

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

Mémoire

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE Master

Domaine : Science et Technologie Filière : Génie des Procédés
Spécialité : génie alimentaire

Présenté par

MEKHOLOUF MANEL & MAZOUZINIHAD

Thème

Enrichissement d'une margarine par un antioxydant naturel : impacts sur la conservation

Soutenue le 26/06/2024

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade		
Mme. AOUADI K.	MCA	Université de Bejaia	Présidente
Mme. AIDLI A.	MAA	Université de Bejaia	Examinatrice
Mr. AZZOUZ L.	Co-promoteur	cevital	Co-promoteur
Mme. BELKHIRI-BEDER W.	MCB	Université de Bejaia	Encadrant

Année Universitaire : 2023/2024

Dédicace

Tout d'abord, je remercie Dieu, notre créateur, de m'avoir donné la force, la volonté et le courage nécessaires pour accomplir ce travail modeste. Je dédie ce travail à ma mère, la lumière qui guide mes routes et m'emmène sur les chemins de la réussite. Son amour inconditionnel, ses sacrifices et son soutien indéfectible sont les fondations sur lesquelles je me suis construit. Sans elle, je n'aurais jamais pu atteindre ce jour.

À ma sœur Oulfa, pour sa patience infinie, ses encouragements constants et sa présence réconfortante. Elle a été mon roc et ma confidente tout au long de ce parcours. Sa foi en moi m'a donné la force de continuer, même lorsque les défis semblaient insurmontables.

À la mémoire de mon père, Essaid, qui nous a quittés trop tôt. Chaque étape de ce mémoire est un témoignage silencieux de ses enseignements et de son encouragement sans faille. Que ce travail soit un humble reflet de l'amour et des valeurs qu'il a semés en moi. Son absence est une présence constante, une force qui m'inspire à poursuivre mes rêves avec la même passion et intégrité qu'il m'a toujours enseignées. Son esprit continue de me guider et de m'inspirer chaque jour. Tu es toujours dans mon cœur.

À toute ma famille, pour être le pilier de mon existence et la source de mon inspiration. Leur soutien inébranlable a été ma force motrice. À mes meilleures amies, Wided, Loubna, Kenza et Tinhinane, pour leur soutien moral, leur compréhension profonde et leurs mots d'encouragement sincères. Leur présence a été une source de motivation inestimable tout au long de ce voyage.

Enfin, j'offre mes bénédictions à mes professeurs, pour leur dévouement, leur expertise et leurs encouragements constants. Ils ont été des mentors exemplaires, et je suis profondément reconnaissant pour tout ce que j'ai appris d'eux. Leur passion pour l'enseignement a été une source d'inspiration pour moi, stimulant ma curiosité intellectuelle et me guidant vers l'excellence académique.

Avec une profonde gratitude et un amour infini.

Manel

Dédicace

Avant toute chose, je remercie ALLAH pour m'avoir donné la force, la volonté, et la patience durant toutes mes années d'étude. je dédie ce travail à :

A ma chère mère pour sa tendresse, son amour, son affection, sa patience, et ses valeureux conseils durant mes années d'études.

A mon père pour son soutien, sa gentillesse, son aide et sa confiance et surtout pour sa noblesse infinie. Que dieu les gardes en bonne santé toujours. A Mme BELKHIRI pour son aide et son encadrement et ses conseils. A tous mes chers frères : hossam , farouk et tous mes proches mahrez et souad djbara et manel mekhoulouf et toute la famille Mazouzi et mes amis et à tous ceux qui ont contribué de près ou loin pour que ce projet soit possible, je vous dis merci.

NIHAD



Liste des Figures

Liste des Figures

Figure 1 :Illustration des différentes huiles et graisses utilisées pour la formulation de margarines.....	5
Figure 2 :Classification des margarines disponibles sur le marché mondial.....	6
Figure 3 :Processus de fabrication de la margarine selon CEVITAL.....	13
Figure 4 :Présentation de la composition de noyau de la datte.....	17
Figure 6 :Morphologie d'une coupe d'un grain de raisin.....	17
Figure 7 :Représentation, de la grenade et ses différentes parties.....	21
Figure 8 :Schéma descriptif d'une grenade.....	24
Figure 9 :Représentation des différents produits de l'entreprise CEVITAL.....	28
Figure 10 :Représentation de la transformation des EG, GR et ND en poudre.....	29
Figure 11 :Protocole expérimental de l'extraction des polyphénols pour l'écorces de grenade.....	30
Figure 12 :Schéma représentant les étapes de l'élaboration des margarines enrichies.....	32
Figure 13 : Représentation schématique de l'appareillage du test de Rancimat	39
Figure 14 :Taux d'humidité des 8 échantillons de margarine.....	41
Figure 15 :Point de fusion de la margarine élaborée GR50.....	42
Figure 16 :PH de la phase aqueuse pour les margarines élaborées.....	43
Figure 17 :Taux de sel des margarines élaborées.....	44
Figure 18 :Evolution de l'indice d'acidité des margarines enrichi.....	45
Figure 19: Evolution de l'indice de peroxyde des margarines enrichies.....	46
Figure 20 : Taux de solides SFC pour les 3 margarines élaborées.....	48
Figure 21: Temps d'induction exprimés en (h) de l'échantillon ND 50.....	49

Liste des Tableaux

Liste des tableaux

Tableau I : Composition de la margarine.....	4
Tableau II : Propriétés de la margarine.....	8
Tableau III : Flore d'altération des margarines et leur influence sur le consommateur.....	15
Tableau IV : Composition chimique des noyaux de datte.....	18
Tableau V : Composition chimique des pépins de raisin.....	21
Tableau VI : Composition chimique d'écorces de grenade.....	25
Tableau VII : Caractéristiques physico-chimiques des margarines élaborées.....	40

Liste des abréviations

Liste des abréviations

BHA : Butylhydroxyanisole

BHT : Butylhydroxytoluène

SFC : Solid Fat Content

RMN : Résonance Magnétique Nucléaire

ISO : International Standard Organisation

NE : Norme Européenne

PPM : Particule Par Million

UV : Ultraviolet

IP : Indice Peroxyde

Ts : Taux de sel

A : Acidité

H : Humidité

ND : Noyaux de datte

EG : Ecorces de grenade

GR : Grains de raisin

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction	1
Chapitre 01	
I. Margarine	3
1. Historique	3
2. Définition	3
3. Composition globale de margarine.....	4
3.1. Huiles utilisées pour la fabrication de la margarine.....	4
4. Types de margarines.....	5
4.1 Margarine allégée « Santé ».....	5
4.2 Margarine industrielle.....	6
4.3 Margarine tartinable.....	6
5. propriétés de la margarine.....	6
6. Processus de fabrication de la margarine.....	9
6.1. Raffinage des huiles	9
6.2. Préparation de la phase aqueuse.....	9
6.3. Préparation de la phase grasse	10
6.4. Préparation de l'émulsion	11
6.5. Refroidissement et Cristallisation	11
6.6. Emballage et Conditionnement	11
6.7. Stockage.....	12
7. Facteurs de détérioration de la margarine	14
8. Oxydation de la margarine (altération chimique)	15
Chapitre 02	
II. Noyaux de datte.....	16
1. Définition du noyau de datte.....	16

2. morphologie du noyau de datte.....	17
3. Composition chimique des noyaux de dattes.....	17
3.1. Compositions en composés phénoliques.....	17
4. Utilisation des noyaux de datte.....	18
III. Raisin.....	20
1. Définition du grain de raisin.....	20
2. Morphologie des grains de raisin.....	20
3. Composition chimique des grains de raisin.....	21
3.1. Compositions en composés phénoliques.....	21
4. Utilisation de la vigne.....	22
IV. Grenade.....	23
1. Définition d'écorce de grenade.....	23
2. Morphologie d'écorce de grenade.....	24
3. Composition chimique et phénolique de l'écorce de grenade.....	24
4. Utilisation des écorces de grenade.....	25

Chapitre 03

I. Objectif du travail.....	27
II. Présentation du complexe CEVITAL.....	27
III. 2Matériel végétal.....	28
1. Extraction des composés phénoliques.....	29
2. Elaboration de margarine.....	30
3. Analyses physicochimiques.....	32
3.1. Teneur en eau.....	33
3.2. Teneur en sel.....	33
3.3. Indice peroxyde.....	34
3.4. Indice d'acide.....	36
3.5. Potentiel hydrogène (pH).....	37
3.6. Point de fusion.....	37
3.7. Taux de solide SFC.....	38
3.8. Test de Rancimat.....	38

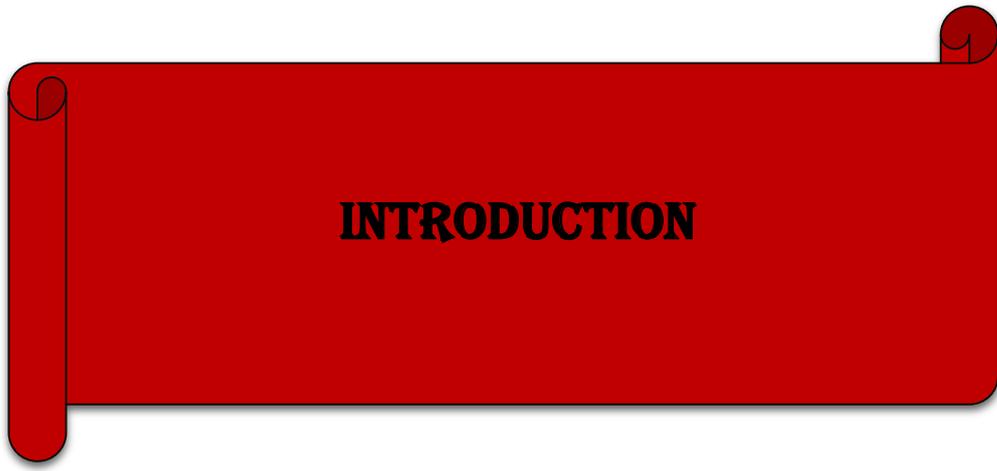
Chapitre 04

I. Analyses physico-chimiques.....	40
------------------------------------	----

1.Teneur en eau (humidité)	40
2.Point de fusion	41
3.Potentiel d'hydrogène (pH)	42
4.Teneur en sel.....	43
5.Indice d'acide.....	44
6.Indice de peroxyde.....	45
7.Taux de solide par RMN.....	47
8.Résistance à l'oxydation accélérée d'après le test Rancimat.....	48
Conclusion.....	49
Références bibliographique.....	53

Annexe

Résumé



Introduction

La margarine est un produit alimentaire développé comme alternative au beurre, surtout en raison de son coût souvent inférieur et de sa composition en matières grasses végétales. Elle a été créée au 19^{ème} siècle pour répondre à la demande croissante de substituts au beurre, particulièrement en raison de la disponibilité limitée et du coût élevé de ce dernier à l'époque. La margarine a évolué pour répondre aux attentes des consommateurs et aux avancées technologiques, devenant une composante essentielle de nombreuses cuisines modernes (Martin, 2011 et Atwater W, 1895).

L'oxydation de la margarine, due à sa composition en acides gras insaturés, est un processus sensible influencé par des facteurs tels que la chaleur, la lumière et l'exposition à l'oxygène (Gómez-Caravaca et al., 2018). Ce phénomène peut altérer la saveur et la qualité nutritionnelle de la margarine, en développant des arômes rances et en diminuant la teneur en nutriments essentiels et pour minimiser cet effet néfaste, il est recommandé de stocker la margarine dans un contenant opaque et hermétique et au réfrigérateur, afin de réduire son exposition à l'oxygène, à la lumière et à la chaleur (Kamal-Eldin&Pokorny, 2012).

