

Nous adressons un grand merci à l'ensemble personnel du département de Génie des Procédés (étudiants, enseignants, chercheurs), ainsi que notre promotion option Génie Alimentaire.

DEDICACES

C'est avec grand plaisir que je dédie ce modeste travail:

Al'êtrelepluscher,mamère.

A celui qui m'a fait de moi une femme, mon père.

A mon cher frère :Abdelkader et ma chère sœur :Sonia.

A mes cher(e)s cousin(e)s:

Melissa, Yasmine, Walid, Nesrine, Souhila, Célia, Adem, A mes chères copines :

Tinhinane, Lynda, Nesrine, Mounira, Lyticia.

A mes cher(e)s ami(e)s:

(Harzia, Anaïs, Samira,Celia, Ali, Mahdi, Amer, Idir).

A ma promotion (2022) Génie Alimentaire.

A la famille de ma chère camarade et amie Lynda à toutes les personnes qui m'ont soutenu.

A toutes les personnes qui ont contribué à la réussite de ce modeste travail.

Un vif remerciement à BENYAHIA Celia & Amina.



Sara

DEDICACES

Aux deux prunelles de mes yeux, ma source de bonheur et de courage,

A mon très cher papa et ma très chère maman, aucun hommage ni dédicace ne pourra être à la hauteur de l'amour, l'estime et le respect que je porte pour vous, vous êtes mon exemple de

Dévouement éternel, qui n'ont pas cessé de m'encourager, prier et se sacrifier pour ma réussite.

Je vous dédie ce travail en témoignage de mon profond amour, puisse DIEU le tout puissant vous préserve et vous accorde santé, bonheur et longue vie.

A mes deux moitiés, ma très chère sœur Sonia et mon très cher frère Yanis.

Les mots ne suffisent guère afin d'exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour vous, que dieu vous protège et garde notre fraternité toujours solide.

A chaque membre de ma famille qui m'a soutenu et encouragé

A mes très chères amies : Nesrine, Sara, Houda, Mounira et Lyticia

A ma camarade et amie Sara ainsi que sa famille

A toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet.



Lynda

TABLE DES MATIERES

Remerciements

Dedicaces

Table des matières

Résumé

Liste des abréviations

Liste de figures

Liste des tableaux

Introduction **01**

Partie Théorique

CHAPITRE I : Dattes et noyaux de dattes

1.Palmier dattier **02**

2.Datte **02**

2.1.Production des dattes **03**

2.2.Les variétés de datte **04**

2.3.Technologie de transformation de la datte **05**

3.Noyau de dattes **05**

3.1.Composition chimique du noyau de datte **06**

3.1.1Composition nutritionnelle **06**

3.1.2.Composition en antioxydants **06**

3.2.Utilisations de la datte et du noyau de datte **07**

3.2.1.Utilisations alimentaires **07**

3.2.2.Utilisations pharmacologique et cosmétologique **08**

3.2.3.Utilisation dans l'environnement 08

3.2.4.Autres utilisations 09

CHAPITRE II : Technologie de la margarine

1.Histoire de la margarine 10

2.Définition de la margarine 10

3.Composition de la margarine 10

4.Types de margarine 11

4.1.Margarine à destination des professionnels 11

4.2.Margarine de table traditionnelle 11

4.3.Margarine de table allégée 11

4.4.Margarine de table riche en acides gras insaturés 11

4.5.Margarine de table enrichie en stérols végétaux 12

5.Fabrication de la margarine 12

6.Facteurs d'altération de la margarine 13

7.Oxydation de la margarine 14

7.1.Types d'oxydation 14

7.2.Moyens de lutte contre l'oxydation 15

7.2.1.Antioxydants synthétiques : La vitamine E 16

7.2.2.Autre alternative (ressources naturelles) 17

Partie Expérimentale

CHAPITRE III : Matériel et méthodes

1.Matériel végétal 18

2.Analyses 18

2.1.Extraction et dosage des composés phénoliques du noyau de dattes	18
2.1.1.Extraction des composés phénoliques totaux	18
2.1.2 Dosage des composés phénoliques totaux	18
2.2 Détermination des activités antioxydantes	19
2.2.1 Activité antiradicalaire (test DPPH)	19
2.2.2 Activité antioxydante de phosphomolybdate	19
3.Elaboration de margarine	20
3.1.Détermination des propriétés physico-chimiques des margarines élaborées	21
3.1.1.Détermination du pH	21
3.1.2.Détermination du taux d'humidité	21
3.1.3.Détermination de la teneur en sel (Méthode de MOHR)	21
3.1.4.Détermination de l'indice de peroxyde	21
3.1.5.Détermination du point de fusion	22
3.1.6.Détermination de l'acidité	22
3.1.7.Détermination du taux de solide par RMN	23
3.1.8.Resistance à l'oxydation accélérée (test Rancimat)	23
3.2.Détermination des propriétés microbiologiques des margarines élaborées	24
4.Analyse statistique	25

CHAPITRE IV: Résultats et discussion

1.Noyau de dattes	26
1.1.Rendement et teneur en composés phénoliques totaux	26
1.2.Activités antioxydantes	26
1.2.1.Activité antiradicalaire (test DPPH)	26
1.2.2.Activité antioxydante de phosphomolybdate	26

2.Margarines élaborées	27
2.1.Propriétés physico-chimiques de la margarine	27
2.1.1.pH de la phase aqueuse	28
2.1.2.Humidité	28
2.1.3.Taux de sel	28
2.1.4.Indice de peroxyde	28
2.1.5.Indice d'acidité	29
2.1.6.Taux de solide (SFC)	29
2.1.7. Point de fusion	29
2.1.8.Résistance à l'oxydation accélérée (test Rancimat)	30
2.2.Propriétés microbiologiques des margarines	31
CONCLUSION	32
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE	
ANNEXES	

RESUME

Cette étude est réalisée dans le but d'étudier l'effet de l'incorporation de l'extrait phénolique du noyau des dattes de la variété sèche Mech-Degla dans une margarine sur ses propriétés physicochimiques et microbiologiques. Différentes concentrations de l'extrait (ME_x =50ppm, ME_y=100ppm, et ME_z=150ppm) ont été testées en comparaison avec un témoin sans extrait et une margarine de référence contenant de la vitamine E.

La teneur de l'extrait de noyau de datte a été déterminée et le résultat (3060,61mg EAG/100g) montre que le noyau est très riche comparé à plusieurs noyaux d'autres espèces ou même d'autres parties des aliments habituellement consommés (fruits, légumes).

Par ailleurs, le test de rancimat a montré des différences concernant la stabilité des margarines élaborées en réponse à l'oxydation accélérée et dont le meilleur temps d'induction revient à ME_x (28 heures) comparé aux autres concentrations testées. Les propriétés physicochimiques et microbiologiques des margarines élaborées sont conformes aux normes en vigueur.

Cette présente étude révèle que l'incorporation de l'extrait phénolique du noyau de dattes dans la margarine permet son enrichissement en substances bioactives qui permettent l'amélioration de stabilité contre l'oxydation sans lui modifier ses propriétés physicochimique et hygiénique.

Mots clés : Noyau de dattes, composés phénoliques, margarine, activité antioxydante, stabilité à l'oxydation.

LISTE DES ABREVIATIONS

AG : Acide Gras

AGS: Acide Gras Saturé

AGI : Acide Gras Insaturé

DPPH : Radical 2,2-diphényl-1-picryldrazyl

EGA : Equivalent Acide Gallique

EA : Equivalent Acide Ascorbique

EQ : Equivalent Quercétine

FAO : Food and Agriculture Organisation

ISO : International Standard Organisation

MF : Matière Fraîche

MG : Matière Grasse

MS : Matière Sèche

ND : Noyaux de Datte

NE : Norme Européenne

PPM : Particule Par Million

PPT : Poly Phénols Totaux

SFC : Solide Fat Content

TIR : Temps d'Induction de test Rancimat

LISTE DE FIGURES

Figure 01 : Palmier dattier	2
Figure 02 : Coupe longitudinale d'une datte.....	3
Figure 03 : Evolution de la production de certaines variétés de dattes en Algérie en Quintau.	4
Figure 04 : Les divers utilisations de la datte.....	7
Figure 05 : Les différentes huiles et graisses utilisées pour la formulation de margarine	10
Figure 06 : Composition de la margarine.....	11
Figure 07 : Schéma général de fabrication de la margarine.....	13
Figure 08 : Oxydation d'un acide gras insaturé	14
Figure 09 : Mécanisme D'initiation De La Peroxydase Des Lipides Par L'activité Lipoxygénasique	15
Figure 10 : Structure de l' α -tocophérol.....	16
Figure 11 : Temps d'induction exprimé (h) des margarines élaborées	30

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I: Production de datte dans le monde par région en 2017	3
Tableau II: teneur en eau de quelques variétés de dattes algériennes	5
Tableau III: composition nutritionnelle du noyau de datte.	6
Tableau IV: Composition en antioxydants du noyau de dattes.....	7
Tableau V: Composition de la phase aqueuse et la phase huileuse de la margarine.....	20
Tableau VI: Germes recherchés dans les margarines élaborées et les conditions d'analyse..	25
Tableau VII : Activité anti radical DPPH de l'extrait du noyau de dattes.....	26
Tableau VIII : Activité antioxydante du phosphomolybdate de l'extrait du ND	27
Tableau IX: Paramètres physico-chimiques des margarines élaborées.	27
Tableau X : Résultats de l'analyse microbiologique des margarines élaborées.....	31

Introduction

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) est la plus importante culture des zones arides et semi-arides. Il est directement ou indirectement source de vie par la production des dattes et par les divers usages de ses sous-produits au profit des oasiens et de leurs cheptels (**Sedra et al.,2003**).

En Algérie les cultivars de dattes sont nombreux et sont estimés à plus de 900. Ces ressources génétiques sont très mal exploitées à l'exception de Deglet-Nour et à degré moindre : Ghars, Degla-Baïda et Mech-Degla qui présentent une importance économique majeure et font l'objet d'un commerce intérieur important (**Boussena et Khali,2016**).

Plusieurs travaux de recherches sont consacrés à la valorisation des noyaux de dattes sous différentes formes telles qu'en médecine traditionnelle, fabrication du charbon actif et le café décaféiné, etc. Ils ont révélé leur richesse en différentes substances biochimiques et minérales de valeur (fibres diététiques, cendre, protéines, polyphénols et matière grasse, etc.) (**El Nemr et al., 2007**).

Des caractéristiques bénéfiques qui sont dues à la richesse en substances aux propriétés antioxydantes et antiradicalaires sont démontrées après réalisation des études antérieures sur des extraits de noyaux de datte Mech- Degla (**Djouab,2007**).

L'oxydation est un phénomène largement répandu aussi bien dans le domaine alimentaire (oxydation des lipides) que physiologique (stress oxydant). Parmi ces produits la margarine qui représente un exemple typique car 82% de sa composition est constituée de matière grasse : première cible de l'oxydation (**Karleskind, 1992**). En effet, l'oxydation des lipides est une cause majeure de dégradation de la margarine lors de sa fabrication et de sa conservation. La conséquence la plus perceptible de celle-ci est l'apparition d'odeurs désagréables. Ces odeurs conduisent souvent au rejet du produit par le consommateur (**Prior,2003**).

Ce travail a pour objet d'étudier l'effet de l'incorporation de l'extrait phénolique du noyau de dattes sur la stabilité oxydative de la margarine (tartinable) élaborée ainsi que sur ses propriétés physicochimiques et microbiologiques.

Le document est structuré comme suit :

Une synthèse bibliographique composée de deux chapitres ; le premier décrit le dattier, la datte et son. Le deuxième est consacré à la technologie de fabrication de la margarine.

En deuxième partie sont exposés le matériel et méthodes utilisés pour la réalisation de notre travail pratique, suivie par une présentation et une discussion des résultats obtenus.

Enfin, le document se termine par une conclusion générale qui permet de dégager les résultats les plus importants ainsi que les perspectives de prolongement du travail.

PARTIE THEORIQUE

CHAPITRE I :
Dattes et noyaux de dattes

1. Palmier dattier

Le palmier dattier (**Figure 01**), la plante symbolique, bien connue depuis la nuit des temps par l'homme (**Gasmi, 2012**). Le palmier dattier est nommé "phoenix dactylifera L" (**Munier, 1973**). "Phoenix" signifie dattier chez les phéniciens, et "dactylifera" est dérivé d'un terme grec "dactulos" signifiant doigt. Cette allusion faite à la forme du fruit (**Djebri, 1994**). Ce type d'arbre probablement est d'origine du golfe persique, cultivé dans les régions chaudes et humides (**Mazoyer, 2002**).

En général, les palmeraies algériennes sont localisées au nord-est du Sahara au niveau des oasis où les conditions hydrique set thermiques sont favorables (**Daas Amioure, 2009**). Selon le même auteur, le palmier dattier commence à produire les fruits à partir de cinq ans, et continue à produire avec un taux de 40-60 (kg/arbre/an) pendant plus de 60ans.



Figure 01 : Palmier dattier (Anonyme 01)

2. Datte

La datte est une baie ayant une seule graine communément nommée 'noyau', avec une enveloppe fine cellulosique, l'épicarpe ou peau, un mésocarpe plus au moins charnu, de consistance variable, présentant une zone périphérique de couleur plus soutenue et de texture compacte et une zone interne de teinte plus claire et de texture fibreuse, l'endocarpe, réduit à une membrane en trouvant la graine ou noyau. Leurs dimensions sont très variables, de 2 à 8cm de longueur et d'un poids de 2 à 8 grammes selon les variétés (**Djebri, 1994**) (**figure02**). D'après **Belguedj (2002)**, ce fruit se développe en cinq stades, qui prennent plusieurs appellations. La majorité des auteurs ont adoptés la terminologie utilisée en Iraq : Hababouk (Barir), Kimiri (Ghiwane), Khalal (Bser), Routab (Bleh) et Tamr (**Djebri, 1994**).

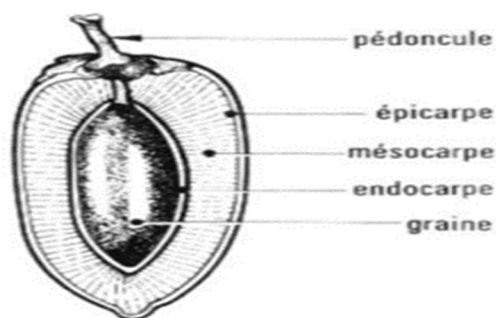


Figure 02 : Coupe longitudinale d'une datte (Richarde, 1972)

2.1. Production des dattes

• Dans le monde :

L'évolution de la superficie et la production mondiale de la datte montre que la superficie phoenicicole mondiale en 2013 est de 1075712 ha à un taux de production de 8 millions de tonnes (FAO, 2019).

Les principaux producteurs de dattes dans le monde sont situés dans le Moyen- Orient et l'Afrique du nord quant à la production mondiale de dattes, environ 71% sont générés par les pays Arabes. Aux États-Unis d'Amérique, la culture de palmier dattier a débuté vers 1900 avec l'importation des variétés Irakiennes. L'Egypte, le premier producteur mondial de dattes avec 1465030 tonnes suivis de l'Iran et l'Algérie. Le tableau suivant représente la production mondiale des dattes :

Tableau I: Production de datte dans le monde par région en 2017 (Faostat,2019)

Région	Superficie (ha)	Production (T)	Rendement
Afrique	385322	2904487	7,53
Amérique	3581	28838	8,05
Asie	682709	4241976	6,21
Europe	4100	14488	3,53

• En Algérie :

Quantitativement l'Algérie représente 7% de la production mondiale mais du point de vue qualitatif elle occupe le premier rang grâce à la variété deglet-nour, la plus appréciée mondialement (FAO, 2007).

Les 16 autres wilayas productives sont : Adrar, Laghouat, Batna, Bechar, Tamanrasset, Tébessa, Djelfa, M'sila, Ouargla, El-Bayad, Illizi, Tindouf, El oued, Khenchela, Naàma et

Ghardaïa (DSA Biskra, 2016). L'Algérie, parmi les cinq premiers producteurs mondiaux, compte plus de 1000 variétés de ce fruit dont une certaine, rien que dans la wilaya de Biskra (Figure 03).

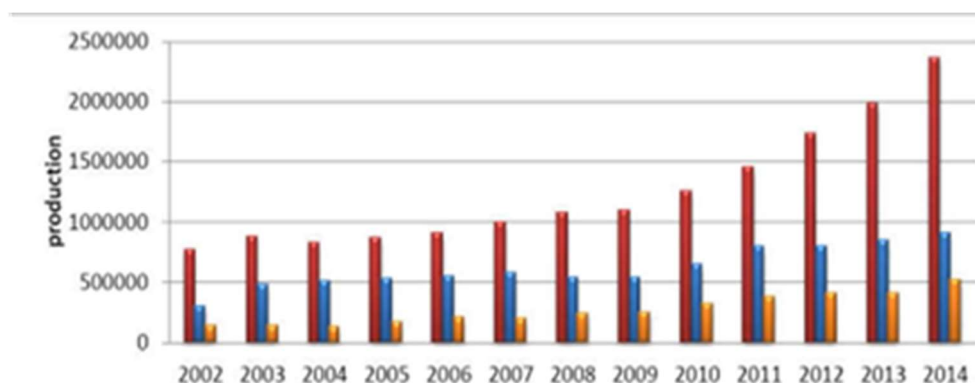


Figure 03 : Evolution de la production de certaines variétés de dattes en Algérie en Quintaux (DSA, 2018)

2.2. Variétés de datte

Il existe de nombreuses variétés de dattes, seulement quelques-unes ont une importance commerciale. Elles se différencient par la saveur, la consistance, la forme, la couleur, le poids et les dimensions (Buelguedj, 2001). Les principales variétés de dattes cultivées en Algérie sont :

• Deglet-Nour :

Ce nom qui signifie "doigts de lumière", une variété de datte qui était cultivée en Algérie vers le 8^{ème} siècle. C'est un fruit énergétique. Elles ont un gout très doux, quasi-transparent. Deglet-Nour un type de datte demi-molles avec un poids de 12g, une longueur de 6cm, un diamètre de 1,8 cm un noyau lisse, de petite taille de 0,8 – 3 cm. La rainure ventrale est peu profonde, le micropyle est central (Maatallah, 1970).

• Variétés communes :

Ces variétés sont commercialisées mais moins importantes par rapport à Degla-Nour, les variétés les plus répondues sont : Ghars, Degla-Beida, Mech-Degla (Masmoudi,2000).

Le tableau suivant représente certaines variétés de dattes et leurs teneurs en eau

Tableau II: teneur en eau de quelques variétés de dattes algériennes (belguedj, 2002)

Catégorie	Variétés	Teneur en eau (%)
molles	Ghars	25,4
demi-molles	Deglet-Nour	22,6
sèches	Mech-Degla	13,7

2.3. Technologie de transformation de la datte

Cette technologie recouvre toutes les opérations de la récolte à la commercialisation (**Figure 04**), qui ont pour but de préserver la qualité des dattes et de transformer ceux qui ne sont pas consommés, ou consommables, à l'état, en divers produits, bruts ou finis, destinés à la consommation humaine ou animale et à l'industrie (**Estanove, 1990**).

Les produits qui peuvent être issus de la transformation de la datte sont très divers (**Mechraoui et al, 2009**), sont élaborés à base de dattes pour différentes utilisations : pour alimentation (gâteaux, miel, farine, jus, confiture, ...) et les produits cosmétiques.

La transformation des dattes cause un taux élevé des déchets qui sont rejetés dans la nature par les industriels ce qui nous pousse à penser sur la valorisation de ces déchets précisément les noyaux de dattes qui sont fortement utilisés dans l'alimentation animal mais faiblement dans la nourriture humaine.

3. Noyau de dattes

Le noyau de dattes est un organe de reproduction, il représente 7 à 30% du poids total de la datte (**Gasmi, 2012**).

Le noyau de dattes est enveloppé dans l'endocarpe membraneux, est constitué d'un album en corné d'une consistance dure protégé par une enveloppe cellulosique (**Adrar, 2016**).

Il est de forme allongée, oblongue ou arrondie, ovoïde, parfois sphérique. Plus au moins volumineux ; lisse ou pourvu de protubérances latérales. Avec une couleur qui va du gris au brun (**Gasmi, 2012**).

3.1. Composition chimique du noyau de dattes

3.1.1 Composition nutritionnelle

Les recherches lancées sur la composition des noyaux de certaines variétés de dattes d'Arabie Saoudite ont démontré la présence de protéines, de glucides, de lipides, et de minéraux (K, P, Ca, Na, Fe, Mn, Zn, Cu) variétés est rassemblée dans le **tableau III** :

Tableau III: composition nutritionnelle du noyau de datte.

Composés	Teneur	Références
Eau (%)	3,1 à 1	(Al- Farsi et <i>al.</i> ,2007)
Matière protéique (% MS)	2,3 à 6.4	
Matière grasse (%)	5 à 13,2	(Al- Farsi et <i>al.</i> ,2007; Djouab, 2007 ; Amellal, 2008)
Minéraux : (mg/100g)		(Ali Mohamed et Khamis, 2004)
K	459,8 – 542,2	
Ca	6,5 – 11,3	
Mg	61,3 – 69,5	
Na	21,7 - 26,1	
Fe	2,8 - 6	
Zn	1 -1,4	
Cu	0,4 - 0,6	
Mn	1,3 - 1,7	
Fibres (%)	70	(Almana et <i>al.</i> , 1994)
Carbohydrates (%)	60-86,89	(Besbes,2004 ; Al-Farsi et <i>al.</i> , 2007)
Cendres (% MS)	0,98 - 2,9	(Al- Farsi et <i>al.</i> ,2007 ; Rahman et <i>al.</i> ,2007 ; El-shazlyetal., 2009)

3.1.2. Composition en antioxydants

Les antioxydants réduisent le développement de nombreuses pathologies (cancer, athérosclérose, maladies cardiovasculaires et hypertension, etc.). Cela peut s'expliquer par la capacité de ces composés à modifier de nombreux facteurs impliqués dans la genèse de ces maladies. Ainsi, ils modulent l'activité de nombreuses protéines intracellulaires (les protéines kinases, les phospholipases, l'adénylate cyclase, les ATPases (Adénosyl Tri-Phosphates), les cyclo-oxygénases (COX), le cytochrome P450), ce qui est à l'origine de nombreuses activités biologiques des plantes médicinales (Martin.S et *al.*, 2002). Ces derniers jouent un rôle important dans son interaction avec environnement de l'être humain, en particulier contre les radiations

UV (ultraviolet), le stress oxydatif et dans la défense et la résistance des plantes vis-à-vis des agents pathogènes.

Le noyau de dattes est riche en antioxydants, le tableau suivant résume les teneurs de chacun de certaines variétés :

Tableau IV: Composition en antioxydants du noyau de dattes (Al-Farsi et al.,2007)

Variétés	Composés phénoliques (mg/100g)
Mabseeli	4430
Um-sellah	4293
Shahal	3102

3.2.Utilisations de la datte et du noyau de dattes

Le palmier dattier est utilisable de sa racine jusqu'aux noyaux, montrant également une large gamme de propriétés intéressantes lui conférant une possibilité d'utilisation dans différents domaines. La **figure 04** représente les diverses utilisations de la datte :

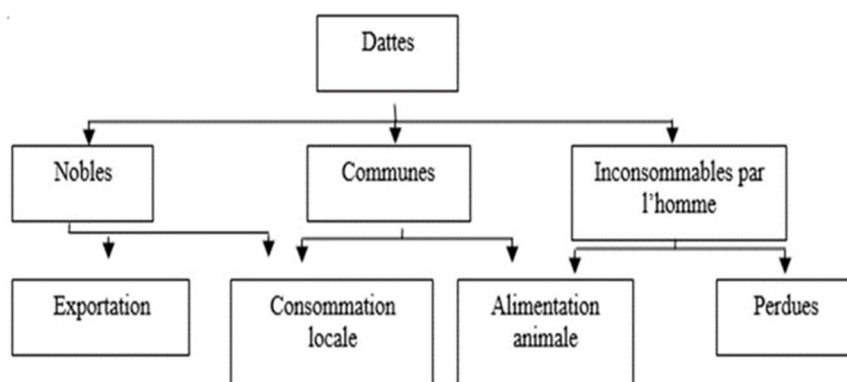


Figure 04 : Les divers utilisations de la datte (Meradi et al., 2016)

3.2.1. Utilisations alimentaires

a- Fabrication du pain

Sur le plan technologique, la farine du noyau de dattes est caractérisée par une activité amylasique insuffisante, une pauvreté en gluten et une faible valeur boulangère, cela lui permet de remplacer les autres sources de fibres non céréalières comme le son de blé par exemple. Surtout dans les pays dont les conditions climatiques ne permettent pas de cultiver ce type de céréales et dont la production de datte est importante (Almana et al.,1994).

b- Alimentation de bétail

Les noyaux de différentes variétés de dattes sont principalement utilisés dans l'alimentation du bétail, en ayant une action qui contribue à une augmentation des œstrogènes et/ou testostérones dans le plasma (Jassim et al., 2007), augmentant ainsi le taux de croissance chez les animaux.

c- Source de polysaccharides

Les noyaux de dattes ont une fraction polysaccharidique très importante et ce qui peut être exploitée et utilisés comme des gélifiants, épaississants à usage industriel intéressant. Un travail visant à valoriser la fraction polysaccharidique du noyau de datte variété Degla-Baïda algérienne a donné des résultats encourageants (Bouanani et al., 2007).

d- Fabrication du charbon actif

Les précurseurs du charbon peuvent être d'origine botanique (les noyaux de fruits), minérale (charbon) ou issus de matériaux polymères (caoutchouc) (Banat et al., 2003).

Les travaux d'Addoun et al., (2000) montrent que la carbonisation du noyau de datte peut conduire à l'obtention de charbon actif, et peuvent avoir des applications diverses comme la purification des gaz, élimination des phénols et dans la pharmacologie.

3.2.2. Utilisations pharmacologiques et cosmétologiques**a- Action pharmacologique**

Les extraits des noyaux de dattes ont l'aptitude de reconstituer les fonctions normales des foies empoisonnés, Ils les protègent également contre l'hépatotoxicité (Jassim et Naji, 2007).

b- Activité antivirale

Les études réalisées par Jassim et Naji (2007) montrent qu'une faible concentration d'un extrait acétonique (100–1000 µg/ml) du noyau de datte (variété Abu Dhabi) est capable d'inhiber les états infectieux.

c- Action cosmétologique

L'extrait du noyau de dattes abaisserait clairement et rapidement les rides du visage (Chaira et al., 2007).

3.2.3. Utilisation dans l'environnement

La poudre du noyau des dattes est utilisée en environnement comme agent de détoxification et de dépollution des eaux polluées par des substances toxiques (Alhamed, 2009).

3.2.4. Autres utilisations

Les noyaux de dattes sont un sous-produit intéressant. En effet, de ces derniers, il est possible de fabriquer de l'acide citrique et des protéines à l'aide des microorganismes suivants : *Candida lipolytica*, *Aspergillus oryzae* et *Candida utilis* (**Jassim et Naji,2007**).

CHAPITRE II :
**Technologie de fabrication
de la margarine**

1. Histoire de la margarine

En 1869, **Napoléon III** lance un concours afin d'inventer une nouvelle matière grasse moins chère que le beurre, destinée aux pauvres et aux armés. Le prix fini par être remporté par le pharmacien Hippolyte Mège Mouriès (**Andersan et al., 1965**).

La margarine, fabriquée au début à partir de graisse de bœuf est considérée comme un substitut bon marché du beurre, elle ne fit pas pour autant l'unanimité (**Chrysam, 1985**). C'est dans les années 1950 que l'industrie de la margarine modernise l'image du produit, fabriqué entre temps à base d'huiles végétales (**Chrysam, 1996**). Avec l'appui des laboratoires pharmaceutiques, les partisans plaident en faveur des acides gras insaturés (**Laia et al., 2000**), et de la réduction du cholestérol dans les aliments afin de réduire le nombre d'infarctus (**Baljit et al., 2002**).

2. Définition de la margarine

La margarine est un aliment sous la forme d'une émulsion malléable ou fluide, principalement du type eau dans l'huile, produite à partir de graisses et huiles comestibles (**Figure 05**), qui ne proviennent pas principalement du lait dont la teneur en matières grasses d'origine laitière n'excède pas 3% de la teneur en matières grasses. La margarine de table doit contenir une teneur minimale en matières grasses de 80% et 16% d'eau (**Aboke et al., 2008**).