Pour pallier au problème de l'oxydation de la margarine des antioxydants sont ajoutés, souvent synthétiques mais récemment les industriels sont de plus en plus à la recherche d'antioxydants naturels. Les sous-produits des fruits et légumes, comme les peaux, pépins et trognons, représentent une part importante des déchets de l'industrie agroalimentaire. Ces résidus sont de nos jours valorisés et utilisés pour produire des enzymes, des colorants, des extraits bioactifs, et même de l'énergie à partir de la biomasse. Ils sont riches en composés bénéfiques comme des antioxydants et des fibres, utiles dans les secteurs pharmaceutique, alimentaire et cosmétique (Rodriguez-Carpena *et al.*, 2011; Barba *et al.*, 2016). La recherche continue sur ces utilisations permettant ainsi d'améliorer l'efficacité des ressources agricoles et de réduire l'impact environnemental de l'industrie alimentaire.

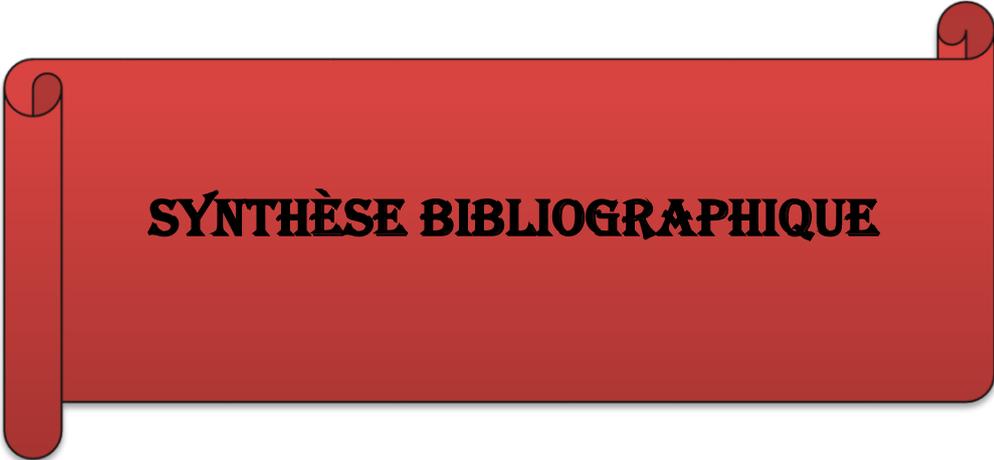
Dans ce contexte, l'enrichissement des margarines avec des composés bioactifs issus de déchets alimentaires représente une avenue prometteuse, tant sur le plan nutritionnel, stabilité oxydative que pour la durabilité environnementale. Parmi les déchets les plus intéressants pour ce type d'enrichissement, on trouve les pépins de raisin, les noyaux de datte et les écorces de grenade. Ces sous-produits, généralement considérés comme des déchets, sont en réalité riches en composés bioactifs, tels que les antioxydants, qui peuvent considérablement améliorer la stabilité oxydative des margarines.(Baliga&Baliga, 2011; Fischer & Carle, 2007; Shi et al., 2003).

Dans ce sens et dans le cadre de la réalisation de mémoire de fin d'étude, nous proposons d'explorer l'enrichissement des margarines par des extraits phénoliques à deux concentrations différentes de 50 ppm et 100 ppm issus de grains de raisin (GR50 et GR100), de noyaux de dattes (ND50 et ND100) et d'écorces de grenade (EG50 et EG100) pour améliorer ses propriétés antioxydantes et prolonger sa durée de conservation à long terme, tout en ajoutant une valeur nutritionnelle supplémentaire. En exploitant des ressources naturelles et en valorisant des sous-produits agro-industriels. Pour évaluer l'impact de cet enrichissement après une année de conservation, plusieurs analyses physico-chimiques ont été réalisées. Ces analyses comprennent la détermination du point de fusion, l'indice d'acide, l'indice de peroxyde, le pH, l'humidité, le test de rancimat, et taux de solides.

Le point de fusion est une mesure essentielle pour comprendre les propriétés thermiques de la margarine et son comportement lors de la cuisson (Karleskind A, 1992). L'indice d'acide et l'indice de peroxyde fournissent des indications sur l'état de dégradation des lipides, révélant ainsi la stabilité chimique de la margarine (Kirk R & Sawyer R, 1991). Le pH peut influencer la stabilité et la conservation du produit. L'humidité, quant à elle, peut également jouer un rôle crucial dans la qualité et la durée de conservation de la margarine (Smith J, 2000). Le test de rancimat permet d'évaluer la résistance à l'oxydation, indiquant ainsi la durée de conservation potentielle de la margarine enrichie en antioxydants (Shahidi F & Zhong Y, 2005). Enfin, le taux de solides est un indicateur clé de la texture et de la consistance du produit fini (Chrysam, M 1983).

Ce travail a été réalisé au laboratoire d'analyse physicochimique de la margarinerie du complexe CEVITAL. Et le document est présenté selon le plan suivant :

- ✓ Une première partie relative à l'étude bibliographique comprenant quatre chapitres dont le premier présente la margarine, le deuxième, troisième et quatrième décrit le noyau de datte, l'écorce de grenade et le papin de raisin respectivement.
- ✓ Une deuxième partie présentant le matériel végétal utilisé et les méthodes d'analyses adoptées
- ✓ Et enfin, une dernière partie concernant les résultats obtenus et la discussion de ces derniers.

A red scroll graphic with a dark red border and rounded corners. The scroll is unrolled in the center, with the top and bottom edges curling inward. The text is centered on the unrolled portion.

SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Margarine

1. Historique

En 1869, en réponse à un concours lancé par Napoléon III visant à trouver un substitut abordable et stable au beurre, le chimiste Hippolyte Mège-Mouriès invente la margarine (Saillard, 2010). Cette première version est élaborée à partir de graisse de bœuf et de lait. Au fil du temps, la margarine végétale, utilisant des huiles végétales comme base, prend de l'ampleur. Cet innovateur associe le mot oléo, venant de l'oléum (le latin pour la graisse de bœuf), avec le mot margarine, dérivé de l'acide margarique, nommant son produit oléomargarine (Moustafa, 1995).

À l'origine, les margarines sont fabriquées à partir d'un mélange de graisses animales et marines, additionnées d'eau ou de lait. Par la suite, ces graisses sont substituées par des huiles végétales issues du palmier, du cocotier et du palmiste (Apfelbaum *et al.*, 2009).

Dans une seconde étape de l'histoire de ce produit apparaissent les huiles végétales fluides, durcies par hydrogénation. Cette invention ouvre la porte aux huiles d'arachide, tournesol, soja et colza dans la margarine (Dupin, 1992).

Depuis les années 1990 et jusqu'à aujourd'hui, la perception positive de ses bienfaits pour la santé par rapport au beurre contribue à la popularisation de la margarine. Devenue un produit largement disponible, elle se décline en une multitude de types et de compositions pour répondre aux besoins et préférences des consommateurs.

2. Définition

Le beurre est remplacé par la margarine (oléomargarine), qui est constituée d'huiles végétales raffinées et hydrogénées (canola et soja), de lait en poudre et d'eau, avec du sel, des agents de conservation, des émulsifiants, des vitamines A et D, ainsi qu'un arôme et un colorant végétal artificiels. On traite et chauffe les ingrédients solubles et insolubles dans des cuves différentes, puis on les fouette jusqu'à obtenir une émulsion. Le tout se déplace à travers un échangeur de chaleur afin d'être refroidi et solidifié (Kreutzweiser, 2012).

C'est une émulsion de type « eau dans l'huile » qui comprend deux phases : une phase continue, qui est une phase grasse, et une phase dispersée, qui constitue la phase aqueuse. Des additifs tels que la lécithine, les monoglycérides, le sel, les colorants, les antioxydants, les conservateurs et les vitamines sont également présents dans la margarine, en partie dans la phase grasse et en partie dans la phase aqueuse (Karleskind, 1992). Elle sert à la friture et à la

cuisson, et est conçue pour la production de gâteaux dans les boulangeries et les usines (Christopher *et al.*, 2012).

3. Composition globale de margarine

En général, toutes les margarines ont une composition globale identique (Tableau I).

La margarine contient:

- 82% à 84% de lipides ou matières grasses, appelé phase grasse ou le gras.
- 16% à 18% d'eau et/ou de lait, constituant la phase aqueuse ou le non gras.
- 2% d'additifs et auxiliaires de fabrication sont représentés par les ingrédients liposolubles et hydrosolubles qui permettent à la margarine de se rapprocher du beurre. Certains additifs sont obligatoires (émulsifiant...) alors que d'autres sont facultatifs (sucre...) (Jacotot et Campillo, 2003).

Tableau I: Composition de la margarine (Thonier *et al.* 2017)

Composant	Description	Pourcentage
Phase grasse	Huiles végétales (tournesol, colza, maïs, palme), parfois des matières grasses concrètes	50 à 80%
Phase aqueuse	Eau, parfois du lait	20 à 50%
Émulsifiants,	Lécithine de soja, E4710	5 à 1%
Arômes et colorants	Bêta-carotène (E160a), alpha-tocophérol (E307)	Traces
Sel		0,1 à 1%
Conservateurs	Acide sorbique (E200), acide citrique (E330)	0,1 à 0,2%
Vitamines (A, D)	Certaines margarines	0,01 à 0,05%

3.1. Huiles utilisées pour la fabrication de la margarine

Selon Cheftel (1977) et Laventurier (2013), les graisses et les huiles végétales, provenant des graines et des fruits oléagineux, sont principalement employées comme huiles de table, huiles et graisses de friture, ainsi que pour la fabrication de margarines et de graisses émulsionnées (figure 1). Les huiles et les graisses raffinées couramment utilisées sont : des graisses animales telles que le beurre, le suif (origine bovine), le saindoux (origine porcine), les huiles végétales (fluides à température ambiante) : le colza, le tournesol, le soja en particulier, des graisses végétales : le palme (graisse provenant de la pulpe du fruit du palmier), le coprah (noix de coco), le palmiste (graisse du noyau du fruit du palmier).

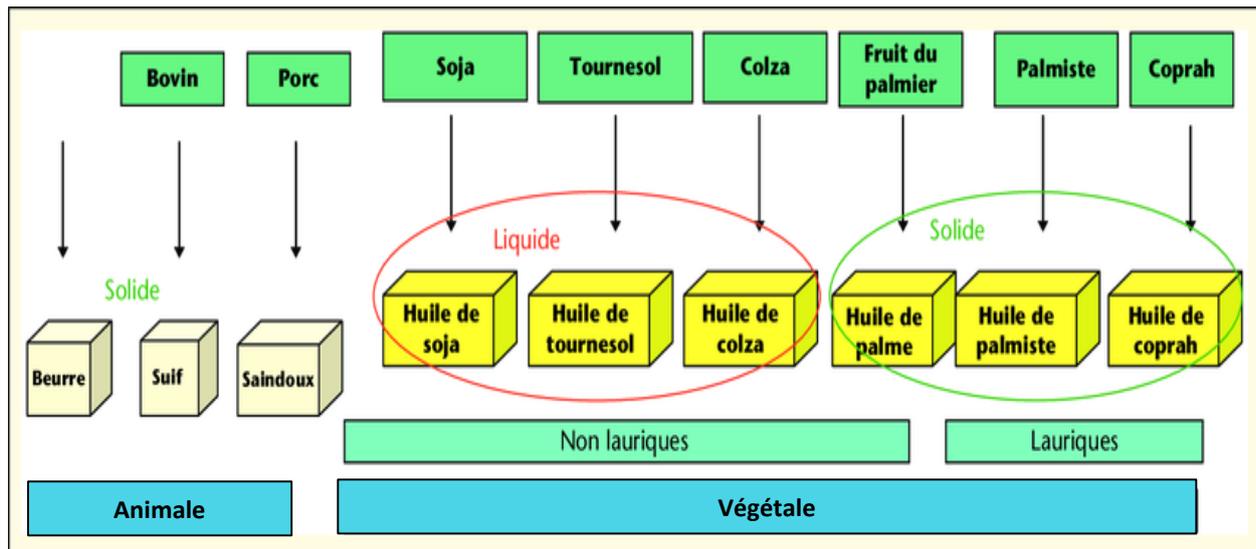


Figure 1: Illustration des différentes huiles et graisses utilisées pour la formulation de margarines (Laventurier, 2013).