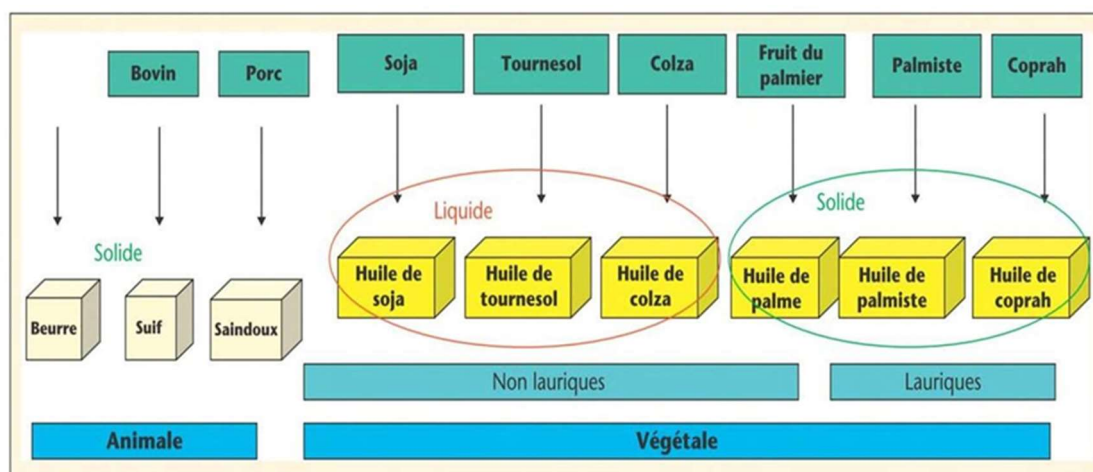


Figure 05 : Les différentes huiles et graisses utilisées pour la formulation de margarine (**Laventurier, 2013**)

3. Composition de la margarine

C'est une émulsion stabilisée par des additifs et obtenue par un mélange des deux phases bien distinctes, la composition globale de la margarine (100 g) renferme (**Djouab, 2007**) :

1. Une phase grasse : contient 80% à 82% de lipide.

2. Une phase aqueuse : contient 16% d'eau et/ou lait.

3. Additif, obligatoire ou facultatifs environs 2%.

La figure 06 illustre la composition moyenne de la margarine :

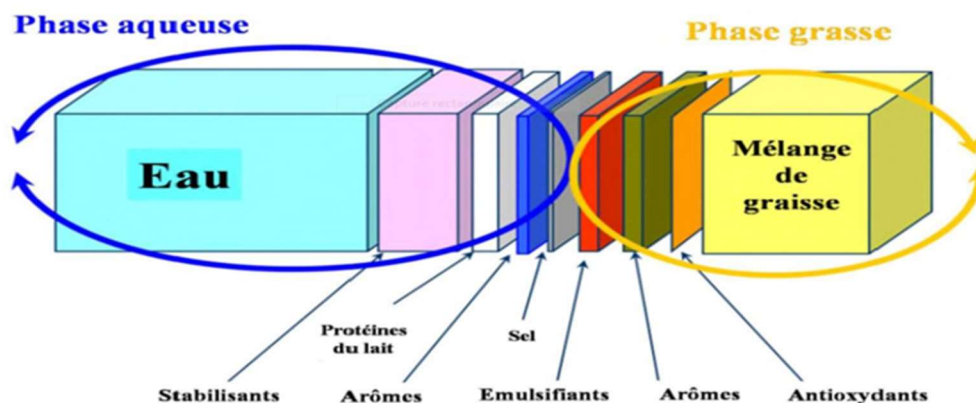


Figure 06: Composition de la margarine (Miroslav, 2005)

4. Types de margarine

4.1. Margarine à destination des professionnels

Elle présente dans sa phase grasse une proportion d'huiles concrètes plus importante afin de répondre aux besoins de fonctionnalité imposés par les contraintes de travail des différentes applications (laminage, incorporation, etc.) et aux qualités organoleptiques attendues (texture croustillant, fondant, etc.). Elles sont incorporées dans les produits alimentaires élaborés comme les produits de boulangerie, pâtisserie, etc. (Saillard, 2010).

4.2. Margarine de table traditionnelle

Sa phase grasse présente une forte proportion d'huiles concrètes. Son taux d'acides gras saturés (AGS) est plus élevé, jouant un rôle dans la texture et permettant une présentation en plaquette ou en barquette. En moyenne, le taux de matière grasse varie entre 55 et 80% de la masse totale. Elle peut être utilisée en cuisson ou comme ingrédients dans une recette (Saillard, 2010).

4.3. Margarine de table allégée

Cette margarine possède une teneur en matière grasse totale de 60%, 41% ou 27%. Réalisée à partir d'huiles riches en acides gras polyinsaturés (AGPI) et d'une fraction d'huile de palme et généralement enrichies en vitamines (A, D et E) (Desalme et al., 2004).

4.4. Margarine de table riche en acides gras insaturés

La plupart d'entre elles sont naturellement riches en AGI grâce aux huiles végétales entrant dans leur composition. La nature des huiles utilisées permet de faire varier les teneurs en AG et

d'obtenir une richesse en vitamine E. Elles peuvent être utilisées pour un usage « tartine » et/ou « cuisson » (Saillard, 2010).

4.5. Margarine de table enrichie en stérols végétaux

Ces margarines sont enrichies en stérols végétaux (phytostérols ou phytostanols) dont le mode d'action particulier conduit à une baisse du taux de cholestérol. Ces dernières sont destinées aux personnes dont le taux de cholestérol est élevé et peuvent être utilisées en tartine ou en cuisson selon les spécifications du fabricant (Saillard, 2010).

5. Fabrication de la margarine

La fabrication de la margarine comprend plusieurs étapes successives comme suite (Karleskind, 1992) :

- **Préparation de la phase grasse** : avec des huiles, des corps gras végétaux raffinés, en l'état, fractionnés, inter estérifiés ou hydrogénés, auxquels peuvent être incorporés certains additifs (émulsifiants, colorants) et des substances à but nutritionnels (vitamines liposolubles).
- **Préparation de la phase aqueuse** : avec de l'eau et/ou des coproduits de l'industrie laitière (lait écrémé, lactosérum en poudre, babeurre), auxquels peuvent être incorporés des ingrédients protéiques, du sel, des arômes.
- **Préparation de l'émulsion** : par mélange des deux phases. La phase aqueuse sera incluse dans la phase lipidique. La durée d'agitation détermine la finesse des bulles. Cette émulsion est stabilisée par les émulsifiants qui se placent à l'interface eau/huile, et maintiennent la structure grâce à leur caractère amphiphile.
- **Cristallisation** : par refroidissement.
- **Texturation** : par malaxage, afin d'obtenir la consistance voulue et une meilleure homogénéité.
- **Conditionnement** : en barquettes ou en plaques.

Le schéma ci-dessous (**Figure 07**) résume les différentes étapes de la fabrication d'une margarine au niveau de l'industrie agro-alimentaire :

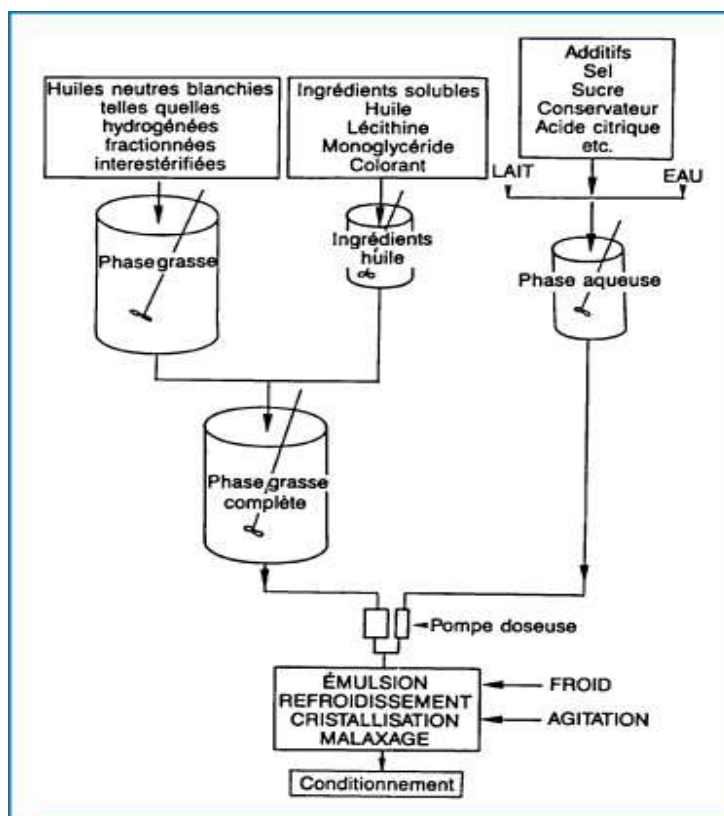


Figure 07: Schéma général de fabrication de la margarine (Karleskind, 1992)

6. Facteurs d'altération de la margarine

Les facteurs d'altération de la margarine peuvent être d'ordre chimique, physique ou bactériologique (Clements et Decker, 2000) :

- La lumière, en particulier les rayons UV qui exercent une action catalytique.
- La température élevée et la durée de stockage.
- L'exposition de la margarine à l'oxygène atmosphérique.
- La présence de certains agents pro-oxydants comme les métaux (Fe, Cu, Mn,...) favorise la réaction d'oxydation.
- Les enzymes et microorganismes présents dans la phase aqueuse.

La margarine est souvent exposée aux risques d'oxydation car elle est formée d'un taux élevé de matière grasse, provoquant ainsi l'odeur de rance, le goût désagréable, le changement de couleur et des pertes d'activité vitaminique et de la valeur nutritive. Quant à la contamination par les microorganismes elle provoque une altération des qualités organoleptiques (texture, saveur ...) et des propriétés chimiques (Cossut *et al.*, 2002). Pour l'altération physique qui est due à la modification de la consistance de la margarine, la phase liquide se réduit par rapport à

la phase solide conduisant ainsi à la perte de la texture, la flaveur et l'apparence recherchée (Clement et al., 2000) et cela à cause du phénomène de recristallisation (Genot et al., 2003).

7. L'oxydation de la margarine

L'une des principales causes de l'altération de la qualité des aliments est l'oxydation des lipides, cette réaction de détérioration diminue la valeur nutritionnelle de ces dernières (Warner et al., 1989).

Elle provoque une altération de la qualités nutritionnelles, sensorielles des huiles ainsi que leurs propriétés chimiques (Cillard et al., 2006).

Cette dernière affecte les acides gras insaturés présents (Martin. S et al., 2002). Elle est généralement influencée par les antioxydants qui sont à proprement parler des inhibiteurs de l'oxydation (Holasoava et al., 1993).

7.1. Types d'oxydation

Les trois types principaux d'oxydation sont :

a. Auto-oxydation

Les composés les plus exposés à cette oxydation sont les acides gras insaturés mais peut aussi dégrader d'autres constituants tels que les tocophérols et les pigments liposolubles (Laguerre, 2007). Elle correspond à une fixation de l'oxygène sur des molécules insaturées (Figure08).

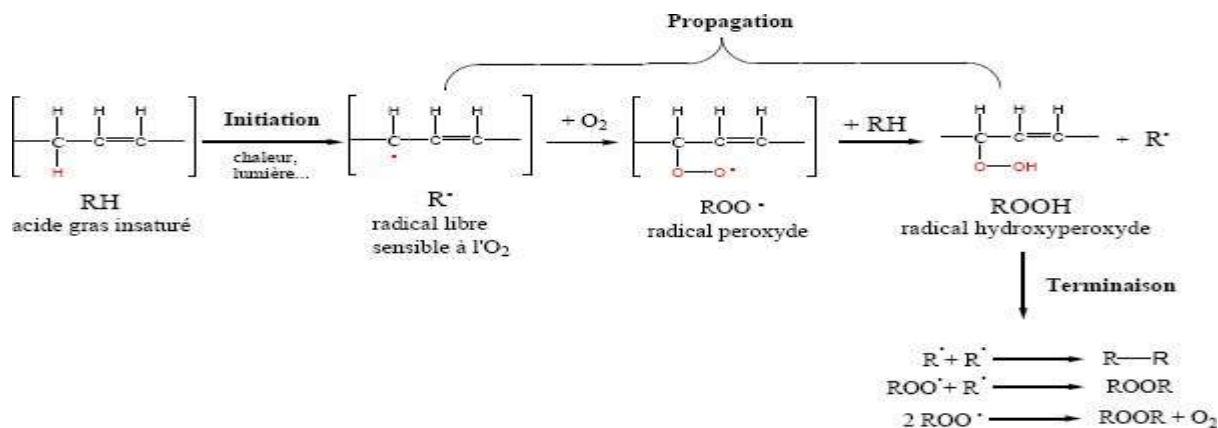


Figure 08 : Oxydation d'un acide gras insaturé (Anonyme 02,2020)

b. Oxydation enzymatique

L'oxydation enzymatique est catalysée le plus souvent par les lipoxygénases (Piazza et Nüoez, 1995). Cette dernière est l'insertion d'une molécule d'oxygène sur un acide gras insaturé qui aboutit à la formation d'hydroperoxydes. Son activité est toujours couplée avec celles des lipases et des phospholipases (Eymard ,2003) (Figure 09).

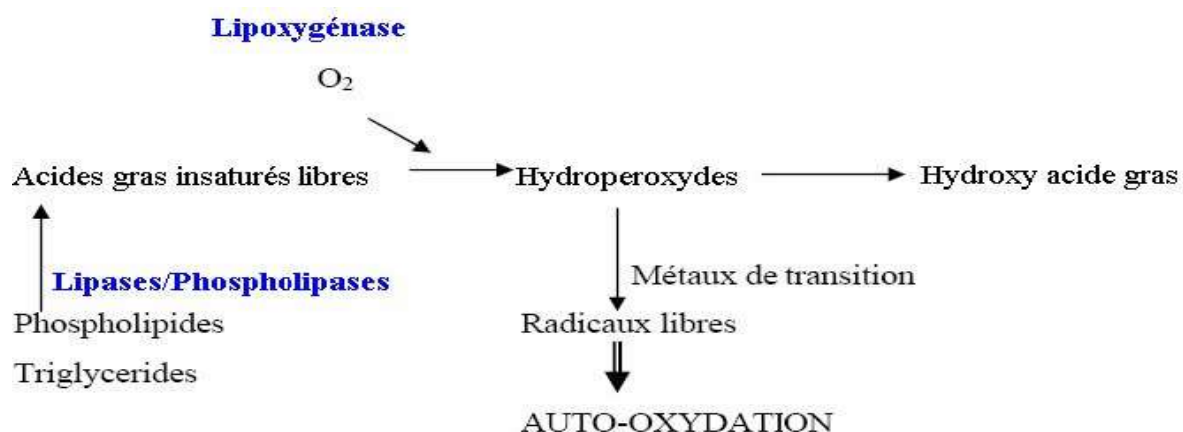
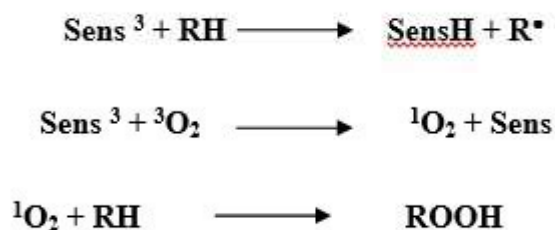


Figure 09 : Mécanisme D'initiation De La Peroxydase Des Lipides Par L'activité Lipoxygénasique (Anonyme 03,2020).

c. Photo- oxydation (oxydation des lipides par oxygène singulet)

Lorsque les aliments sont exposés à la lumière visible et ultraviolette l'oxydation par l'oxygène singulet est très intense. En présence d'un photo sensibilisateur, l'énergie irradiante convertit l'oxygène normal à l'état triplet en oxygène à l'état singulet, qui est mille fois plus actif que l'oxygène dans son état triplet. L'oxygène à l'état singulet s'additionne très rapidement sur les doubles liaisons, formant des intermédiaires instables transformés à leur tour en hydro-péroxydes plus stables (Min, 1998).