4 Types de margarines

Aujourd'hui, les margarines sont utilisées en substitution principalement du beurre pour un usage en tartine, fondue sur les aliments ou encore en remplacement de l'huile et du beurre en cuisson. (Jean et François, 2008)

En fonction de la composition de la matière grasse utilisée (type d'huiles végétales, hydrogénation, fractionnement, ou intérêtérification), il est possible de créer une grande variété de margarines adaptées à des usages spécifiques (figure 2). Par exemple, il est possible d'obtenir de la margarine frigotartinable, de la margarine pour la pâtisserie, etc. (Pagès *et al.*, 2008).

4.1 Margarine allégée « Santé »

Des margarines enrichies en éléments fonctionnels (phytostérols, stérol) permettent de réduire de 15 à 20 % le taux de mauvais cholestérol, correspondant à une réduction de plus de 40 % des risques cardiovasculaires (Djouab, 2007). Présentes sur le marché, elles tendent à combattre l'absorption intestinale de cholestérol. Ces produits sont autorisés par la commission européenne en 2000. Les margarines allégées, avec une teneur en matières grasses inférieure à 62 %, sont naturellement proposées dans le cadre de la lutte contre l'obésité (Claude, 2013). Ce produit est destiné aux personnes souffrant d'hypercholestérolémie.

4.2 Margarine industrielle

Sont selon l'usage, soit stables à haute température (graisse pour friture), soit présentant une bonne plasticité dans un large éventail de température (biscuiterie et pâtisserie). Ces produits doivent, nettement, ne pas contenir d'acide gras libre et être résistants à l'oxydation. (Alais *et al.*, 2008).

4.3 Margarine tartinable

Margarine qui doit être suffisamment fermes à 20°C, facilement tartinable et avoir des qualités organoleptiques proches de celles du beurre, elle le plus souvent préparée à partir de triacylglycérols riches en acide gras insaturés. On peut distinguer les nombreuses variétés selon la teneur en acide gras polyinsaturés (Charles et Guy., 2003).

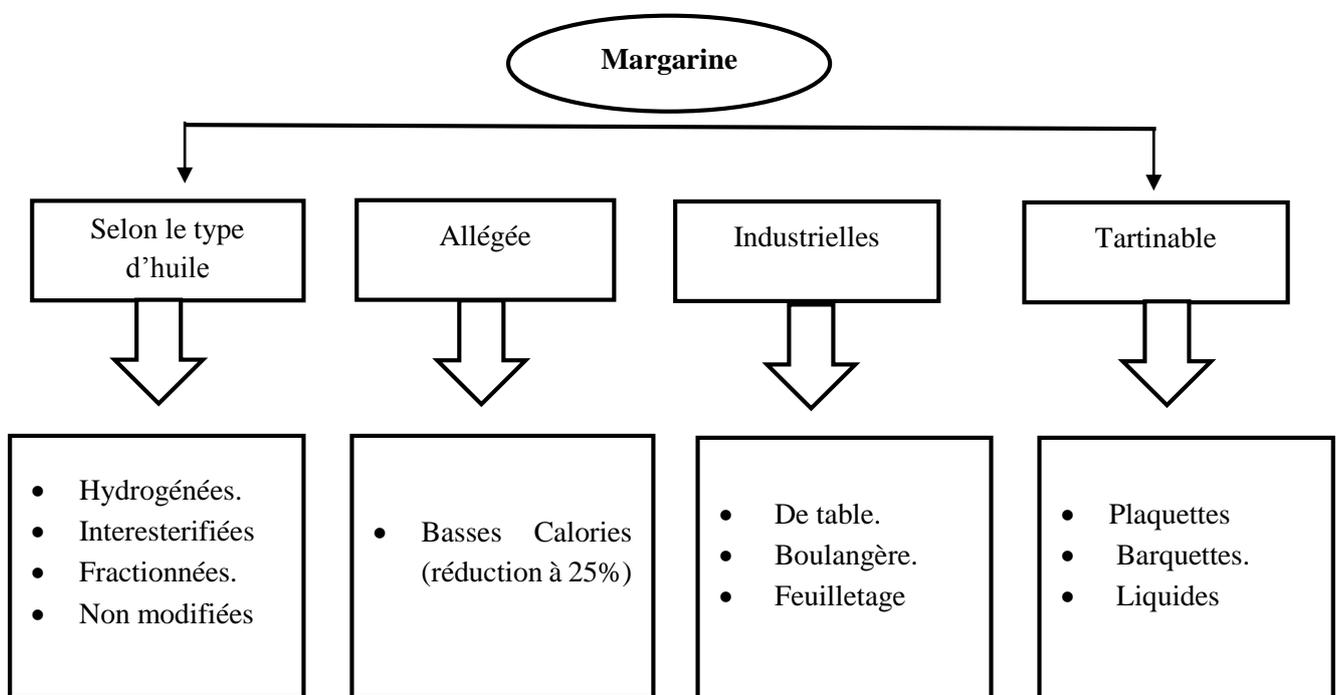


Figure 2: Classification des margarines disponibles sur le marché mondial(O'Brien,2009).

5. propriétés de la margarine

Les propriétés de la margarine sont déterminées par le choix des matières grasses (composition et propriétés) et par les conditions de fabrication, les plus importantes sont mentionnés dans le Tableau II (Naudet, 1996).

Certaines qualités de margarines apparues sur le marché ont des propriétés diététiques ou thérapeutiques particulières :

- ✓ Margarine riche en acide linoléique pour prévenir les maladies cardiovasculaires (Siscovick *et al.*, 2000).
- ✓ Margarine à base de triglycérides à chaîne moyenne pour régime intervenant contre les troubles de la digestion (Jacotot et Campillo, 2003).

- ✓ Margarine à faible teneur en corps gras « hypocaloriques ou basse calories », pour régime amaigrissant (Roger, 1974).

1 **Tableau II:** Propriétés de la margarine.

Propriétés	Caractéristiques	Références
Propriétés physiques	<ul style="list-style-type: none"> • Etat: Semi-solide à température ambiante • Point de fusion: varie entre 33°C et 37°C selon les huiles utilisées • Texture: Souple et tartinable 	Ghotra, B. S., <i>et al.</i> (2002) Gunstone, F. D. (2004) McClements, D. J. (2005)
Propriétés chimiques	<ul style="list-style-type: none"> • composition en acides gras de la phase grasse :mélange d'acides gras saturés, monoinsaturés et polyinsaturés • teneur en en eau :10-20% • Les indices révèlent le degré de fraîcheur : acidité, indices de peroxyde et pH (Légèrement acide, autour de 4.5-6.5) • Additifs : antioxydants, émulsifiants, colorants et arômes 	Codex Alimentarius (1999) Gunstone, F. D. (2004)
Propriétés nutritionnelles	<ul style="list-style-type: none"> • Valeur énergétique :environ 700-750 kcal/100g • Matières grasses:70-80 g/100g • Acides gras saturés:15-20 g/100g • Acides gras trans <2 g/100g (selon les formulations modernes) • Cholestérol :0 mg/100g (dans les margarines végétales) • Glucides:0-2 g/100g • Protéines:0-1 g/100g • Vitamines :contient souvent des vitamines A et D ajoutées 	Codex Alimentarius (1999) Whitney, E., & Rolfes, S. R. (2020) Mozaffarian, D., <i>et al.</i> (2006)
Propriétés organoleptiques	<ul style="list-style-type: none"> • Saveur :varie en fonction des arômes ajoutés, souvent crémeuse avec des notes beurrées • Couleur :généralement jaune pâle, peut varier selon les colorants ajoutés • Odeur :odeur douce et beurrée • Texture (bouche) :lisse et fondante 	Dulf, F. V., <i>et al.</i> (2010)

2

6. Processus de fabrication de la margarine

la fabrication de la margarine peut se résumer en 4 opérations:

- ✚ préparation de la phase aqueuse et de la phase grasse
- ✚ l'émulsification
- ✚ la stabilisation par cristallisation et malaxage du mélange
- ✚ le conditionnement

Les opérations de fabrication sont réalisées en continu à l'abri de l'air dans des conditions d'hygiène optimales. Les contrôles rigoureux des matières premières des produits en cours de fabrication et de la margarine une fois conditionné garantissent un produit de qualité. sa texture est lisse et homogène, sa couleur chaude et agréable. Le choix de matière première permet d'adapter les propriétés de la margarine en fonction de leur utilisation (Jean et François 2000).

Figure 3

6. 1. Raffinage des huiles :

Le raffinage des huiles est une étape cruciale dans la production de margarine, visant à purifier les huiles brutes pour les rendre comestibles. Il commence par le dégommeage, où les phospholipides et autres gommes sont éliminés par ajout d'eau ou d'acide et centrifugation. (Dijkstra & Segers, 2007). Ensuite, la neutralisation (ou désacidification) réduit l'acidité en utilisant une solution alcaline pour former des savons éliminés par centrifugation. Le blanchiment suit, éliminant les pigments colorés comme les caroténoïdes et la chlorophylle à l'aide de terres de blanchiment ou de charbon actif, puis filtrés (Gunstone, 2004). Enfin, la désodorisation élimine les composés volatils responsables des odeurs et des saveurs indésirables, souvent par distillation à la vapeur sous vide.(Weiss, 1983).

6. 2. Préparation de la phase aqueuse :

Cette étape constitue 16% de l'ensemble de la composition de la margarine. Elle est composée d'eau osmosée qui est pompée vers le bac mélangeur (tri blender), ou d'un mélange eau-lait, ainsi que d'additifs hydrosolubles qui sont ajoutés manuellement par un entonnoir tels qu'un exhausteur de goût (sel, sucre, arôme), conservateur et un correcteur de pH, ensuite Le contenu du bac de dissolution est pompé vers les bacs tampons selon la figure 3 (Boskou ,1996).

Parmi tous les composants de la margarine, la phase aqueuse est la plus susceptible d'être contaminée. Par conséquent, l'eau utilisée doit subir deux étapes de traitement essentielles : un adoucissement pour éliminer les ions métalliques qui pourraient favoriser l'oxydation et les substances toxiques, suivi d'une désinfection par ultraviolets pour éliminer les microorganismes (Djouab, 2007).

Les additifs incorporés à cette phase sont :

- ✚ **sel et le sucre** : Le sucre est ajouté à la margarine pour lui donner un goût spécifique, principalement dans les margarines de feuilletage, où il favorise une coloration brune lors du chauffage. Les quantités recommandées varient entre 0,2% et 0,3% (Karleskind, 1992 ; Kone Issa, 2003). Le sel (NaCl), est utilisé comme conservateur et pour améliorer la sapidité de la margarine, ajouté entre 0,1% et 1%.
- ✚ **conservateurs** : Le sel de table (NaOH), l'acide sorbique (E200), de potassium (E202) et de calcium (E203).
- ✚ **correcteurs de pH** : Les plus utilisées sont l'acide citrique, lactique et ses sels de sodium, potassium et de calcium, ils sont autorisés par la législation. L'acide citrique est un antioxydant synergiste puissant. Il contrôle le pH de la phase aqueuse; une valeur basse de ce dernier freine la croissance des microorganismes (Faur, 1992).
- ✚ **antioxygènes** : Ce sont des substances qui prolongent la durée de conservation de la margarine en la protégeant des altérations provoquées par l'oxydation. Parmi ces produits: les tocophérols (vitamine E ; E306 – E 309), BHT (Butyle-Hydroxy-Toluène ; E 321), BHA (ButyleHydroxy-anisole ; E 320) (Dilmi- Bouras, 2004).
- ✚ **révélateur** : un additif ajouté dans le but de distinguer la margarine du beurre. Généralement, 0,2% d'amidon de riz ou de fécule de pomme de terre est utilisé à cet effet (Ducause, 2003).