7.2. Les moyens de lutte contre l'oxydation

Les répercussions économiques peuvent être importantes car les données alimentaires deviennent inconsommables. Il suffit de très faibles doses de matières grasses oxydées (de l'ordre de 1%) pour rendre un aliment impropre à la consommation car le goût de rance apparaît nettement. D'où l'intérêt des industriels d'avoir recours à des antioxydants tels que la vitamine E pour limiter ces phénomènes.

7.2.1. Les antioxydants synthétiques : La vitamine E

a. Définition

« Les tocophérols » est un nom proposé pour la première fois en 1936 par Evans et collaborateurs ; ce sont des composés liposolubles regroupés sous le terme vitamine E. Selon (Pennock et al.,1964), la vitamine E regroupe quatre substances, β -tocophérol, γ -tocophérol, δ -tocophérol, α -tocophérol qui est la seule forme reconnue pour répondre aux besoins humains (Figure 10).

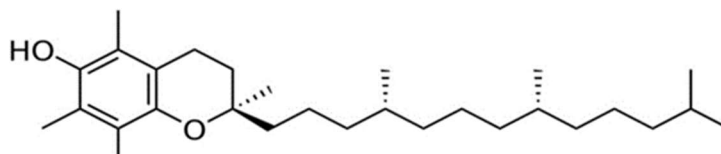


Figure 10 : Structure de l' α -tocophérol (Ju, 2012)

La vitamine E est reconnue comme antioxydant, grâce à sa capacité à inhiber les peroxydations lipidiques (Cheeseman et al., 1993). A cet égard, elle participe avec de nombreuses autres substances, à la lutte contre les formes réactives de l'oxygène (FRO Forme Réactive de l'Oxygène).

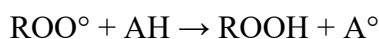
b. Propriétés physico-chimiques

Les tocophérols présentent, à la température ambiante, sous la forme d'une huile visqueuse décoloration jaune pâle. Ils insolubles dans l'eau, très solubles dans les graisses, les huiles et les solvants organiques. La vitamine E existe également sous forme synthétique : il s'agit du dl-alpha-tocophérol que l'on retrouve dans les suppléments en vitamine E. On retrouve également l'acétate ou le succinate de tocophérol. Bien que la forme synthétique soit bénéfique, la forme naturelle est particulièrement recommandée. En effet, elle naturelle est la plus active (Birlouez-aragon et al., 1995).

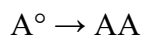
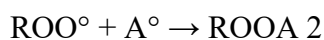
c. Rôle en industrie agro-alimentaire

Les constituants lipidiques des aliments ont tendance à s'oxyder au contact de l'air atmosphérique. Ce qui entraîne une altération de l'odeur, du goût et de couleur des denrées alimentaires.

La vitamine E stoppe l'oxydation des acides gras en s'oxydant à leur place. C'est la réaction qui nécessite le moins d'énergie qui se fera préférentiellement. La vitamine E intervient surtout au stade de l'initiation, en cédant un de ses atomes d'hydrogène au radical peroxyde qui se stabilise et devient non réactif. Cela permet ainsi d'arrêter les réactions en chaîne selon la réaction suivante (Birlouez-aragon et al.,1995).



Le radical libre A° formé par la vitamine E (AH) se stabilise en s'associant avec d'autres molécules selon les réactions suivantes :



La vitamine E peut également intervenir au cours de la phase de propagation en absorbant préférentiellement l'oxygène.

7.2.2. Autres alternatives (ressources naturelles)

La valorisation des ressources naturelles telle que des extraits végétaux et produits du métabolisme secondaire de la plante a suscité un grand intérêt scientifique en raison de leur potentiel en source d'antioxydants naturels et composés biologiquement actifs, tels que des substances antibactériennes, antifongiques et insecticide (**Celiktas et al., 2007**).

L'utilisation des végétaux par l'homme se confond avec l'histoire de l'humanité, à la fois à des fins alimentaires (pour son alimentation et celle des animaux qu'il domestique progressivement), de protection (celle de ses abris et pour ses vêtements), énergétiques (feu, énergie fossile) et de lutte contre la maladie par constitution d'une médecine et d'une pharmacopée traditionnelle. Parmi tous les constituants chimiques des végétaux, les composés phénoliques n'occupent qu'une place quantitative modeste (à l'exception de la lignine). Ils ont de multiples propriétés de tout temps recherchés par l'homme, d'abord de manière empirique et ensuite selon une approche plus raisonnée qui a bénéficié des progrès de la science, en particulier dans les domaines analytiques et biotechnologiques.

Les implications économiques des résultats obtenus se rapportant aux composés phénoliques sont considérables. Elles concernent l'utilisation directe de nombreux produits issus de l'agriculture (commercialisation directe des fruits, légumes, céréales). Elles se retrouvent également plusieurs secteurs de la biotechnologie (industries agroalimentaires, pharmaceutiques et cosmétiques) (**Fleuriet et al., 2005**).

**PARTIE
EXPERIMENTALE**

CHAPITRE III :

Matériel et Méthodes

1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans le cadre de cette présente étude est le noyau de dattes de la variété Mech-degla cultivé au sud-est d'Algérie (wilaya d'Ouargla). Ils sont sous forme stub-cylindrique légèrement rétrécit à l'une de ces extrémités, teints d'un marron peu prononcé.

Les dattes qui ont servi pour cette étude sont procurées du marché de la wilaya de Bejaia.

Les noyaux de dattes obtenues, après dénoyautage, sont lavés avec de l'eau distillée puis séchés à l'air ambiant. Une fois séchés les noyaux sont concassés manuellement à l'aide d'un mortier et d'un pilon, pour faciliter le broyage. La poudre obtenue est conservée dans un bocal en verre à l'abri de la lumière.

2. Analyses

2.1. Extraction et dosage des composés phénoliques du noyau de dattes

2.1.1. Extraction des composés phénoliques totaux

Dans ce présent travail, les composés phénoliques contenus dans les noyaux de dattes, sont extraits par l'éthanol à 70%. La poudre de noyaux de dattes est additionnée à 100ml du solvant et le mélange est incubé avec agitation à température ambiante pendant 1 h suivie d'une filtration à l'aide d'un papier filtre WATTMAN. Le filtrat obtenu est évaporé sous vide à 40°C à l'aide d'un évaporateur rotatif.

Précisons que l'extraction est répétée deux fois. Le 1^{er} extrait est concentré puis reconstitué dans 10 ml de méthanol pur et conservé au congélateur à -20°C. Cet extrait méthanolique servira pour le dosage des antioxydants et l'évaluation de leurs activités antioxydantes.

Le second est concentré, également, puis reconstitué dans l'eau distillée (10 ml), congelé pendant 24 h avant d'être lyophilisé. La poudre obtenue est conservée à -20°C. elle servira à l'élaboration des margarines.

Le rendement d'extraction est calculé par la formule suivante (Owen *et al.*, 1999) :

Avec

$$\% \text{ d'extraction} = [(P1 - P0) * E] / 100$$

P0 : poids du bécher vide (g) ; **P1** : poids du bécher après évaporation (g) ; **E** : poids de l'échantillon (poudre) (g).

2.1.2 Dosage des composés phénoliques totaux

La méthode colorimétrique utilisant le Folin-Ciocalteu est souvent adoptée pour le dosage des composés phénoliques totaux. Ce réactif est un acide de couleur jaune constitué par un mélange d'acide phospho-tungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phospho-molybdique

(H₃PMo₁₂O₄₀). Il est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène (**Ribereau, 1968**).

La teneur en composés phénoliques totaux est déterminée par la méthode de **Velioglu et al. (1998)**. Un volume déterminé d'extrait ou standard (préparé dans le méthanol) est additionné de 1 ml de réactif de Folin-Ciocalteu. Après 5 min d'incubation à l'obscurité, 800 µl de carbonate de sodium (7%) sont ajoutés. Le mélange est agité puis incubé à l'obscurité et à température ambiante pendant une 60 min. les absorbances sont lues à 760 nm contre un blanc.

La concentration en composés phénoliques totaux est déterminée en se référant à une courbe d'étalonnage d'acide gallique (annexe II). Les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique par 100g de matière séché (mg EAG/100g MS).

2.2 Détermination des activités antioxydantes

2.2.1 Activité antiradicalaire (test DPPH)

Le radical DPPH est largement employé comme substrat pour évaluer l'activité antioxydants. La réduction de ce radical est déterminée par la diminution de son absorbance à 517 nm induite par des antioxydants naturels ou de synthèse (**Marxen et al.,2007**). L'activité du radical DPPH est déterminée selon le protocole décrit par **Lopes-lutz et al. (2008)** ; un volume de 60µl d'extrait est ajouté à 2,44ml de la solution DPPH. Après agitation, les échantillons sont placés à l'obscurité à température ambiante pendant 60 min. Les absorbances sont lues à 517nm.

$$\% \text{ d'inhibition du DPPH} = [(Abs_c - Abs_E) / Abs_c] * 100$$

Où **Abs_C** : Absorbance du control ; **Abs_E** : Absorbance de l'échantillon.

2.2.2 Activité antioxydante phosphomolybdate

La méthode utilisant le phosphomolybdate d'ammonium est un test important basé sur la réduction molybdate (Mo⁺⁶) en molybdène (Mo⁺⁵), de couleur verte.

Le protocole adapté est celui de **Prieto et al. (1999)**, 0,2 ml de l'extrait est additionné à 2 ml de la solution de molybdate d'ammonium, après 90 min d'incubation à 95°C à l'abri de la lumière, l'absorbance est mesurée à 695nm. Le blanc est préparé de la même façon en remplaçant l'extrait par le solvant.

3. Elaboration de margarine

Pour déterminer la concentration nécessaire à être incorporée dans la margarine, trois concentrations de l'extrait phénolique du noyau de datte testées (x, y et z ppm). Une margarine est produite manuellement à l'échelle laboratoire ; les deux phases liquide et grasse sont préparées séparément dans deux béchers. L'extrait est incorporé dans la phase liquide. Après dosage des deux phases, l'émulsion passe par une agitation et un refroidissement avec une sorbetière avant de répartir 2 kg dans des barquettes de 500g.

Des margarines témoins élaborées avec et sans vitamine E sont, également, préparées en parallèle. Les margarines préparées sont les suivantes :

ME x : 500g : avec l'extrait phénolique du noyau de datte à 50 ppm.

ME y : 500g : avec l'extrait phénolique du noyau de datte à 100 ppm.

ME z : 500g : avec l'extrait phénolique du noyau de datte à 150 ppm.

ME avec vit E : 500g : avec vitamine E (témoin) à 100 ppm (commercialisée).

ME sans vit E : 500g : neutre.

Tableau V: Composition de la phase aqueuse et la phase huileuse de la margarine

	Margarine témoin avec la vitamine E	Margarine avec extrait phénolique du noyau de dattes
Blend	Huile de palme, Hydrogéné	Huile Tournesol équivalent de soja
Phase grasse	100 ppm	50, 100 ou 150 ppm d'extrait noyau de dattes dans la phase huileuse
	Emulsifiant	
Phase aqueuse	Lait	
	Sorbate de Potassium	
	Sel	
	Acide lactique	
	Eau	

➤ Les barquettes obtenues sont stockées à 4°C.

3.1. Détermination des propriétés physico-chimiques des margarines élaborées

3.1.1. Détermination du pH (NE1.2.430/89)

Le pH est déterminé directement sur la phase aqueuse à l'aide d'un pH-mètre, après séparation des deux phases (grasse et aqueuse) (Wolff, 1968).

3.1.2. Détermination du taux d'humidité (ISO 662 deuxième édition 15-09- 1998)

Ce test permet de déterminer la teneur en eau dans la margarine. Elle consiste d'abord à chauffer l'échantillon (2 g) sur une plaque chauffante, en agitant soigneusement jusqu'à évaporation totale de l'eau, puis à laisser refroidir dans un dessiccateur. Le taux d'humidité est calculé par la formule suivante :

$$\text{Humidité (\%)} = (M_1 - M_2) / (M_1 - M_0) * 100$$

M_1 : poids du bécher en g ; M_2 : poids de la prise d'essai ; M_0 : poids du bécher contenant l'échantillon après chauffage.

3.1.3. Détermination de la teneur en sel (Méthode de MOHR)

La détermination de la teneur en sel dans la margarine, consiste à dissoudre 5 g d'échantillon dans 100 ml d'eau distillée bouillante. Le mélange obtenu est ensuite titré par une solution de nitrate d'argent AgNO_3 (0,1N) en présence de quelques gouttes de chromate de potassium, utilisé comme un indicateur coloré. Le virage de la couleur en rouge brique indique la formation d'un précipité de chlorure d'argent (AgCl). La teneur en chlorure de sodium est donnée par la formule suivante :

$$\text{Ts \%} = [(V_{\text{AgNO}_3} * N * 58.5) / (1000 * P_e * (100))]$$

T_s : Taux de sel (%) ; V_{AgNO_3} : Volume (ml) de la solution de nitrate d'argent utilisée pour la prise d'essai ; N : Normalité de la solution de nitrate d'argent (0,171N) ; **58,5** : Masse molaire (g/mol) du chlorure de sodium; P_e : La prise d'essai en gramme (g).

3.1.4. Détermination de l'indice de peroxyde (ISO,2007)

Le principe repose sur le traitement d'une prise d'essai en solution dans un mélange d'acide acétique et de chloroforme, par une solution d'iodure de potassium (KI). L'iode libéré est titré par une solution de thiosulfate de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) en présence d'amidon comme indicateur de couleur. Selon le protocole de Wolff (1968), dans un ballon 2 g de la phase grasse sont

mélanges avec 10 ml de chloroforme, 15 ml d'acide acétique et 1ml d'iodure de potassium ($3 \cdot 10^{-3}M$) ; l'ensemble est incubé à l'obscurité pendant 5 mn avant d'y ajouter 75ml d'eau distillée et quelques gouttes d'empois d'amidon. La titration est réalisée avec une solution de thiosulfate de sodium ($Na_2S_2O_3$) à 0,01N jusqu'à l'apparition de la couleur mère.

L'indice de peroxyde est exprimé par la formule suivante :

$$IP = N (V - V_0) * 1000 / P (P_{eq} \text{ d'O}_2 / \text{Kg d'HO})$$

IP : Indice de peroxyde exprimé en milliéquivalent gramme par kilogramme.

V₀ : volume de la solution de thiosulfate de sodium pour l'essai à blanc en ml.