6. 3. Préparation de la phase grasse :

Cette phase commence par la sélection et le mélange de différentes huiles végétales, telles que l'huile de palme, de soja, de colza et de tournesol. Les huiles sont choisies en fonction de leurs profils de gras, qui influencent la consistance et la fonctionnalité de la margarine. Une fois sélectionnées, les huiles sont chauffées pour atteindre une température spécifique permettant de les homogénéiser et de les mélanger de manière uniforme (figure 3). Selon Hamm, H et Calliauw (2005), cette homogénéisation est cruciale pour assurer une distribution uniforme des composants gras et pour faciliter l'incorporation d'autres ingrédients tels que les émulsifiants et les antioxydants.

Des émulsifiants comme les mono- et diglycérides sont ajoutés pour stabiliser l'émulsion, ce qui permet de maintenir la consistance de la margarine pendant le stockage et l'utilisation. De plus, des antioxydants, souvent sous forme de tocophérols naturels ou de composés phénoliques, sont incorporés pour prévenir l'oxydation des huiles, prolongeant ainsi la durée de conservation du produit. Cette étape peut également inclure le raffinage et la désodorisation des huiles pour éliminer toute odeur ou saveur indésirable, garantissant ainsi un goût neutre et agréable (Hamilton, 1999).

Les additifs incorporés à cette phase sont :

- ✚ **Emulsifiants** : Selon Faur, (1992) et François,(1974) ce sont des substances ayant des propriétés tensioactives dues à leur caractère amphiphatique ce qui leur permet de se dissoudre dans les deux phases, permettant leurs unions sous forme d'émulsion homogène. deux types sont distingués : des produits naturels (la lécithine, le jaune d'œuf) et des produits non naturels (les monoglycérides et diglycérides)
- ✚ **Colorants** : Substances utilisées afin de colorer les denrées alimentaires (Etournau *et al.*,1992), dans la margarine ils sont utilisés pour lui conférer une couleur assez voisine à celle de beurre (B- carotène) (Faur ,1992).
- ✚ **Aromes(aromatisants)** : ce sont des substances ou préparation ajoutées à un aliment pour lui conférer un nouvel arôme ou modifier celui qui existait. Par exemple, les margarines sans lait, sont la plupart additionnées de diacétyle à des faibles quantités (2-4 mg/kg) pour éviter d'avoir un goût artificiel désagréable (Karleskind, 1992).
- ✚ **Vitamines liposolubles** : Il s'agit de la vitamine A et vitamine D (faur.1992).

6.4. Préparation de l'émulsion :

L'association d'une phase aqueuse, d'une phase grasse et d'un émulsifiant conduit à l'émulsion, qui est ensuite mélangée dans un bac à émulsion comme illustré dans la figure 3 (Robert et White Hurst, 2004). Le mélange est transféré dans un pasteurisateur à une température de l'ordre de 80°C pendant 10 à 15 secondes à l'aide d'une pompe centrifuge afin de détruire les germes tout en préservant la qualité sensorielle, puis elle subit un refroidissement à 45-55°C par des échangeurs de chaleur. figure 3

6.5. Refroidissement et Cristallisation :

La cristallisation est la transformation d'un liquide désordonné en un solide ordonné (Cansell *et al.*, 2007). À 45°C, l'émulsion sortie du pasteurisateur est pompée à haute pression vers le cristallisateur où elle sera refroidie et cristallisée dans un système tubulaire à double paroi où circule une molécule d'ammoniac (NH₄). La stabilité finale du produit est obtenue en cristallisant la phase grasse dans l'émulsion. L'émulsion est déposée sur un tambour refroidi à 0°C, ce qui provoque une cristallisation immédiate figure 3 (Vierling, 2008).

6.6. Emballage et Conditionnement :

L'objectif de ces deux étapes est de préserver les caractéristiques principales de la margarine en particulier : le goût, la fraîcheur et la couleur qui ne doivent changer que très lentement pendant la durée de conservation du produit. Les corps gras sont stables en partie en fonction de leur conditionnement. Des empaqueteuses sont disponibles pour le conditionnement

de la margarine qui est réalisé par des machines spécifiques de forme et de poids spécifiques (250 et 500g) en fonction du type de margarine figure 3.

L'emballage utilisé peut soit en:

- papier sulfurisé, utilisé pour conditionner la margarine de feuilletage à un point de fusion de 44°C et pour les courtes durées de conservation.
- barquette PVC pour conditionner la margarine de table de 250g et 500g.
- papier aluminium pour les plaquettes (Tremoliere et Dupain, 1984).

6.7. Stockage :

La dernière étape dans la fabrication de la margarine est le stockage, qui consiste à conserver le produit fini dans des conditions optimales pour préserver sa qualité. Après l'émulsification, la cristallisation et le conditionnement, la margarine est stockée à des températures de réfrigération (4-10°C) pour prévenir le rancissement et maintenir sa texture et sa saveur (Belitz et Grosch, 2009,). Il est crucial de respecter des normes d'hygiène strictes pour éviter toute dégradation pendant la conservation (Gertz, 2000), assurant ainsi que la margarine conserve ses propriétés nutritionnelles et organoleptiques jusqu'à sa consommation.

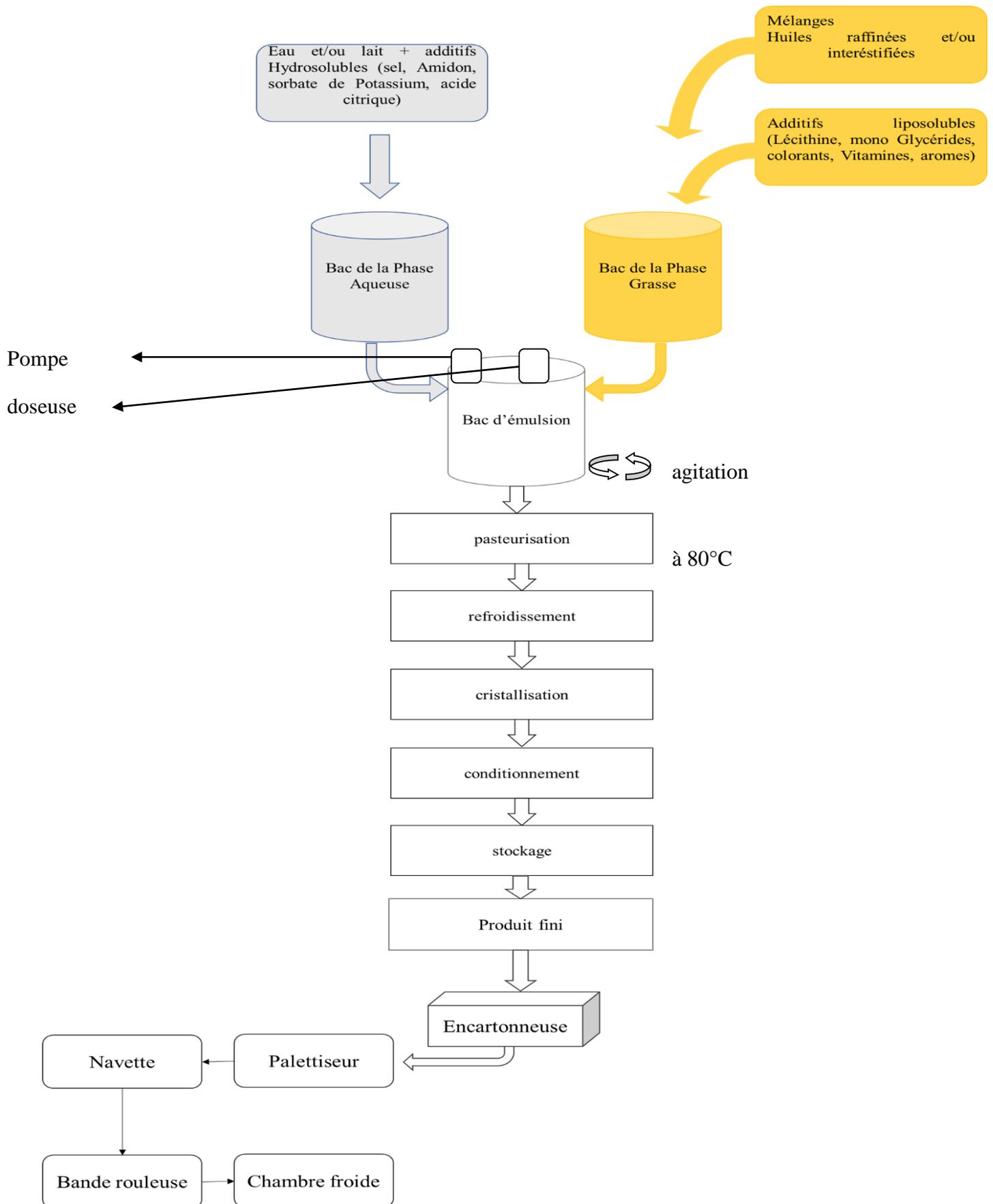


Figure 3 :Processus de fabrication de la margarine selon CEVITAL

7. Facteurs de détérioration de la margarine :

Les causes d'altération de la margarine sont physiques ou chimiques et surtout bactériologiques (tableau III). La margarine est souvent exposée aux risques d'oxydation en raison de son taux élevé de matière grasse. L'odeur de rance, le goût désagréable, le changement de couleur ainsi que la perte d'activités vitaminiques et de valeur nutritive sont à l'origine de cette odeur.

Les causes générales de l'oxydation sont les suivantes (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 à l'oxygène atmosphérique.
- ✚ La présence de certains agents pro-oxydants comme les métaux (Fe, Cu, Mn...) qui favorise la réaction d'oxydation.
- ✚ La présence des germes lipolytiques,
- ✚ Le taux d'insaturation que contient la phase grasse.

L'altération physique, causée par le changement de texture de la margarine, est le résultat du processus de recristallisation, qui se traduit par une diminution de la phase liquide par rapport à la phase solide et, en général, par la perte de la texture, de la flaveur et de l'apparence recherchée (Clements et Decker, 2000), de plus la contamination microbologique est généralement causée par l'introduction de l'air ambiant, les appareils de traitement mal stérilisés, les emballages, les contacts humains, les insectes et les composants de la phase aqueuse (eau, lait) (Himed, 2011).

Tableau III: flore d'altération des margarines et leur influence sur le consommateur

germes		Effet sur le consommateur	Source de contamination
microorganismes d'altérations	- microorganismes aérobie - - mésophiles - coliformes fécaux - levures	- Troubles digestifs - Diarrhée - Fièvre	- Phase aqueuse (eau, lait) - air - appareillage de fabrication - Conditionnement
microorganismes pathogènes	Entéro toxique : Staphylococcus aureus Entéro pathogène : Salmonella	- Troubles digestifs - Vomissements - Fièvre	- phase aqueuse (eau, lait) - air - appareillage de fabrication - Conditionnement
références	(Guiraud et Galzy, 1980)	(Catoir, 2005)	(Champtier, 1956)

1

2 8. Oxydation de la margarine (altération chimique)

3 La cause majeure de dégradation de la margarine lors de sa fabrication et aussi pendant
4 sa conservation est l'oxydation des lipides qui se déclenche au niveau des doubles liaisons des
5 molécules des acides gras insaturés. Cette oxydation peut également induire une modification
6 de la couleur des produits par co-oxydation des pigments qu'ils soient liposolubles ou
7 hydrosolubles, c'est le cas des caroténoïdes dans la margarine (Prior, 2003).

8 Ces altérations conduisant au rancissement oxydatif sont l'auto-oxydation, l'oxydation
9 enzymatique et la photooxydation; catalysées par les métaux lourds et les radicaux libres, les
10 lipoxygénases et les molécules photosensibles respectivement. Les produits primaires de ces
11 oxydations sont des hydro-peroxydes qui peuvent générer, après leurs dégradations
12 décomposées de faible poids moléculaire (carbonyles, alcools, acides, ...) qui peuvent être
13 volatiles ou non volatiles. A ce stade, la flaveur de « rance » se développe dans le lipide altéré
14 ce qui conduit souvent au rejet du produit par le consommateur et à la réduction de sa qualité
15 marchande, nutritionnelle, organoleptique (changement de couleur) et conditionne directement
16 sa durée de vie. Ces altérations se caractérisent par une forte acidité et un indice de peroxyde
17 élevé. (Frankel, 1998).