V : volume de thiosulfate de sodium pour l'échantillon en ml.

N : normalité de la solution de thiosulfate de sodium (0,002N).

P : prise d'essai en gramme.

3.1.5. Détermination du point de fusion (NE,1988)

Il consiste à mesurer la température à laquelle une matière grasse solidifiée dans un tube capillaire se ramollit jusqu'au point où elle remonte dans le tube. La méthode de **Wolff (1968)** est adoptée ; environ 1cm de phase grasse fondue est versé dans deux tubes capillaires qui sont ensuite placés au congélateur. Après 20 mn, ils sont suspendus dans un bécher rempli d'eau dans lequel est plongé la sonde d'un thermomètre. Le bécher est chauffé de façon que la température s'élève d'environ $0,5^\circ C$ par mn, la température est notée au moment où la matière grasse monte dans les tubes capillaires.

La température notée correspond au point de fusion de la margarine, elle est exprimée en($^\circ C$).

3.1.6. Détermination de l'acidité (ISO,2007)

Elle repose sur le traitement d'une prise d'essai de la margarine par un mélange d'éthanol et d'oxyde diéthylénique, puis un titrage d'acides gras libres présents à l'aide d'une solution éthanoïque d'hydroxyde de sodium. Un poids de 10 g de margarine est additionné à 50 ml d'éthanol neutralisé et quelques gouttes d'indicateur coloré (phénolphtaléine). Le mélange est titré avec de soude jusqu'à apparition d'une coloration rose pâle.

L'acidité du corps gras (margarine) est déterminée comme suit :

$$IA (\%) = (V_{NaOH} * N * 282) / (10 * P)$$

Où : **A** : acidité exprimée en % ; **N** : normalité du NaOH utilisé (0.1 N) ; **V** : volume du NaOH utilisé(ml) ; **M** : poids moléculaire de l'acide oléique (282 g/mole) ; **P** : masse de la prise d'essai en g.

3.1.7. Détermination du taux de solide par RMN (teneur en corps gras solides) (ISO,1995)

Afin de déterminer le taux de solide dans les échantillons de margarines, une quantité de chaque échantillon est fondue ; la phase grasse récupérée est versée dans des tubes à raison de 3cm. Les tubes sont incubés à 0°C pendant une heure ; un tube est gardé à 0°C, les autres sont placés à dans différentes températures. Chaque tube est introduit dans l'RMN et leur SFC est lu sur l'écran.

3.1.8. Resistance à l'oxydation accélérée (test Rancimat)

C'est la consommation de l'oxygène par un lipide. Ce test est très utilisé pour évaluer la stabilité oxydative des matières grasses. La spécification du temps d'induction au test Rancimat (TIR), exprimé en heures correspond au temps pendant lequel la matière grasse a résisté à un stress oxydatif (Rahmani,2007).

La norme internationale **ISO 6886 (2006)** définit la période d'induction et la stabilité à l'oxydation comme suit :

- **La période d'induction** : c'est le temps écoulé entre le début de mesure et le moment où la formation de produits d'oxydation commence à augmenter rapidement.
- **La stabilité à l'oxydation** : c'est une période d'induction, exprimée en heures et déterminée suivant la méthode ci-après.

Le principe du test consiste à vieillir prématurément les matières grasses par décomposition thermique à une température spécifiée. Elle se fait généralement à une température comprise entre 100 et 120°C, sous un bullage intensif d'air (à 98° C dans les conditions opératoires). Les acides organiques, produits de dégradation de cette oxydation poussée, sont entraînés par un courant d'air et recueillis dans une fiole contenant de l'eau déminéralisée ou distillée, dans laquelle est immergée une électrode de mesure de la conductivité. Le temps est déterminé par conductimétrie et correspond au TIR ou période d'induction. La fin de celle-ci est indiquée lorsque la conductivité augmente rapidement.

Cette augmentation accélérée est provoquée par l'accumulation d'acides gras volatils produits au cours de l'oxydation.

Cette analyse consiste à mettre la margarine préparée dans des conditions d'oxydation accélérées : température fixée à 98°C, débit de l'air à 10 l/h et addition d'eau distillée jusqu'à

60 ml. Les flacons contenant les mélanges ont été introduits dans un appareil connecté à un microordinateur pour le contrôle de l'analyse et l'enregistrement automatique des résultats. La période d'induction et la stabilité à l'oxydation des échantillons sont exprimées en heure.

3.2. Détermination des propriétés microbiologiques des margarines élaborées

Les risques de contamination microbiologiques de la margarine proviennent surtout de la phase aqueuse, car les huiles constituent un milieu défavorable au développement des bactéries. Cette phase est plus vulnérable aux contaminations microbiennes, ainsi le lait même pasteurisé, peut servir de milieu de culture à des microorganismes introduits accidentellement (karleskined, 1992).

Les bactéries, les levures et les moisissures provenant de la phase aqueuse, détériorent la qualité de la margarine en libérant des acides gras libres, des aldéhydes et des cétones responsables des mauvaises odeurs. La margarine est un produit sain, mais les bactéries sont des agents sournois (karleskined, 1992).

Les analyses microbiologiques sont réalisées sur les produits finis afin de déterminer leur qualité hygiénique. Elles englobent le dénombrement des microorganismes et la recherche de certains germes pathogènes (germes aérobies, levures et moisissures, coliformes totaux, *Staphylococcus aureus* et *Salmonelles*).

Pour la préparation de la solution mère, 40 g de chaque margarine à analyser sont pesés ; 34 ml de la solution Ringer sont ajoutés l'erenmeyer contenant le mélange est bouché avec le coton cardé et du papier aluminium, ensuite il est porté en bain–marie à 45°C jusqu'à dissolution et séparation des deux phases. Les études quantitatives et qualitatives sont réalisées à partir de la solution mère de la margarine et de ses dilutions décimales (10^{-1} et 10^2). Ces dilutions sont réalisées par la méthode classique, en utilisant l'eau physiologique stérile. Les dénombrements sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau VI: Germes recherchés dans les margarines élaborées et les conditions d'analyse.

Germe	Prélèvement	Milieu	Ensemencement	Incubation	Résultat	Méthode d'essai
<i>Germes aérobies</i>	1 ml de solution mère + 1 ml de la dilution 1/10	PCA	En masse	30°C/72h	Colonies blanches	ISO : 4833
<i>Levures et moisissures</i>	1 ml de solution mère + 1 ml de la dilution 1/10	OGA	En masse	30°C/ 72h	Colonies rondes et opaques	ISO : 21527-2
<i>Coliformes</i>	1 ml de solution mère	VRBL	En double	44°C/ 24h à 48h	Colonies rouges-violettes	ISO :7251
<i>S. aureus</i>	1 ml de solution mère	BP	En masse	37°C/ 24h à 48h	Colonies noires avec un halo	ISO 6888-1
<i>Salmonelle</i>	2.5 de SM + 225 ml d'eau péptonée	SFB	En masse	37°C/ 24h à 48h	Colonies vertes-bleues et centre noir	ISO : 6579

4. Analyse statistique

Une analyse descriptive des résultats est réalisée à l'aide du logiciel Microsoft Office Excel 2007, pour calculer les moyennes, les écarts types et les coefficients de corrélation. Une analyse de la variance (ANOVA) à un seul facteur au seuil de probabilité $P < 0,05$ est appliqué à l'aide du logiciel STATISTICA (7).

CHAPITRE IV :

Résultats et discussion

1. Noyau de dattes

1.1. Rendement et teneur en composés phénoliques totaux

Besbes et al. (2004) qui ont analysé différentes variétés des noyaux de dattes de Tunisie et dont les teneurs en CPT sont dans la gamme de 2150 et 5260 mg EAG/100 g MS. **Besbes et al. (2004)**, ont mené une étude sur les variétés des noyaux de dattes de variétés tunisiennes. Les différentes variétés analysées ont présenté un contenu phénolique dans la gamme de 2150 et 5260 mg EAG/100g de MS. Nos résultats sont dans l'intervalle des teneurs trouvés par l'auteur. Alors que les résultats obtenus par **Mansouri et al. (2005)**, sur les différentes variétés de datte algériennes sont de 2000 à 8000 mg EAG/100g.

Tandis que **Metoui et al. (2019)**, ont enregistré des valeurs qui varient entre 5130 mg GAE/100g pour la variété lemsi et 9530 mg GAE/100 pour khadhouri. Ce qui est nettement plus élevé comparé au résultat obtenu dans notre travail 3060,61 mg EAG/100g pour la variété Mech-Degla.

Rappelons que Les composés phénoliques sont des métabolites secondaires très importants, leur teneur peut être utilisée comme indicateur important de la capacité antioxydante et servir d'écran préliminaires pour tout produit destiné à constituer une source naturelle d'antioxydants dans les aliments fonctionnels (**Viuda-Martos et al., 2011**).

1.2. Activités anti oxydantes

1.2.1. Activité anti radicalaire (test DPPH)

Le radical DPPH est l'un des mécanismes connus qui est généralement utilisé comme substrat pour évaluer l'action antioxydante des substances bioactives telles que les composés phénoliques.

Ce test a permis de démontrer que l'extrait phénolique du noyau de datte a la capacité de piéger ce radical libre avec un taux de $58,56 \pm 9,43\%$ d'inhibition. Les résultats sont exprimés dans le tableau suivant :

Tableau VII : Activité anti radical DPPH de l'extrait du noyau de dattes

TEST DPPH		
Concentration	%d'inhibition m	Ecart-type
Extrait ND	58,56	$\pm 9,43$

1.2.2. Activité antioxydante de phosphomolybdate

Le test du pouvoir réducteur du phosphomolybdate est un essai direct qu'on emploie principalement pour mesurer la puissance des antioxydants non enzymatiques. Il repose sur la

réduction des molybdates en molybdène en présence des extraits en donnant une coloration verte détectable par l'UV à une longueur d'onde de 695nm (Prieto et al.,1999).

Les résultats exprimés dans le tableau ci-dessous ont permis de montrer une quantité importante de l'extrait phénolique du noyau de dattes qui varie entre 112,89 (E1) et 108,44 mg/ml EAAscorbique/10,4mg/ml (E2) et entre 9,17 (E1) et 8,81 mg/ml (E2) EQuercétine/10,5mg/ml. Cependant, les résultats obtenus ne présentent pas de différence significative ($p < 0,05$).

Tableau VIII : Activité antioxydante du phosphomolybdate de l'extrait du ND

Concentration	Eq Acide ascorbique		Eq Quercétine	
	moyenne mg/ml	Ecart-type	moyenne mg/ml	Ecart-type
Extrait ND	110,67	$\pm 3,14$	8,99	$\pm 0,62$

2. Margarines Elaborées

2.1. Propriétés physico-chimiques des margarines élaborées

Les résultats des analyses de paramètres physico-chimiques des margarines élaborées au sein de CEVITAL, sont récapitulés dans le tableau suivant

Tableau IX: Paramètres physico-chimiques des margarines élaborées.

Margarine Analyse effectuée	E sans vit E	ME x	ME y	ME z	ME avec vit E	Norme
PH	$5,04 \pm 0,00^a$	$5,04 \pm 0,00^a$	$5,04 \pm 0,00^a$	$5,04 \pm 0,00^a$	$4,85 \pm 0,07$	3,5 -5,5
Humidité (%)	$18,00 \pm 0,00^a$	$18,00 \pm 0,00^a$	$18,00 \pm 0,00^a$	$18,00 \pm 0,00^a$	$15,87 \pm 0,01^b$	Max 18
Indice de peroxyde (MeqO ₂ /kg MG)	$0,60 \pm 0,00^a$	$0,60 \pm 0,00^a$	$0,60 \pm 0,00^a$	$0,60 \pm 0,00^a$	$0,35 \pm 0,01$	Max 10
Taux de sel (%)	$0,23 \pm 0,00^a$	$0,23 \pm 0,00^a$	$0,23 \pm 0,00^a$	$0,23 \pm 0,00^a$	$0,33 \pm 0,01$	0,2 -0,4
Point de fusion (°C)	$35,70 \pm 0,00^a$	$35,70 \pm 0,00^a$	$35,70 \pm 0,00^a$	$35,70 \pm 0,00^a$	$35,05 \pm 0,07$	35 à 37
Taux de solide (%)	T=20°C: $17,00^a$	$17,00 \pm 0,00^a$	$17,00 \pm 0,00^a$	$17,00 \pm 0,00^a$	$12,60 \pm 0,00$	/
	T=30°C: $7,90^a$	$7,90 \pm 0,00^a$	$7,90 \pm 0,00^a$	$7,90 \pm 0,00^a$	$5,70 \pm 0,00$	/
	T=40°C: $2,40^a$	$2,40 \pm 0,00^a$	$2,40 \pm 0,00^a$	$2,40 \pm 0,00^a$	$1,00 \pm 0,00$	<4

Aucune différence significative à $P < 0,05$

2.1.1. pH de la phase aqueuse

D'après **Faur (1992)** et **Karleskind et al. (1992)**, il est conseillé de contrôler le pH de la phase aqueuse. Il est classé comme indicateur de qualité dans la margarine, il est contrôlé à différentes étapes de préparation. Les résultats de la mesure de pH de la phase aqueuse des margarines étudiées sont présentés dans le **tableau IX**.

Les résultats montrent que le pH des margarines élaborées sont très proches, elles varient de $4,85 \pm 0,17$ pour la ME avec vit E à de 5,04 pour ME sans vit E. Aucune différence significative n'est observée entre les 5 margarines à $p < 0,005$.

Les pH des 5 margarines sont conformes aux valeurs préconisées par la norme NE1.2.430/89.

2.1.2. Humidité

La diminution de la teneur en eau influe sur l'homogénéité de la margarine c'est à dire la bonne dispersion de l'eau dans la phase grasse (**Ming et al., 1999**).

On remarque que le taux d'humidité des 4 margarines élaborées (ME avec extrait de noyau de dattes et neutre) est de 18% alors que celui de la ME sans vit E est seulement de 15,84 %. Cette différence peut être expliquée par des variations de manipulation de préparation des margarines.

Ces valeurs correspondent aux critères fixés pour leur élaboration, elles sont conformes à la norme ISO662 deuxième édition 15-09-1998 qui fixe le taux d'humidité maximal à 18%.

2.1.3. Taux de sel

D'après **Karleskind et al. (1992)**, la teneur en sel varie suivant l'utilisation de la margarine et de sa texture. Le sel est ajouté à la margarine afin de relever le goût, faire ressentir la saveur, améliorer la sapidité et la stabilité de l'émulsion et prolonger la durée de conservation (effet bactériostatique) (**Frasch-Melnik et al., 2010**).

Le taux de sel des margarines élaborées est de $0,25 \pm 0,04$ % qui rentre dans l'intervalle des normes exigées (0,2- 0,4%) (NE.1.2.429/89).