18

19

20



II. Noyaux de datte

Les dattes, fruit sucré et nutritif du palmier dattier (*Phoenix dactylifera*), sont un aliment ancien et versatile avec une histoire riche remontant à plus de 6000 ans. Originaires des régions arides du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord, les dattes ont joué un rôle crucial dans l'alimentation humaine depuis l'Antiquité. Elles sont non seulement appréciées pour leur saveur douce et leur texture moelleuse, mais aussi pour leur composition nutritionnelle unique. Riches en glucides naturels, en fibres, en vitamines et en minéraux essentiels comme le potassium et le magnésium, les dattes offrent un apport énergétique soutenu et des bienfaits pour la santé (Al-Shahib & Marshall, 2003; Baliga *et al.*, 2011; Zohary & Hopf, 2000).

1. Définition du noyau de datte

Le noyau de datte, ou graine de datte, est la partie interne dure et fibreuse située à l'intérieur du fruit de la datte (*Phoenix dactylifera*). Cette graine est souvent oblongue et constitue la structure centrale du fruit, entourée de la chair comestible et sucrée. Elle peut être utilisée pour la propagation des palmiers dattiers ou transformée pour divers usages industriels et médicinaux. (El Hadrami, A., & Al-Khayri, J. M. (2012).figure 4

La place du palmier dattier dans le règne végétal est rappelée ci-dessous (Djerbi, 1994) :

- **Groupe** : Spadiciflores
- **Ordre** :Palmale
- **Famille** : Palmacées
- **Sous famille** :Coryphoidées
- **Tribu** :Phoenicées
- **Genre** : Phoenix
- **Espèce**: Dactylifera L.



Figure 4 : Présentation de la composition de noyau de la datte (Ben Brahim, M., *et al* 2011)

2. morphologie du noyau de datte

Une partie comestible "pulpe " ou "chair" est composée d'une enveloppe cellulosique fine ou péricarpe appelée peau ; un mésocarpe généralement charnu avec une consistance varie en fonction de la quantité de sucre présente et de couleur soutenue ; un endocarpe de teinte plus clair et de texture fibreuse, parfois réduit à une membrane parcheminée entourant le noyau. (Ben Abbas, 2011). Il possède un albumen (endosperme) dur et corné dont l'embryon dorsal est toujours très petit par rapport à l'albumen de 2 à 3 mm (Darleen *et al.*, 1985).comme illustré dans la figure 5.

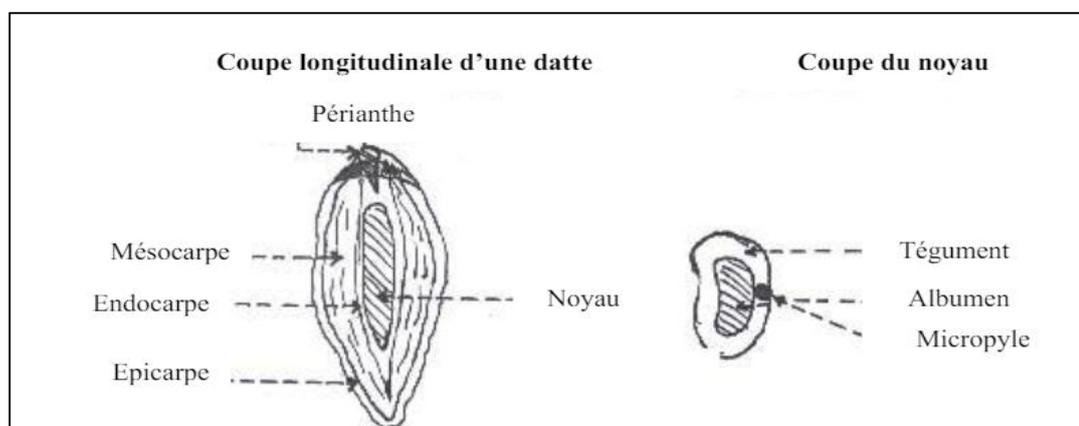


Figure 5: Morphologie d'une coupe de datte et son noyau.(Belguedj, M 2001) .

3. Composition chimique des noyaux de dattes

Les noyaux des dattes sont des sources de protéines, de fibres, de sucres, elles sont riches en composés phénoliques, les antioxydants, et aussi une source des minéraux (Tableau IV) (Ambigaipalan et Shahidi, 2015).

Tableau IV: Composition chimique des noyaux de datte

Composant chimique	Teneur	références
Teneur en eau	7 et 19 %	(Al-Farsi et Lee, 2008)
Fibres alimentaires	65-70%	
Protéines	5-6%	
Lipides	6-8 %	
Cellulose	41-42 %	
Pectine	2-3%	
Hémicellulose	11-12%	Vayalil (2012)
Glucides (principalement sous forme de sucres)	20-25%	
Minéraux (cendres)	1-2%	

3. 1. Compositions en composés phénoliques

Les noyaux de dattes sont une source riche et variée de composés phénoliques, conférant des propriétés antioxydantes et de nombreux bienfaits pour la santé. Parmi les principaux composés phénoliques identifiés, on trouve les acides phénoliques tels que l'acide férulique, l'acide gallique et l'acide vanillique, qui sont reconnus pour leurs propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires. Les flavonoïdes jouent également un rôle crucial en raison de leurs effets bénéfiques sur la santé, incluant des propriétés anti-inflammatoires et anticancéreuses. De plus, les tanins, particulièrement les proanthocyanidines, contribuent de manière significative à la capacité antioxydante des noyaux de dattes et possèdent des effets positifs sur la santé cardiovasculaire. Des études telles que celles de Al-Farsi et Lee (2008), El Sohaimy *et al.* (2015), Habib et Ibrahim (2009), et Bouhlali *et al.* (2017) fournissent une analyse détaillée de la composition biochimique et des propriétés fonctionnelles des noyaux de dattes, mettant en évidence leur potentiel nutritionnel et thérapeutique.

4. Utilisation des noyaux de datte

Les noyaux de dattes offrent de nombreuses utilisations bénéfiques. Transformés en farine, ils enrichissent les produits de boulangerie en fibres et antioxydants (Al-Farsi et Lee, 2008). Ils

peuvent aussi être torréfiés et moulus pour servir de substitut sans caféine au café (Habib et Ibrahim, 2009). En alimentation animale, ils apportent des fibres, protéines et acides gras, améliorant la santé des animaux (Bouhlali *et al.*, 2017). Dans le domaine cosmétique, leurs extraits sont utilisés pour leurs propriétés antioxydantes et hydratantes (El Sohaimy *et al.*, 2015). Enfin, les noyaux de dattes peuvent être convertis en biomasse pour produire de l'énergie renouvelable (Al-Farsi et Lee, 2008). Ces diverses applications démontrent leur polyvalence et leurs avantages multiples.



GRAINS DE RAISIN

III. Raisin

Le raisin, fruit ancien de la vigne (*Vitis vinifera*), est apprécié à travers les siècles pour sa saveur sucrée et ses multiples bienfaits pour la santé. Originaire des régions entourant la mer Caspienne, il est cultivé depuis plus de 8 000 ans, selon des découvertes archéologiques récentes (McGovern *et al.*, 1996). Ce fruit polyvalent est utilisé non seulement pour la vinification, mais aussi pour produire des raisins secs et des jus riches en antioxydants, tels que le resvératrol, connu pour ses effets bénéfiques sur la santé cardiovasculaire (Siemann&Creasy, 1992).

1. Définition du grain de raisin

Les grains de raisin sont les petites baies charnues qui composent la grappe de raisin, chacune contenant habituellement deux ou trois pépins. Ces baies sont principalement constituées d'eau (environ 70 à 80 % de leur poids frais), de sucres naturels tels que le glucose et le fructose, ainsi que de divers acides organiques, notamment l'acide tartrique et l'acide malique, qui contribuent à leur saveur caractéristique (Robinson *et al.*, 2012).

La vigne (*Vitis vinifera*)est classifiée comme suit : (Zohary, D., & Hopf, M. 2000).

- **Règne** Plantae
- **Classe** Equisetopsida
- **Sous-Classe** Magnoliidae
- **Ordre** Vitales
- **Famille** Vitaceae
- **Genre** Vitis
- **Espèce** Vitis Vinifera
- **Sous-Espèce** Vitis Vinifera subsp Sylvestis

2. Morphologie des grains de raisin :

Les grains de raisin (*Vitis vinifera*) se caractérisent par une morphologie complexe comprenant plusieurs parties distinctes. La peau, ou exocarpe, est la couche extérieure qui varie en couleur selon la variété et est riche en composés phénoliques, jouant un rôle crucial dans la protection du fruit contre les maladies et les rayons UV (Robinson *et al.*, 2012). La pulpe, ou mésocarpe comme représenté dans la figure 6, constitue la partie interne charnue et juteuse, contenant principalement de l'eau, des sucres (glucose et fructose) et des acides organiques (acide tartrique et acide malique), responsables de la douceur et de la saveur du raisin (Jackson, 2008). Les pépins, ou endocarpe, sont les graines internes entourées d'une fine membrane appelée

péricarpe, et contiennent des huiles et des tannins qui peuvent influencer la saveur et la structure du vin (Robinson *et al.*, 2012).

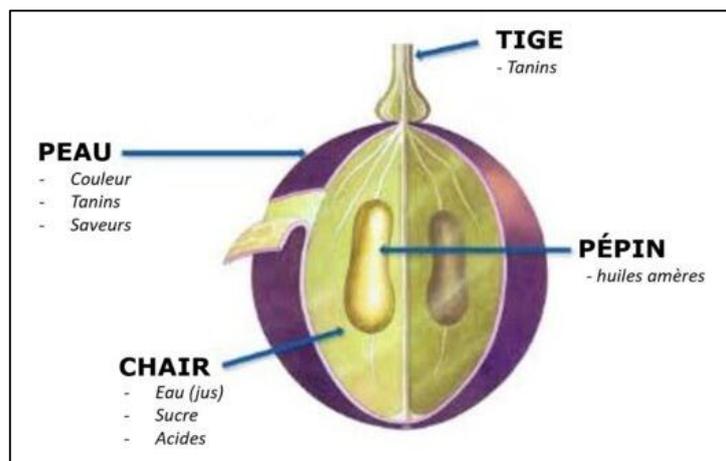


Figure 6: Schéma d'une coupe longitudinale d'un grain de raisin (L'Express 2023)

3. Composition chimique des grains de raisin

A l'exception des polysaccharides qui se répartissent dans tous les tissus du pépin, les autres composés ont des localisations tissulaires spécifiques ; par exemple, les protéines sont exclusivement localisées dans l'albumen, de même que les lipides.

La composition chimique globale des pépins est donnée dans le tableau V

Tableau V:Composition chimique des pépins de raisin(Cabanis *et al.*, 1998 ; Rombaut, 2013).

Composés	Pourcentage
Eau	25 - 45
Composés glucidiques	34 - 36
Lipides	8 - 13
Polyphénols (tanins)	4 - 10
Composés azotés	4 - 6,5

3. 1. Compositions en composés phénoliques

Plusieurs familles de polyphénols sont présentes chez le pépin : les acides phénoliques simples, les flavanols et des formes condensées des polyphénols (tanins). Ces composés permettraient une restriction des échanges gazeux avec le milieu extérieur et un rôle protecteur vis-à-vis des insectes et champignons(Cadot *et al.*, 2006).La quantité en polyphénols rapportée par Rombaut *et al.*(2015) est de 32 à 356 mg EAG /kg d'huile suivant le type des pépins et la technique d'extraction. Les composants identifiés sont les acides galliques les catéchines, les épicatechines,

le Trans resvératrol, les procyanidines et les proanthocyanidines (Maier *et al.*, 2009 ; Garavaglia *et al.*, 2016). Les polyphénols étant des métabolites secondaires, leur quantité et répartition dans le pépin dépendent en grande partie du site de production des raisins, du lieu et de l'année de récolte (conditions climatiques de culture), du cultivar ainsi que du degré de maturité des pépins (Shi *et al.*, 2003).

4. Utilisation de la vigne

La vigne fait partie des plus anciennes plantes cultivées par l'Homme et son utilisation remonte à l'antiquité avec les usages médicaux des feuilles et des raisins essentiellement. Elle est globalement l'une des espèces végétales les plus importantes au monde en raison des nombreuses utilisations de ses fruits dans la production de vin, jus de raisin et autres aliments/boisson (K. Ali, F. Maltese, *et al.*, 2010).

La valeur médicinale et nutritionnelle des raisins a été proclamée pendant des milliers d'années, on recommande les cures de raisin appelées « cures uvaies », aux propriétés équilibrantes et diurétiques, qui permettent de soigner de nombreuses pathologies telles que l'obésité, la goutte, les calculs, les rhumatismes, les maladies de peau... (Demelin E, 2012).

les richesses du raisin notamment ses anti-oxydants qui sont une voie d'avenir dans les traitements des cancers, des maladies cardiovasculaires ou neurodégénératives (Vauzour D; Rodriguez-Mateos A. 2010).

Elle aide à lutter contre le cholestérol, les effets du vieillissement, la constipation, la fatigue, la rétention d'eau, etc... Les feuilles de vigne sont utilisées depuis un grand nombre d'années pour ses bienfaits au niveau de la circulation veineuse, elle permet de diminuer la fragilité des capillaires sanguins et soulage les sensations de jambes lourdes. Ce sont les tanins et les anthocyanes contenus dans les feuilles de vigne rouge qui ont une activité vitaminique P protectrice des veines et facilitent la circulation du sang (Bruneton J., 2009).

A horizontal red scroll graphic with a dark red outline. The scroll is unrolled in the center, with the top and bottom edges curled up. The text is centered on the unrolled portion.

ÉCORCE DE GRENADE

IV. Grenade

La grenade (*Punica granatum L.*) est un fruit ancien cultivé depuis des millénaires, apprécié tant pour sa saveur distinctive que pour ses propriétés médicinales. Originaires de la région indo-iranienne, elle est aujourd'hui largement cultivée dans les régions chaudes et subtropicales à travers le monde. Le fruit de la grenade est caractérisé par une peau épaisse et coriace qui renferme des arilles juteux et brillamment colorés, lesquels sont les parties consommées (figure 7). En plus de ses qualités gustatives, la grenade est réputée pour ses bénéfices pour la santé, notamment en raison de sa forte teneur en antioxydants. (Davidson, Alan 2014)

1. Définition d'écorce de grenade

L'écorce du fruit du grenadier est également appelée « malicorium », il s'agit de la partie dure de fruit. Elle représente environ 50% du poids total de la grenade (Calinetal., 2005).

Elle est généralement utilisée séchée, sous la forme de morceaux brunâtres ou vert rougeâtre à l'extérieur, un peu verruqueux, brillants, jaunâtre sur la face intérieure concave, portant souvent l'empreinte des graines qui y étaient incrustées. Ces fragments sont de consistance coriace, ils sont formés d'un parenchyme de cellules à paroi minces, au milieu desquelles on distingue des groupes de cellules pierreuses et de faisceaux fibro-vasculaires. La saveur de l'écorce de grenade est amère et astringente (Wald, 2009).

La Classification botanique du grenadier est rappelée ci-dessous (Spichiger *et al.*, 2009)

- **Embranchement** : Spermaphytes
- **Sous embranchement** : Angiospermes
- **Classe** : Magnoliopsida
- **Ordre** : Myrtales
- **Famille** : Punicaceae (Lythraceae)
- **Genre** : Punica
- **Espèce** : Punica granatum



Figure 7: Représentation de la grenade et ses différentes parties (Khan, F.2018 ;Wald, 2009).

2. Morphologie d'écorce de grenade

Il faut savoir que la grenade est un fruit dont seulement une partie est consommable. En effet, seules les graines enrobées de pulpe, appelées arilles, sont consommées (Figure 8). La partie comestible représente 52% du poids du fruit et chaque arille est composé de 78% de pulpe et 22% de graine (Yildiz *et al*, 2006). Toutefois ces arilles sont bien protégés au sein du fruit, chaque groupe d'arilles est entouré d'une membrane et le tout est inclus dans l'écorce du fruit. Le calice surmonte le fruit et ressemble fortement à une couronne.

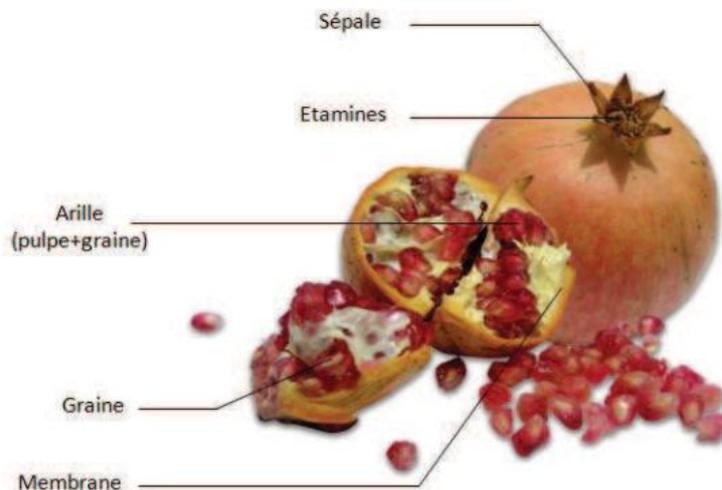


Figure 8 : Schéma descriptif d'une grenade (Cauchard, 2013)

3. composition chimique et phénolique de l'écorce de grenade

L'écorce de grenade est une source très importante de composés bioactifs (tableau VI) tels que les polyphénols, les flavonoïdes, les ellagitanins (28% de l'épiderme du fruit), les proantocyanidines et les minéraux, essentiellement du potassium, de l'azote, du calcium, du phosphore, du magnésium et du sodium (Calin *et al.*, 2005). elle se compose également, d'acide gras, de catéchines, de quercétines et de rutines (Hmid, 2013) ainsi que deux importants acides

hydroxy benzoïques, l'acide gallique et l'acide éllagique, elle renferme aussi des molécules sa coloration jaunes et anthocyanidine; responsables de la couleur rouge des grenades (Hmid, 2014).

Tableau VI : Composition Chimique d'écorces de grenade

Composant	Pourcentage	Références
Eau	50-60%	Faria <i>et al.</i> , 2007; Jurenka, 2008
Fibres alimentaires	4-5%	Faria <i>et al.</i> , 2007; Lansky& Newman, 2007
Sucres(glucose, fructose, saccharose)	5-10%	Lansky& Newman, 2007
Protéines	3-4%	Jurenka, 2008
Lipides	1-2%	Lansky& Newman, 2007
Polyphénols (ellagitanins, anthocyanidines)	2-3%	Gil MI <i>et al</i> 2000

4. Utilisation des écorces de grenade

La grenade (*Punicagranatum*) est une plante aux multiples usages. Son écorce et ses fleurs sont utilisées pour teindre les textiles, tandis que ses feuilles macérées dans du vinaigre permettent de produire de l'encre (Morton, 1987).

Des études expérimentales ont montré que l'extrait de la poudre de la peau de grenade peut être utilisé comme conservateur naturel dans les produits carnés (M. zohra 2013).

Ce fruit est également connu pour ses propriétés hypotensives (Ranade *et al.*, 2009). Dans la médecine populaire, toutes les parties de la grenade, notamment les fruits, les racines, l'écorce et les pépins, sont utilisées pour leurs vertus anti-inflammatoires et pour traiter diverses maladies et blessures. Son jus est considéré comme une boisson rafraîchissante et tonifiante pour le système circulatoire, avec un effet astringent et rafraîchissant qui favorise la circulation sanguine (Ahmed *et al.*, 2005).

L'extrait de grenade est également utilisé dans la fabrication du shampoing Klorane à partir d'écorces de *Punicagranatum*. Les tanins contenus dans l'écorce du fruit permettent la fixation de la couleur sur la kératine et préviennent le ternissement du cheveu. La richesse en polyphénols antioxydants participe à la protection de l'éclat du cheveu. C'est pourquoi l'écorce

de fruit de grenade est utilisée dans la création de formulations de crèmes pour améliorer la peau (Fawole *et al.*, 2012).

A red scroll graphic with a white border and a drop shadow, containing the text 'MATÉRIEL ET MÉTHODES'. The scroll is unrolled in the middle, with the ends curled up.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

I. Objectif du travail

Le présent travail a été réalisé au niveau du complexe agroalimentaire CEVITAL durant une période de 1 mois. Afin d'évaluer l'impact de l'incorporation d'antioxydants extraits des déchets de fruits et de légumes sur une margarine de table à retarder ou à prévenir l'oxydation des lipides et ainsi à prolonger la durée de vie du produit.

Des margarines enrichies avec des extraits phénoliques des écorces de grenade, pépins de raisin, et noyaux de datte à deux concentrations 50 et 100ppm ont été élaborées et l'analyse des paramètres physico-chimiques après un an de stockage des margarines enrichies a été réalisée.

II. Présentation du complexe CEVITAL

Créé en 1998, CEVITAL est un complexe comprenant plusieurs unités de production équipées de la technologie la plus récente et continue de se développer grâce à différents projets en cours. Il se situe à proximité du port de Bejaia, et dispose d'une superficie de 45000 m². Grâce à cette position stratégique, l'entreprise peut commercialiser ses produits dans toutes les régions du pays et obtenir les matières premières requises pour la production de ses produits (Journal, Le Monde, 6 juin 2016).



Le domaine de l'agro-alimentaire et de la distribution Cevital comprend les activités suivantes :

- Raffinage et conditionnement d'huile;
- Conditionnement d'huile ;
- Production de margarine ;
- Production de Smen «Medina».
- Production et conditionnement de boisson rafraichissante;
- Production des sauces
- Conditionnement d'eau minérale;
- Fabrication d'emballage ;
- Raffinerie de sucre ;
- Stockage des céréales ;

Cevital fabrique une variété de margarines comme « Matina, le beurre gourmand et Fleurial, parisienne et MEDINA (Figure 9). L'usine de margarine dispose de 5 lignes de production :

✚ **Lignes (1, 2, 3)** sont réservées pour la production de margarine Matina et Fleurial, margarine de feuilletage, beurre gourmand ;

✚ **Lignes (4 et 5)** sont réservés pour la production de graisses végétales, SMEN et MEDINA



Figure 9: représentation de quelques produits de l'entreprise CEVITAL

III. Matériel végétal

Des raisins de la variété « Red globe », des dattes de la variété « MECH-DEGLA » et des grenades ont été achetés au niveau du marché de la région de Bejaia. Les baies de raisin et les écorces de grenades ont été lavées et coupées en deux afin de récupérer les pépins, et les noyaux de datte ont été obtenus après dénoyautage. Ces trois derniers ont été concassés manuellement à l'aide d'un mortier, séchés à l'obscurité et à l'air ambiant, broyés à l'aide d'un moulin à café puis tamisés afin d'obtenir une poudre fine. figure10