2.1.4. Indice de peroxyde

L'indice de peroxyde (IP) est un critère très utile et d'une sensibilité satisfaisante pour apprécier les premières étapes d'une détérioration oxydative (**Karleskind et al., 1992**).

L'oxydation est un mécanisme lent mais inéluctable. En effet, les corps gras peuvent s'oxyder en présence d'oxygène et de certains facteurs favorisant ce processus (température élevée, eau, enzyme, trace de métaux Cu, Fe...) (**Tanouti et al., 2011**).

L'indice peroxyde des échantillons est inférieur à la norme fixée qui est de $10\text{MeqO}_2/\text{Kg}$ (NE.1.2.98/88), elle est de l'ordre de $0,55 \pm 0,11\text{MeqO}_2/\text{Kg}$. Ce qui indique que les margarines élaborées ne sont pas oxydées.

2.1.5. Indice d'acidité

L'indice d'acide permet de vérifier la qualité de la margarine, notamment en ce qui concerne sa dégradation avec le temps durant le stockage. Ce test n'est pas habituellement réalisé pour la margarine « Fleurial » commercialisée, il est effectué uniquement avant de pomper la matière première (l'huile) dans des cuves. Cependant et exceptionnellement, ce test a été déterminé pour les quatre échantillons de margarines élaborées, au niveau du laboratoire de recherches et développements « Spa Cevital ». La valeur obtenue pour l'ensemble des échantillons testés est de l'ordre de 0,06 ce qui est très proche de la limite fixée par l'industrie fixe qui est de 0.064(ISO 660 :2009).

2.1.6. Taux de solide « SFC »

Le SFC est un facteur essentiel car il est responsable de plusieurs caractéristiques du produit, y compris son aspect général (Noor Lida et al., 2002).

Concernant, la margarine à tartiner, le SFC ne doit pas dépasser 40 % à 5°C et pas plus de 6% à 37°C ou pas plus de 32 % à 10°C. Les résultats obtenus confirment que les margarines élaborées sont facilement tartinables, plastiques et fondent facilement dans la bouche à 37°C. En effet, les résultats obtenus dans cette présente étude sont à 20°C : $16,12 \pm 1,86$, à 30°C : $7,46 \pm 0,93$ et à 40°C : $2,12 \pm 0,59$ qui concordent avec les normes exigées (ISO 8292-2).

2.1.7. Point de fusion

Selon Belitz et al. (2004), le point de fusion dépend des facteurs attribués à la structure des triglycérides. D'après François (1974), ces facteurs sont :

- La longueur de la chaîne carbonée : Le point de fusion croît avec le nombre d'atomes de carbone.
- Le nombre de doubles liaisons : Pour une même longueur de la chaîne, le point de fusion décroît avec le nombre des doubles liaisons.
- La forme géométrique : Le point de fusion des formes cis est plus bas que celui des formes trans.

A titre comparatif, les points de fusion enregistrés dans cette présente étude sont identiques pour l'ensemble des échantillons y compris avec la margarine Fleurial commercialisée (35°C).

Ceci signifie que les margarines élaborées au laboratoire sont faciles à fondre et conformes à la norme exigée (NE,1,2,91/88).

2.1.8. Résistance à l'oxydation accélérée (test Rancimat)

L'oxydation des lipides est aujourd'hui bien connue comme un problème de la protection des produits dans l'industrie agroalimentaire et selon **Hidalgo et al., (2006)** elle tend à réduire la durée de conservation du produit, induit sa palatabilité, fonctionnalité et sa qualité nutritionnelle.

Pour estimer la stabilité ou la susceptibilité de la margarine à l'oxydation, les échantillons ont été soumis à un test d'oxydation accéléré sous des conditions standardisées.

La stabilité oxydative est un paramètre important pour l'évaluation de la qualité des corps gras, car elle donne une bonne évaluation de leur susceptibilité à la dégénération, cause principale de leur changement (**Aparicio et al., 2002**).

Les temps d'induction obtenus par le test au Rancimat des margarines formulées sont représentés dans la **figure 11**. Généralement, une période d'induction plus longue indique un effet de conservation meilleur, une valeur faible de celle-ci indique une susceptibilité accrue à l'oxydation.

D'après la **figure 11**, on remarque que la MEx résiste mieux à l'oxydation après 28 heures de chauffage, que la ME sans vit E, la MEy et la ME z qui ont réagi après 25 heures. On remarque également une forte résistance à l'oxydation de la ME avec vit E (commercialisée) avec un temps d'induction de 40 heures.

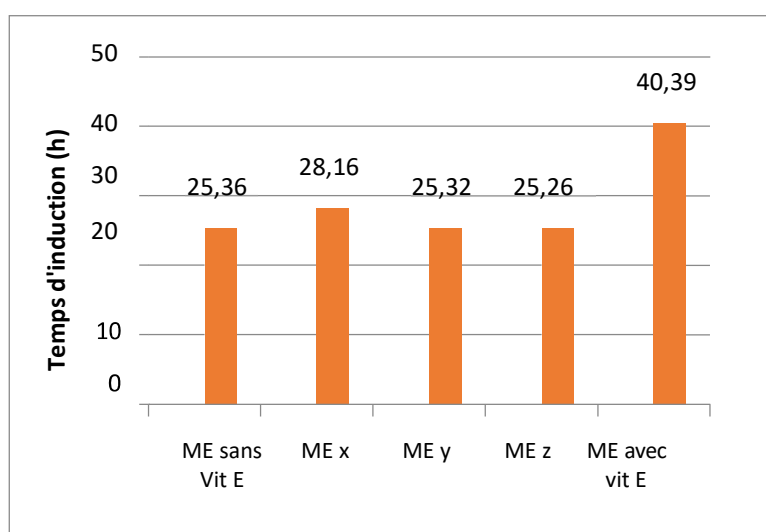


Figure 11 : Temps d'induction exprimé (h) des margarines élaborées

2.2. Propriétés microbiologiques des margarines

D'après les résultats des analyses microbiologiques effectués sur les margarines, on remarque une absence totale des germes aérobies à 30°C, des coliformes totaux, levures, moisissures, *E. coli*, *S. aureus* et *Salmonella* pour les margarines ME sans vit E, MEx, MEy et MEz.

Pour la ME avec vit E, nous avons obtenu une légère contamination pour les germes suivants : germes aérobies à 30°C, les coliformes totaux, les levures, moisissures *E. coli* et *S. aureus* et une absence de salmonella.

Les résultats obtenus confirment que les margarines sont conformes aux normes ISO exigées : ISO : 4833, ISO : 4832, ISO : 21527-2nce, ISO : 21527-2, ISO : 7251, ISO : 6888-1 et ISO : 6579 respectivement comme elles sont représentées dans le tableau.

Tableau X : Résultats de l'analyse microbiologique des margarines élaborées.

Paramètre	ME sans vit E	ME x	ME y	ME z	ME avec vit E	Norme	Norm e ISO
Germes aérobies à 30°C	Absence				<10 ²	10 ³	ISO: 4833
Coliformes totaux	Absence						ISO:4832
Levures	Absence				<10	10 ²	ISO : 21527-2
Moisissures					<10	10 ²	ISO: 21527-2
<i>E. coli</i>					<4	40	ISO:7251
<i>S. aureus</i>					<10	10 ²	ISO :6888-1
<i>Salmonella</i>					Absence		

Conclusion

Ce travail est basé sur l'étude de l'effet de l'incorporation de l'extrait phénolique du noyau de dattes, dans la margarine sur sa qualité de celle-ci. La formulation des margarines de table additionnées de l'extrait phénolique du noyau de dattes, à différentes concentrations, a été réalisée dans le complexe agroalimentaire CEVITAL-Bejaia au niveau du service R&D. Les indices de qualité des margarines élaborées à savoir les propriétés physico-chimiques : pH, taux d'humidité, teneur en sel, indice de peroxyde, point de fusion, taux de solide et les analyses microbiologiques, s'avèrent conformes à la recette préétablie.

L'incorporation de l'extrait aux margarines formulées est précédée d'une extraction par macération de l'extrait phénolique et de l'évaluation de l'activité antioxydante, un rendement de 20,9% avec une teneur de 3060,61mg EAG/100g MS et qui possède une activité antioxydante vis à vis du radical DPPH et du phsophomolybdate.

Les résultats de l'évolution de la stabilité oxydative des margarines élaborées déterminés par le test de Rancimat indiquent que ces dernières sont résistantes vis-à-vis de l'oxydation à des niveaux variables selon la concentration et du type d'antioxydant incorporé. En effet, il apparait que la ME avec vit. E est plus résistante suivie par la MEx (50 ppm). Cela montre que l'extrait phénolique du noyau de dattes, constitue un agent antioxydant permettant ainsi d'assurer une bonne stabilité oxydative de la margarine et une bonne conservation de cette dernière.

Perspectives

- ❖ Élargir la valorisation des sous-produits du noyau de datte dans d'autres domaines agro-alimentaires,
- ❖ Effectuer des recherches plus approfondies sur le pouvoir antioxydant, les effets thérapeutiques des substances bioactives de ses sous-produits,
- ❖ Extraction et exploration d'autres constituants d'intérêt pour des applications industrielles agroalimentaires cosmétique et pharmaceutique,
- ❖ Identifier les molécules de l'extrait phénolique du noyau de dattes,
- ❖ Enrichissement d'autres produits alimentaires pour augmenter leur valeur énergétique et nutritionnelle.

Références bibliographiques

A

Aboke C., Benarou A., Dolez M., Guillet K., Jamet E., Moreau A., Moutouvirin A., Poirier M., Ranga P. (2008). Le beurre et la margarine : Rapport de rhéologie. Ecole Supérieure de Microbiologie et Sécurité Alimentaire de Brest (ESMISAB), Université de Bretagne Occidentale.p105.

Addoun A., Merzougui Z., Belhachemi M. (2000). Préparation et caractérisation de matériaux à grand pouvoir absorbant. Thèse Magistère. Université de Bab Ezzouar.

Adrar I. (2016). Utilisation des noyaux de dattes pour l'élimination des ion Fe^{2+} .Mémoire de Magister. Université Mouloud Mammeri.

Al-Farsi M., Alasalvar C., Al-Abid C.M., Al-Shoaily K., Mansorah Al., Al-Rawahy F. (2007). Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and there by- products. Food Chemistry, vol. 104, pp.943–947.

Alhamed Y. A. (2009). Adsorption kinetics and performance of packed bed adsorber for phenol removal using activated carbon from dates' stones. J. Hazard. Mater.2009, 170, 763-770pp.

Ali-Mohamed A. Y., Khamis A. S. H. (2004). Mineral ion content of seeds of six cultivars of Bahraini date palm (Phoenix dactylifera). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52, 6522-6525.

Almana H. A., Mahmoud R. M. (1994). Palm date seeds as an alternative source of dietary fiber in Saudi bread. Ecology of Food and Nutrition, 32(3-4), 261–270.

Amellal H. (2008). Aptitudes technologiques de quelques variétés communes de dattes : formulation d'un yaourt naturellement sucré et aromatisé. Thèse de doctorat en génie alimentaire option technologie alimentaire. Université M'hamed Bouguara Boumerdes, 127 pages.

Andersan A. J. C., Williams P. N. (1965). Introduction and history, margarine pp: 1–17. New York: Pergamon Press.

Anonyme 01, <https://sites.google.com/site/palmierdattierens/generalite04/2022>.

Anonyme 02, <http://sagronomie.info/fr/wp-content/uploads/2020/08/1-4.jpg>.

Anonyme 03, <https://agronomie.info/fr/wp-content/uploads/2020/08/9.jpg>

Aparicio R., Luna G. (2002). Characterisation of monovarietal virgin olive oils. Eur. J. Lipid. Sci. Technol. (104). p 614-627.

B

Baljit S.G., Sandra D., Suresh S.N. (2002). Lipid shortenings. Food Research International (35):1015–1048.

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

Belguedj M. (1996). Caractéristique des cultivars de dattiers du Sud-Est du Sahara Algérien, Volume 1, Ed. INRA. Alger, 67 p.

Belguedj M. (2001). Caractéristiques des cultivars de dattes dans les palmeraies du Sud-Est Algérien. Revue INRAA, N° 11, El-Harrach, Algérie. 289 p.

Belguedj M. (2002) - (b). Les ressources génétiques du palmier dattier : caractéristiques des cultivars de dattier dans les palmeraies du Sud-Est Algérien. Revue annuelle de L'INRAA N°1/2002. 28-289p.

Belguedj M., Tirichine A., Guerradi M., Bousdira K., Labгаа L., Bayoud B. (2011). Ressources génétiques du palmier dattier. Caractéristique des cultivars de Ghardaïa. Dossier N°2, INRAA, Alger : 48-68p.

Belitz, H.D., Grosch W., Schieberle P. (2004). Lipids. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany, ISBN: 3-540-40818-5. Food chemistry, pp. 164-165.

Ben Abbas F. (2011). Etude de quelques propriétés chimiques et biologiques d'extraits « Phoenix dactylifera L. ». Thèse de Magistère, Université Ferhat Abbas, Sétif, 68pages

Benmeddour Z., Mehinagic E., Le Meurlay D., Louaileche H. (2013). Phenolic composition and antioxidant capacities of ten Algerian date (Phoenix dactylifera L.) cultivars : A comparative study. Journal of Functional Foods. 5,346 –354.

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

Besbes S., Abbes F., Kchaou W., Blecker C., Ongena M., Lognay G., Attia H. (2013). Effect of processing conditions on phenolic compounds & antioxidant properties of date syrup". *Industrial crop & product*.44, 634-642.

Birlouez-aragon I., et al. (1995). Dossier Scientifique de l'Institut Français pour la Nutrition n°5 : Les Vitamines, 144p.

Bouanani S., Zeggar M., Alouadi S. (2007). Valorisation des noyaux de dates (*Phoenix dactylifera*) variété Degla Baida par fractionnement des polysaccharides. *Revue des régions arides*, pp. 40-45.

Boucher S., Plassiart G., Adamus C. (1998). Cas de Carence en vitamine E dans trois élevages de Cobayes, *Point Vét.* Vol 29, n°190, p 85-90.

Bouguedoura N. (1991). Connaissance de la morphogenèse du palmier dattier. Etude in situ et in vitro du développement morphogénétique des appareils végétatifs et reproducteurs. Mémoire de doctorat d'état. U.S.T.H.B. Alger, 201p.

Boussena Z., Khali M. (2016). Extraction et composition chimique d'huile de noyaux de dattes algérienne. [Extraction and Chemical Composition Of Algerian Date Seeds Oil]. *Nutrition & Santé*, <https://www.asjp.cerist.dz/en/article/5027> ,Vol.05, N°02: pp100-106.

C

C Yesil., E Bedir., F Vardar-Sukan. (2007). Invitro antioxidant activities of *Rosmarinus officinalis* extracts treated with supercritical carbon dioxide. University Science and Technology Center, Department of Bioengineering, Faculty of Engineering, Ege University, 35100 Bornova-Izmir, Turkey. *Food Chemistry* 101, 1474–1481.