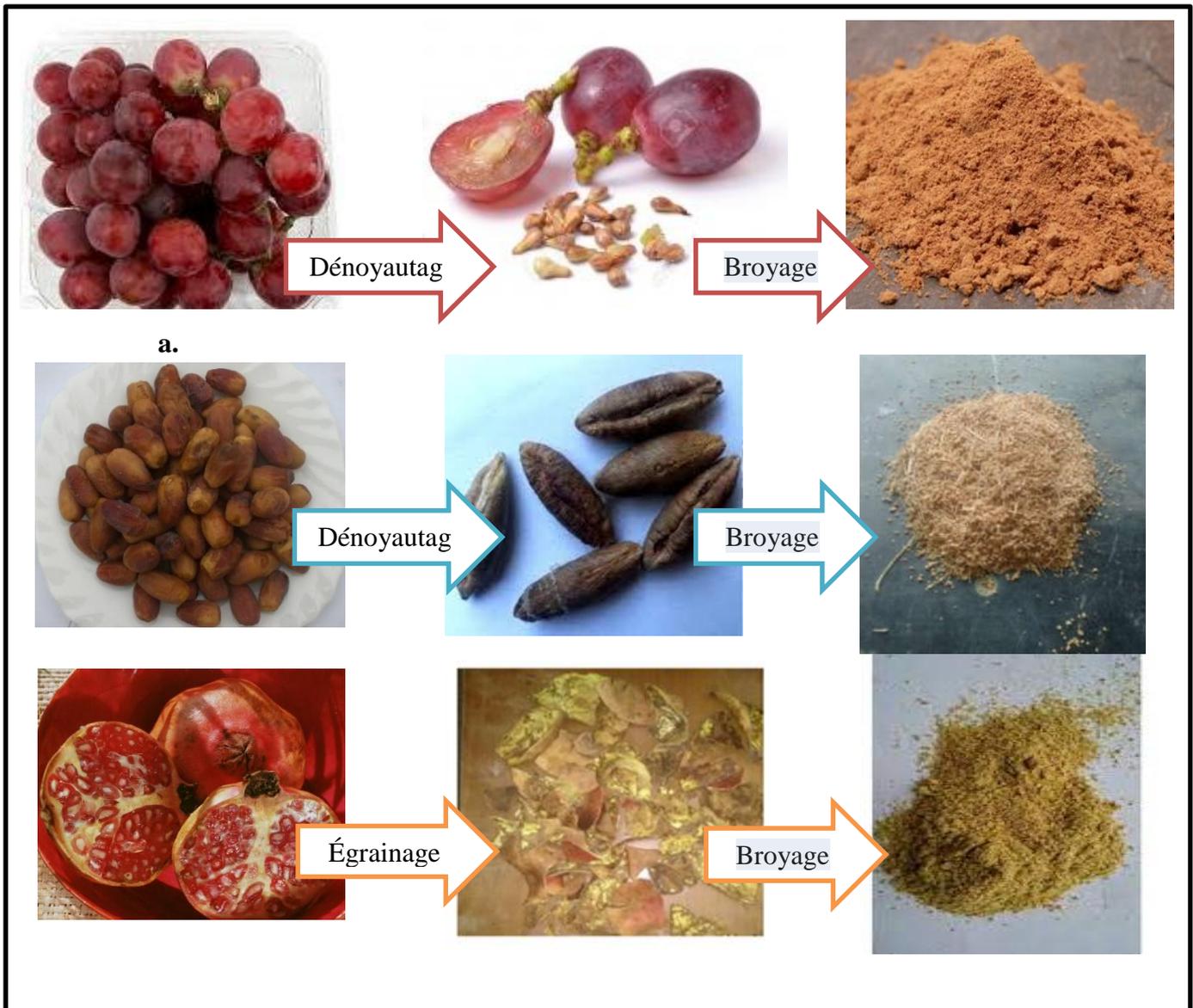


Figure10: Représentation de la transformation EG, GR et ND en poudre.

1. Extraction des composés phénoliques

L'extraction des composés phénoliques des EG, GR et ND a été effectuée par macération par épuisement à température ambiante (figure 11). Pour extraire les composés phénoliques des écorces de grenade, le protocole de Chougui *et al.* (2015) a été utilisé. Une quantité de 10 g de poudre a été laissée à macérer sous agitation dans 100 ml d'éthanol/eau (70% /30%) pendant 2 heures à température ambiante, puis filtrée et le résidu a fait l'objet d'une deuxième et troisième extraction avec 50 ml du même solvant pendant 1 heure. Les extraits ont ensuite été combinés et centrifugés. Le solvant a ensuite été évaporé dans une étuve ventilée, l'extrait sec

obtenu a été lyophilisé et conservé dans un flacon en verre fumé à une température de 4°C avant utilisation. L'opération a été répétée pour les 2 autres déchets des 2 fruits.

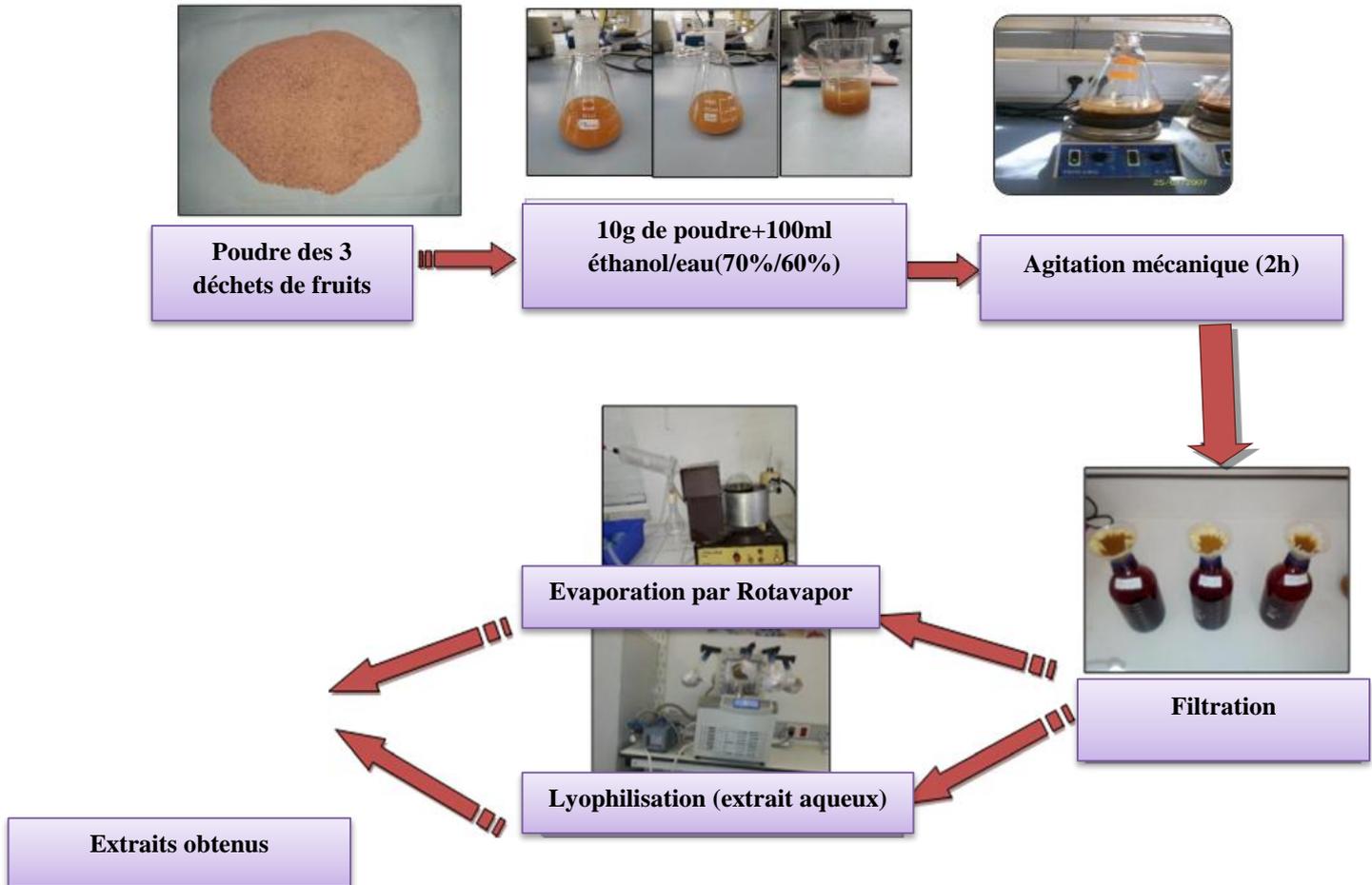


Figure 11 : Protocole expérimental de l'extraction des polyphénols pour les 3 déchets de fruits

2. Elaboration de margarine

Huit margarines de table différentes ont été élaborées. Six d'entre elles ont été incorporées d'extraits phénoliques de pépin de raisin (2 boîtes), de noyau de datte (2 boîtes) et d'écorce de grenade (2 boîtes) à différentes concentrations (50 ppm et 100 ppm), contrairement aux deux autres, l'une a été préparée sans aucun ajout, tandis que l'autre a été enrichie en vitamine E utilisée à l'entreprise CEVITAL.

La fabrication de la margarine a débuté par la pesée des ingrédients de la phase grasse, qui comprenait 400 g du Blend figure 12. Ce dernier était composé d'huile de palme, d'huile de tournesol et d'huile de soja, ainsi que de 2 g d'émulsifiant. Ensuite, l'échantillon a été soumis à la phase aqueuse, composée de 95 g d'eau osmosée, 1,75 g de chlorure de sodium, 0,5 g de

sorbate de potassium, et 0,25 g d'acide lactique. Dans un premier temps, le Blend a été agité avec l'ajout de l'émulsifiant jusqu'à dissolution complète. Figure 12

Ensuite, la phase aqueuse a été préparée en mélangeant tous les ingrédients hydrosolubles déjà préparés, puis ceux-ci ont été incorporés au Blend pour créer une émulsion. Cette émulsion a ensuite été versée dans un récipient en acier inoxydable et mélangée à l'aide d'un malaxeur pendant 10 minutes à une température de 45°C afin de garantir une bonne émulsification. Figure 12

Au stade actuel, l'émulsion n'était pas encore stable et devait être cristallisée dans une sorbetière, tout en garantissant une agitation adéquate tout au long du processus. Une fois que la margarine a été homogène, elle a été emballée dans des barquettes de 250 g chacune et conservée au réfrigérateur à une température de 4°C. figure 12

Les différents types de margarines préparées sont :

T0: sans aucun rajout.

TE: avec vitamine E à 100ppm.