Chrysam M.M. (1996). Margarines and spreads. In Hui. Y. H, *Baileys industrial oil and fat products*, 4th ed. John Wiley and Sons Inc. New York, 189p.

Chrysam M.M. (1985). Table spreads and shortenings. In T. H. Applewhite Ed. *Bailey's industrial oil and fat products*, New York: John Wiley and Sons (3): 41–125.

Cillard J., Cillard P. (2006). Mécanisme de la peroxydation lipidique et des antioxydants. *Oléagineux, Corps gras, Lipides*. 13: 24-29. *Japanese Journal of Nutrition*, 44: 307-315.

Clement D.J., Decker E.A. (2000). Lipid oxidation in oil-in water emulsions, impact of molecular environment of chemical reactions in heterogeneous food systems. In: Journal of Food Sciences. pp: 1270-1281.

Cossut J., Defrenne B., Desmedt C., Ferroul S. (2002). Les corps gras, entre tradition et modernité, procédés de fabrication et contrôle de qualité : Institut agroalimentaire, Lille, France. PP.27-51.

D

Daas Amiour S. (2009). Etude quantitative des composés phénoliques des extraits de trois variétés de dattes (*Phoenix dactylifera* L.) et évaluation in vitro de leur activité biologique. Mémoire de Magister en Génie des procédés pharmaceutiques Université El-Hadj Lakhdar, Batna, Algérie, 159p.

Desalme A., Ouilliot D., Ziegler O. (2004). Les catégories d'aliments. Cahiers de Nutrition et de Diététique. 39 : 12p.

Djerbi M. (1994). Précis de phoeniciculture. FAO. Rome. pp 191-192.

DSA. (2016). La direction des services agricole statistique agricole.

DSA. (2018). Présentation du secteur agricole de wilaya de Biskra.

E

El Nemer A., Khaled A., Abdelwahab O., El-Sikaily A. (2008). Treatment of wastewater containing toxic chromium using new activated carbon developed from date palm seed. J Hazard Mater, Vol. 152, pp. 263–275.

Estanove P. (1990). Note technique : Valorisation de la datte. In Options méditerranéennes, série A, N°11. Systèmes agricoles oasiens. Ed. CIHEAM, 301-318.

Eymard S. (2003). Mise en évidence et suivi de l'oxydation des lipides au cours de la conservation et de la transformation du chinchard (*Trachurus Trachurus*) choix des procédés. Thèse de doctorat en génie des procédés. Université de Nantes. Pp 28-38

F

FAO, (1981). Le rôle des graisses et huiles alimentaires en nutrition humaine. Food & Agriculture Organisation.

FAO, (2007). Date palm production. www.fao.org/docrep/t0681E/t0681E00.htm.

FAO, (2008) : <http://www.fao.org>.

Favier, A. (2003). Le stress oxydant : Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique Review. *L'actualité chimique*, novembre, pp : 108-115.

Fleuriet A., Jay-Allemand C., Macheix J.J., (2005). Composés phénoliques des végétaux un exemple des métabolites secondaires d'importance économique. Presses polytechniques et universitaires romandes pp : 121-216.

François R. (1974). Margarine. In « Les industries des corps gras ». Tec et Doc-Lavoisier, Paris, pp: 290-291.

Fresch- Melink S., Norton I., Spyroulos T. (2010). Fat cristal stabilised w/o emulsions for controlled salt release. *Journal of Food Engineering*. 98 (4) 437-442.

G

Gasmi A, (2012). Le palmier dattier, Edition Elaourassia, Algérie. P1

Genot C., Meynier A., Riaublanc A. (2003). Lipid oxidation in emulsions. In: *Lipid oxidation pathways*, A. Kamal-Eldin Ed., AOCS Press; Champaign; USA 190-244. ISBN: 1-893997-43-X

H

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

Hidalgo F.J., Leon M. M., Zamora R. (2006). Antioxidative activity of amino phospholipids and phospholipid/amino acid mixtures in edible oils as determined by the Rancimat method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 5461–5467.

J

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

Ju., (2012). Alpha-Tocopherol Structural Formulae. Own work.

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Alpha-Tocopherol_Structural_Formulae_V.1.svg

K

Karleskind A. (1992). Manuel des Corps Gras. Ed Tech & Doc, Paris, Tome 1 et Tome II. 1579p.

Kendri S. (1999). Caractéristiques biochimiques de la biomasse "Saccharomyces cerevisiae" produite à partir des dattes "Variété Ghars". Mémoire d'Ingénierat, Département d'agronomie, Batna, Algérie, 51 p.

L

Laguerre M., Lecomte J., Villeneuve P. (2007). Evaluation of the stability of antioxidants to counteract lipid oxidation : Existing methods, new trends and challenges. Progress in Lipid Research. 46:244-289.

Laia O.M., Ghazalia H.M., France C., Chong C.L. (2000). Physical and textural properties of an experimental table margarine prepared from lipase-catalysed trans esterified palm stearin: palm kernel olein mixture during storage. Food Chemistry. 71 :173-179.

Laventurier M. (2013). Impact des formulations de margarines sur le procès en boulangerie et pâtisserie artisanales et industrielles. Journal fonctionnalité deshuiles.vol.20 N°3 :160-164pp.

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

Lopes-Luts D., Alviano C., Alviano P., Kolodziejczyk P. (2008). Screening of chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of Artemisia essential oils Phytochemistry, 69:1732-1738.

M

Martin S., Andriantsitohaina R. (2002). Mécanismes de la protection cardiaque et vasculaire des polyphénols au niveau de l'endothélium, annales de cardiologie et d'angéologie. Edition Masson, Elsevier, France, 51. PP. 304-315.

Marxen K., Vanselow K.H., Lippemeierk S., Ralf H., Ruser A., Hanssen U.P. (2007). Determination of DPPH Radical Oxydation Caused by Methanolic Extraction of Some Microalgal Species by Linear Regression Analysis of Spectrophotometric Measurements. Full Reasearch Paper, 7 :2080-2095.

Masmoudi N. (2000). Essai de production de biomasse "Saccharomyces cerevisiae" à partir des dattes "Ghars". Mémoire d'Ingénieur, Département d'Agronomie, Batna, Algérie, 52 p.

Matallah M. (2004). Contribution à l'étude de la conservation des dates variété Deglet-Nour : Isotherme d'adsorption et de désorption. Mémoire d'Ingéniera, INA. El-Harrach. Alger. 79p

Maatalah S. (1970). Contribution à la valorisation de la datte algérienne. Mémoire d'Ingénieur. Institut National d'Agronomie. El-Harrach, 77 p.

Mansouri A., Embarek G., Kokkalou E., Kefalas P. 2005. Phenolic profile and antioxydant activity of the algerien ripe date palm fruit ((Phoenix dactylifera L.). Food chemistry 89: 411-420

Mazoyer M. (2002). Le monde agricole au XXI^{ème} siècle. Larousse agricole, Ed. Mathilde majorel, p 224.

Mechraoui N., Belkhadem S. (2009). Essai d'incorporation de la farine de dattes Variétés « Mech-Degla » en biscuiterie. Mémoire d'ingénieur d'Etat en Biologie. 98p.

Meradi S., Dakhia N., Aouachria M. (2016). Déchets de palmeraie : alternative alimentaire du cheptel prometteuse en régions arides Algérie, Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides. Campus universitaire BP n° 1682 R.P Biskra 07000 Algérie. Site web <http://lrrd.cipav.org.co/lrrd28/9/mera28163.html>.

Metoui M., Awatef E., Bouzoumita A., Ferchichi A. (2018). Chemical Composition, Antioxidant and Antibacterial Activity of Tunisian Date Palm Seed. Pol. J. Environ. Stud. Vol. 28, No. 1 (2019), 267-274.

Min D.B., Akouh C.C. (1998). Lipid oxidation of edible oil: Food lipids: chemistry, nutrition and biotechnology. Second Edition, Revised and Expanded Dekker. New York, Bâle. 283- 296.

Miroslav B. (2005). Ingredients for margarine and spreads. Application Specialist DANISCOA/S.

Molyneux P. (2004). The use of the stable free radical diphenyl-picrylhydrazyl (DPPH^o) for estimating antioxidant activity. Song klanakaran J. Sci. Technol. Vol. 26, N°2, 211-219.

Munier P. (1973). Le Palmier-Dattier. Maisonneuve & Larose, Paris.141-150.

Munier P. (1973). Le palmier dattier. Techniques agricoles et productions tropicales Ed. Maisonneuve & Larousse, Paris :221p.

N

NF EN ISO Norme Internationale. (1998). Méthode ISO662. Les graisses et huiles animales et végétale la détermination du contenu des impuretés insolubles. And oils – Détermination of peroxide value – Iodometric (visual) end point determination.

Noor Lida H.M.D., Sundram K., Siew W.L., Aminah A., Mamot S. (2002). TAG composition and solid fat content of palm oil, sunflower oil, and palm kernel olein blends before and after chemical interesterification. Journal of the American Oil Chemist's Society, 79 : 1137-1144.

O

ONFAA, Observatoire National des Filières Agricoles et Agroalimentaires ; Rapport sur le commerce extérieur des dattes, Mars 2017.

Owen, P. L., Johns, T. (1999). Xanthine oxidase inhibitory activity of northeastern North American plant remedies used for gout. Journal of ethnopharmacology, 64(2): 149-160.

P

Pennock J.F., Hemming F.W., Kerr J.D. (1964). Areassessment of tocopherol chemistry. Biochemistry and biophysics Ressources commun, 17: 542-548.

Prieto P., Pineda M., Aguilard M. (1999). Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: Specific application to the determination of vitamin E. Analytical, Biochem, 269(2) : 337–341.

Prior E. (2003). Usage des corps gras alimentaires dans les différents secteurs de la technologie alimentaire. In : Graille Journal. Edition. Lipides et corps gras alimentaires, p87-147.

R

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

Ribéreau-Gayou P. (1968). Les composés phénoliques des végétaux. Edition. Dunod. Paris p1-23.

Richarde R. (1972). Eléments de biologie végétale. Fou Cher, Paris, 164 p.

S

Saillard M. (2010). Margarines et matières grasses tartinables. *Cahier de nutrition et de diététique*. 45 (5): 274-280.

Sedra My. H., Lashermes P., Trouslot P., Combes MC., Hamon S (1998). Identification and genetic diversity analysis of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) varieties from Morocco using RAPD markers. *Euphytica*, 103:75-82.

Site internet: <https://sites.google.com/site/palmierdattierens/generalite>

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*, Volume 6, N°22.

Toutain G. (1979). Eléments d’agronomie saharienne :de la recherche au développement. Ed. Jouve, Paris,276p.

V

Velioglu Y.S., Mazza G., Gao L., Oomah B.D. (1998). Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. *Journal of Agricultural Biotechnology and Molecular Biology Review* Vol. 1 (1),21-38.

Viuda-Martos N.C., Ruiz-Navajas Y., Fernández-López J., Sendra E., Sayas-Barberá., Pérez-Álvarez A.J. (2010). Antioxidant properties of pomegranate (*Punica granatum* L.) bagasse’s obtained as co-product in the juice extraction. *Food Research International*, 44, 1217-1223.

W

Warner K., Frankel E.N., Mounts T.L. (1989). Flavor and oxidative stability of soybean. Sunflower and low erucic acid rapeseed oils, *Journal of the American oil chem soc.* 66:558-564.

Wolff J.P. (1968). Manuel analyse des corps gras. Ed : Azoulay, Paris, France.

Annexes

Annexe I

I : PRESENTATION DE L'ENTREPRISE D'ACCUIL

1. Historique

« **CEVITAL** » est l'une des entreprises agroalimentaires qui ont vu le jour dès l'entrée de notre pays en économie de marché. Elle a été créée par des fonds privés en 1998, Fondé par Mr. Isaad REBRAB, le Groupe **Cevital** est un groupe familial bâti sur une histoire, un parcours et des valeurs qui en ont fait sa réussite et sa renommée.

Créée avec des fonds privés, elle est la première société privée industrielle algérienne à avoir investi dans plusieurs secteurs d'activités, elle englobe 26 filiales aux activités diversifiées : agro-alimentaire, grande distribution, automobile, industrie, services et immobilier, elle présente plusieurs activités dont la principale est le raffinage des huiles.

Elle utilise une technologie très avancée dans ce procédé. Son complexe de productions situe au niveau du port de Bejaia et s'étend sur une superficie de 45000 m².

2. Organigramme du complexe CEVITAL

Les différentes directions et services de « **CEVITAL** », sont schématisés dans l'organigramme

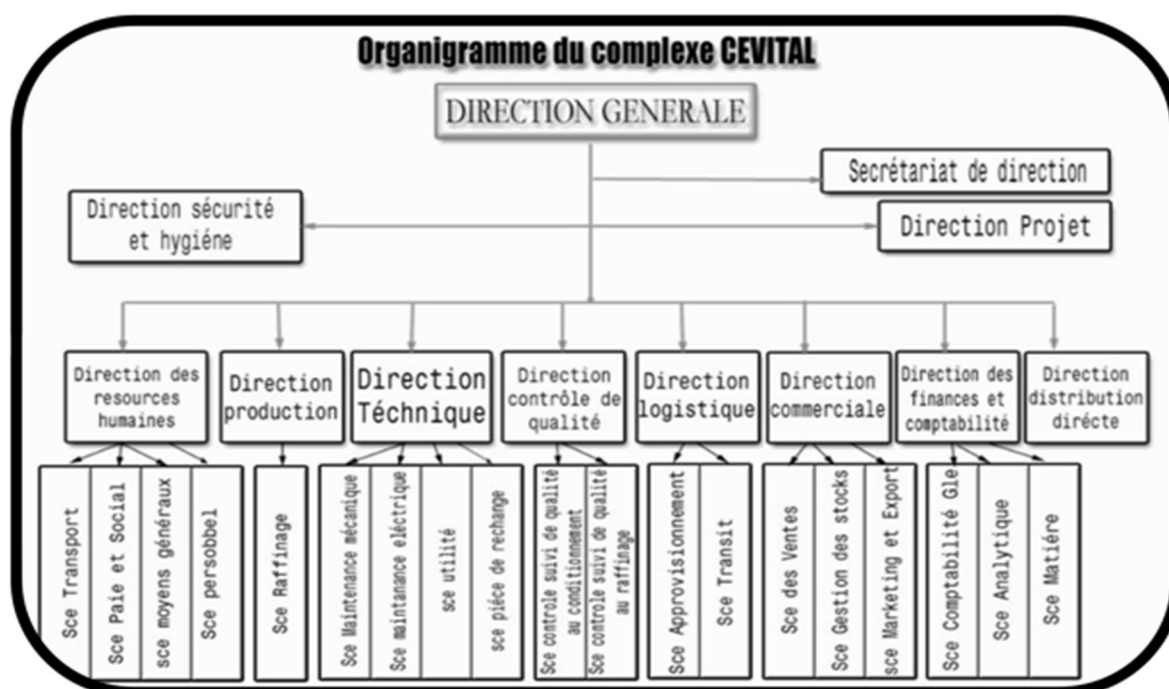


Figure 01 : Organigramme du complexe CEVITAL

3. Les unités de production

Cevital Agro-industrie est depuis ses débuts installé au sein du port de Bejaia (Algérie) et dispose de plusieurs unités de production :

- 02 raffineries de sucre
- 01 unité de sucre liquide
- 01 raffinerie d'huile
- 01 margarinerie
- 01 unité de conditionnement d'eau minérale
- 01 unité de fabrication et de conditionnement de boissons rafraîchissantes
- 01 conserverie.

4. Objectif du groupe CEVITAL

L'objectif du groupe « CEVITAL » est d'enrichir le marché national en différents produits « huile, margarine et sucre » dont le but est de satisfaire la demande nationale, grâce à ces divers projets réalisés qui se présentent comme suit :

- La raffinerie d'huile est d'une capacité de production de 2100 tonnes/jour.
- La raffinerie de sucre d'une capacité de production de 6500 tonnes/jour.
- La margarinerie et huiles végétales d'une capacité de 600 tonnes/jour.
- Conditionnement.
- Fabrication de l'emballage et des bouchons.
- CEVITAL dispose aussi de silos de céréales, sucre blanc et sucre roux d'une capacité de 182000 tonnes.
- Savonnerie en cours d'étude.

5. Laboratoire recherche et développement :

Une direction de Recherche et Développement a été mise en place et complétée le 1 Mai 2010.

Une équipe de (13) personnes spécialisées se chargent des différentes sections ; citons : développement produits, développement process, packaging ainsi que la gestion des projets.

En collaboration avec la production, le service marketing, commercial, finance et autres services, le département R&D est chargée d'une mission stratégique pour l'entreprise industrielle soit le développement, l'amélioration des produits existants, les nouvelles innovations, l'examen des données de marché ainsi que l'organisation de la veille pour déceler

les tendances actuelles et futures, l'amélioration des processus industriels, le renforcement des partenariats avec les clients et les fournisseurs....

Cevital Agro-industrie accorde une grande importance au contrôle qualité de tous ses produits, pour cela sont mis à sa disposition quatre laboratoires pour chacune des unités de production et d'un pilote dédié à l'innovation et à la R&D.

Ces laboratoires travaillent en étroite collaboration avec la direction de la production.

Annexe II

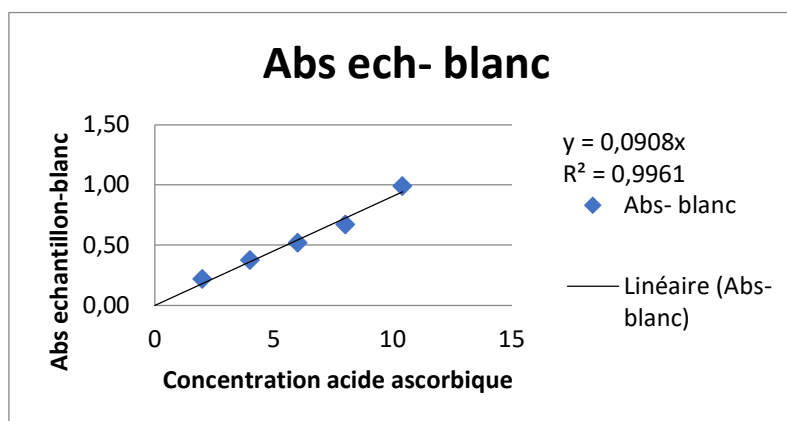


Figure 01 : Courbe d'étalonnage linéaire de l'acide ascorbique (Phosphomolybdate d'ammonium).

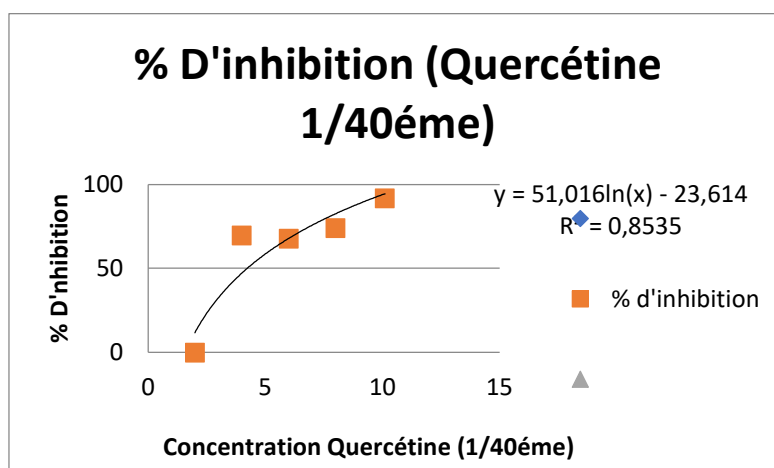


Figure 02 : Courbe d'étalonnage logarithmique de DPPH.

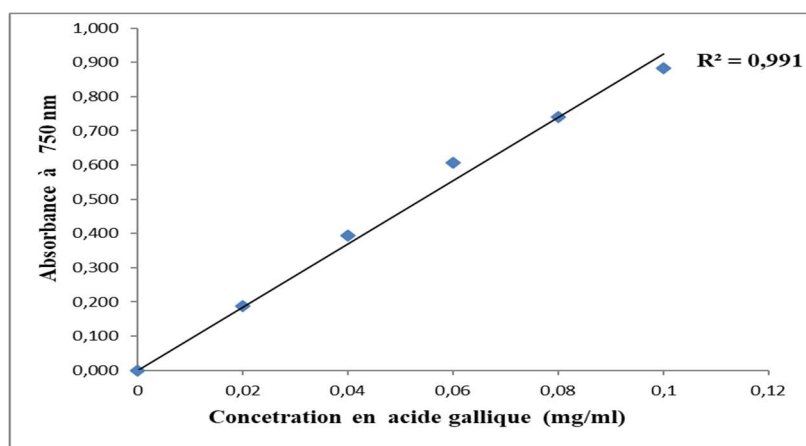


Figure 03 : Courbe d'étalonnage d'acide gallique

Annexe III

Elaboration de la margarine au niveau du SPA CEVITAL



Figure 01: Le matériel utilisé pour la préparation de l'émulsion

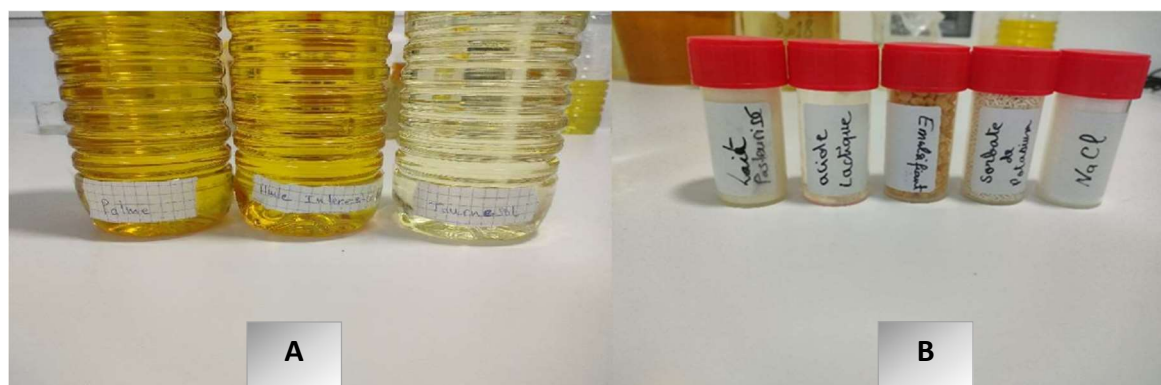


Figure 02 :Les matières utilisées pour la préparation de l'émulsion(A) La phase grasse, (B)La phase aqueuse + émulsifiant.



Figure 03 : Ajout de la phase aqueuse à la phase huileuse sous agitation mécanique.

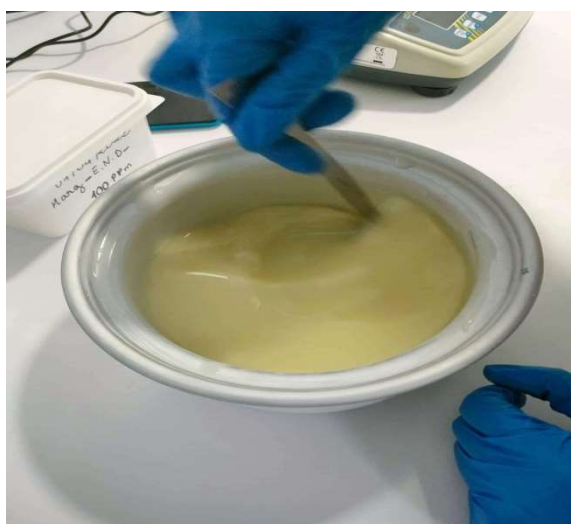


Figure 04 : Préparation de la margarine (cristallisation)

Annexe III

Les graphes obtenus par le test de RANCIMAT au niveau du SPA CEVITAL



Figure 01 : test de RANCIMAT

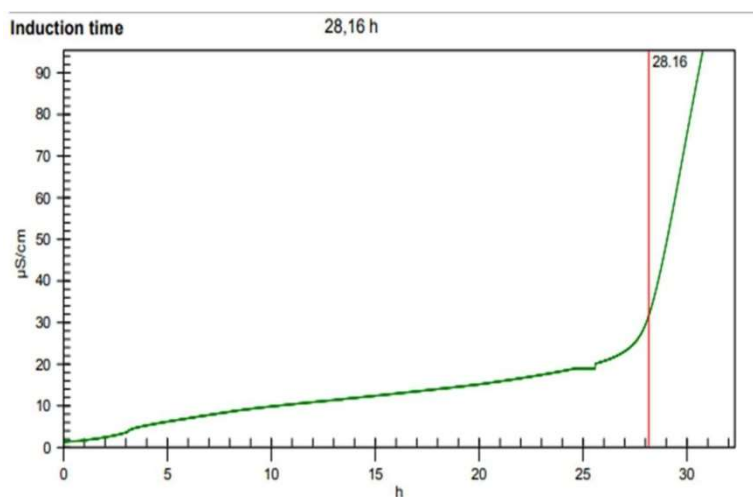


Figure 02 : Temps d'induction de MEX

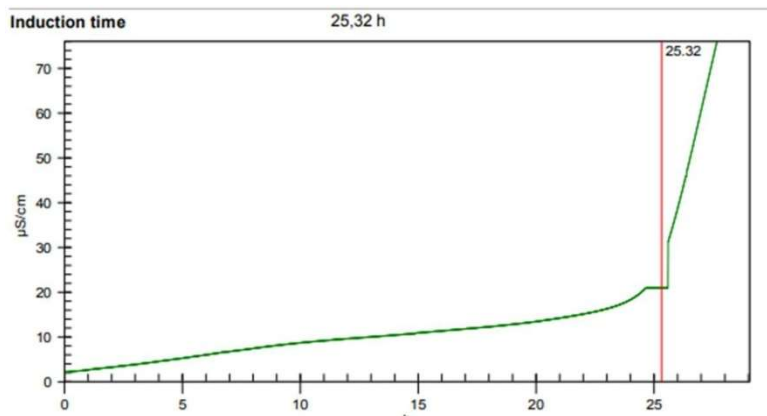


Figure 03 : Temps d'induction de MEY

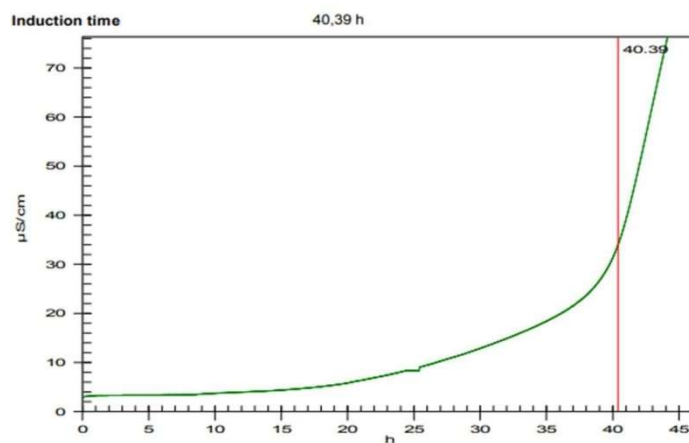


Figure 04 : Temps d'induction de ME_Z

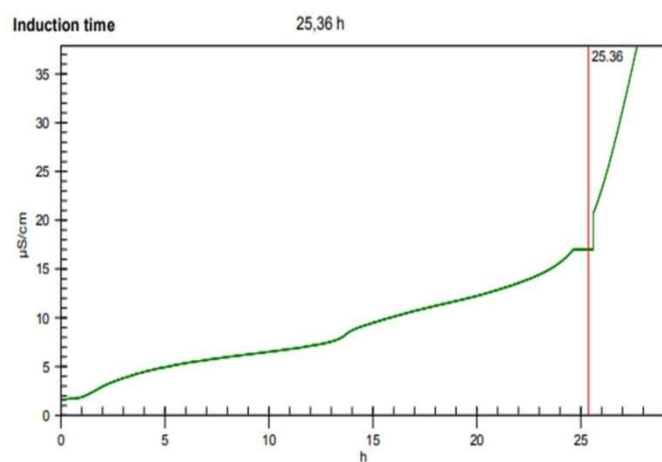


Figure 05 : Temps d'induction de ME avec vit. E

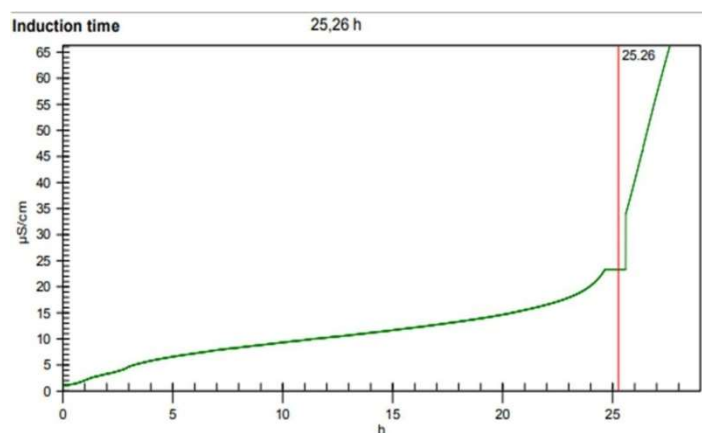


Figure 06 : Temps d'induction de ME témoin sans vit. E