EG50: avec l'extrait phénolique des écorces de grenade à 50 ppm

EG100: avec l'extrait phénolique des écorces de grenade à 100 ppm

GR50: avec l'extrait phénolique des grains de raisin à 50 ppm

GR100: avec l'extrait phénolique des grains de raisin à 100 ppm

ND50: avec l'extrait phénolique des noyaux de datte à 50 ppm

ND100: avec l'extrait phénolique des noyaux de datte à 100 ppm

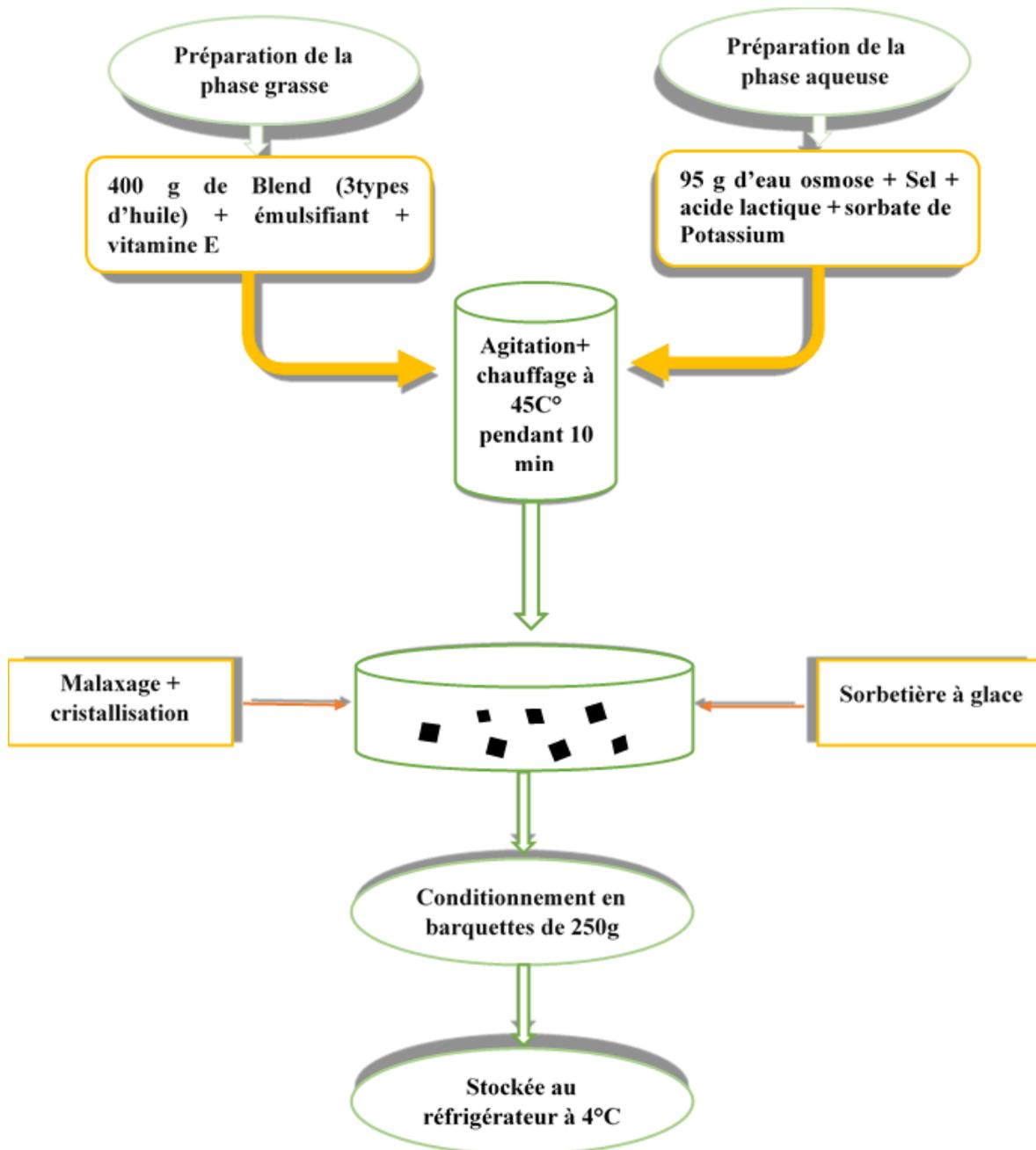


Figure 12 : Schéma représentant les étapes de l'élaboration de la margarine enrichi

3. Analyses physicochimiques

Les échantillons de margarines ont été soumis après un an à des analyses physico-chimiques telles que la détermination de la teneur en eau, du pH, de l'indice d'acide, de l'indice de peroxyde, du point de fusion, de la teneur en sel, du taux de solide, ainsi qu'à un test Rancimat pour évaluer leur résistance à l'oxydation. Pour cela, les margarines enrichies aux extraits phénoliques ont été placées en incubation à une température de 70°C jusqu'à ce que deux phases distinctes se forment et soient filtrées afin de réaliser les tests appropriés pour chaque phase (grasse et aqueuse).

3. 1. Teneur en eau

La mesure du taux d'humidité a été effectuée en utilisant la méthode mentionnée dans la norme ISO 662, qui évalue la perte de masse du produit chauffé à une température de 103 ± 2 °C dans des conditions spécifiques. Elle a été déterminée en évaporant l'eau et les matières volatiles de la margarine sous l'action de la chaleur (sur une plaque chauffante).

L'humidité a été mesurée pour l'émulsion plutôt que pour l'huile

Mode opératoire

Dans un bécher vide (P0), 2 à 3 g de margarine ont été placés (P1). L'ensemble a ensuite été mis sur une plaque chauffante et le bécher a été agité régulièrement pour éviter les éclaboussures, jusqu'à ce que toute l'eau présente dans l'échantillon soit éliminée, ce qui a été signalé par la cessation des bulles d'air. Le bécher a été laissé refroidir dans un dessiccateur pendant 10 à 15 minutes jusqu'à ce qu'il atteigne la température ambiante. Enfin, le bécher contenant le produit (P2), une fois chauffé et refroidi, a été pesé et son poids a été noté.

✓ Expression des résultats

Le résultat a été exprimé selon la formule suivante :

$$H (\%) = \frac{(P0+P1)-P2}{P1} \times 100$$

Avec :

H (%) : humidité exprimée en pourcentage massique ;

P0 : poids de bécher vide en gramme (g) ;

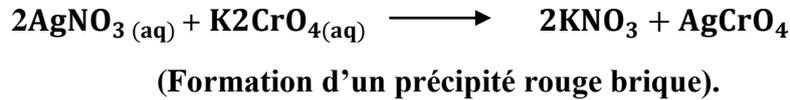
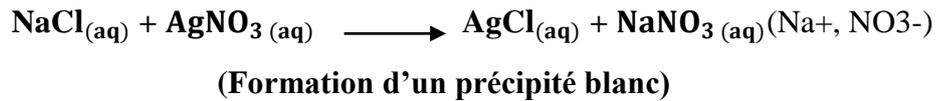
P1 : poids de la prise d'essai en gramme (g) ;

P2 : poids de bécher contenant l'échantillon après le refroidissement en (

3. 2. Teneur en sel

La quantité de chlorure de sodium (NaCl) dans la matière grasse a été exprimée en pourcentage, conformément à la méthode NE.1.2.4.2.9 de l'entreprise CEVITAL. La méthode de Mohr, utilisant une solution de nitrate d'argent (AgNO₃) et un indicateur coloré au chromate de potassium, a permis de déterminer la quantité de sels dans l'échantillon de margarine (ou la phase aqueuse) en la titrant.

Les réactions suivantes ont été observées lors du titrage de sel avec du nitrate d'argent et en présence de chromate de potassium :



✚ Mode opératoire

5 grammes de margarine ont été pesés dans un Erlenmeyer, puis 100 millilitres d'eau distillée chauffée y ont été ajoutés. Le mélange d'eau distillée chauffée et de margarine a été agité, puis laissé refroidir. Quelques gouttes de chromate de potassium ont ensuite été ajoutées, et le titrage a été effectué avec la solution de nitrate d'argent jusqu'à l'apparition de la couleur finale (une teinte rouge brique).

✓ Expression des résultats

Les résultats ont été exprimés comme suit:

$$\text{Ts (\%)} = \frac{N \times V_{\text{AgNO}_3} \times M}{p \times 10}$$

Avec :

Ts (%) : Taux de sel ;

V_{AgNO₃} : Volume équivalent (ml) de la solution nitrate d'argent (AgNO₃) ;

N : Normalité de la solution nitrate d'argent (0.1 N) ;

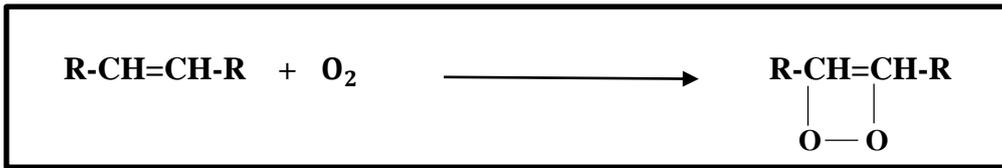
M : Masse molaire (58.5 g/mol) du chlorure de sodium (NaCl) ;

P : Prise d'essai en gramme (g).

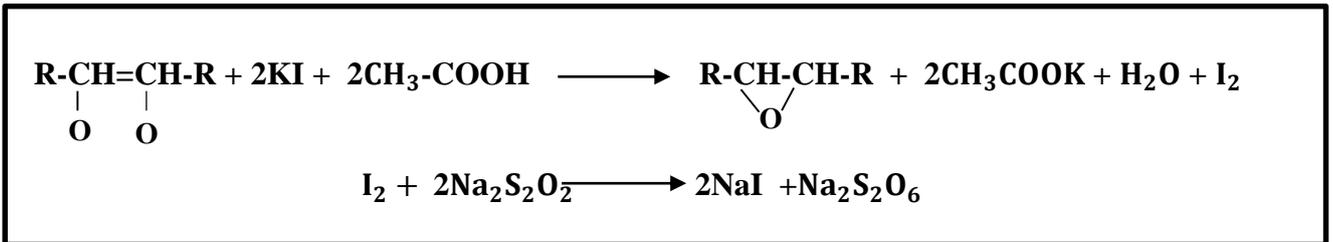
3. 3. Indice peroxyde

L'indice de peroxyde a été évalué en utilisant la méthode mentionnée par l'ISO 3960, définie comme étant le nombre de milliéquivalents d'oxygène actif par kilogramme de corps gras oxydant l'iodure de potassium (meq g d'O₂ / Kg).

Les acides gras insaturés des corps gras, exposés à l'oxygène présent dans l'air, se sont oxydés en peroxydes selon la réaction suivante :



En milieu acide, les peroxydes oxydent l'iodure de potassium et libèrent de l'iode, ce qui est obtenu à partir d'une solution de thiosulfate de sodium (Na₂S₂O₃) selon les réactions :



L'ajout de l'empois d'amidon et l'apparition de la coloration bleue confirment la présence d'I₂, ce qui suggère la présence de peroxyde. (la fusion de la matière grasse ne doit pas se réalisée à une température supérieure à 70°C max).

✚ Mode opératoire

5 g de matière grasse ont été pesés dans un ballon, 12 ml de chloroforme, 18 ml d'acide acétique et 1 ml de la solution d'iodure de potassium (préparée en dissolvant 0,5 g d'iodure de potassium dans 1 ml d'eau distillée) ont été ajoutés. Le flacon a été immédiatement bouché, agité pendant 1 minute et laissé reposer à l'abri de la lumière à une température comprise entre 15 et 25°C.

Ensuite, 75 ml d'eau distillée ont été ajoutés, vigoureusement agités en présence de quelques gouttes d'empois d'amidon comme indicateur, puis l'iode libéré a été titré avec une solution de thiosulfate de sodium 0,01 N. Un essai à blanc a également été effectué.

✓ Expression des résultats

Les résultats ont été exprimés comme suit:

$$\text{Ip} = \frac{(V1-V0) \times N}{p} \times 1000 = \text{chutte} \times 2$$

Avec :

Ip: indice de peroxyde exprimé en meq g/kg

V0: volume, (ml), de la solution de thiosulfate de sodium utilisée pour l'essai blanc.

V1: volume, (ml), de la solution de thiosulfate de sodium utilisée pour la détermination.

N: normalité de la solution de thiosulfate de sodium utilisée (0.01 N).

p: masse, en gramme, de la prise d'essai.

3. 4. Indice d'acide

La mesure de l'acidité a été réalisée en utilisant la méthode d'essai ISO 660. Le pourcentage d'acides gras libres a été mesuré, généralement exprimé selon la nature du corps gras en acides oléiques de poids moléculaire (282g/mol) ou en acide palmitique (256g/mol). Cette approche a impliqué la mise en solution d'une prise d'essai de la margarine dans l'éthanol, puis le titrage des acides gras libres présents à l'aide d'une solution alcaline d'hydroxyde de sodium (NaOH) en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré.

L'hydrolyse des acides gras libres présents dans la margarine s'est produite de la manière suivante :



✚ Mode opératoire

Un titrage acido-basique en milieu alcoolique a été effectué afin de déterminer l'indice d'acide d'un échantillon de 10 g de margarine. L'échantillon s'est dissous d'abord dans 75 ml d'éthanol neutralisé à l'aide d'hydroxyde de sodium (NaOH), en présence de quelques gouttes de phénolphtaléine comme indicateur coloré. Le mélange a ensuite été chauffé et titré avec une solution d'hydroxyde de sodium à 0,1 N jusqu'à l'obtention d'une coloration rose pâle persistante pendant 10 secondes, permettant ainsi de quantifier les acides gras libres présents dans la margarine. Enfin le volume de NaOH utilisé pour la neutralisation a été noté.

✓ Expression des résultats

Les résultats ont été exprimés comme suit:

$$A(\%) = \frac{V_{eq} \times N \times M}{P \times 10}$$

Avec :

A (%) : Acidité exprimée en pourcentage massique ;

V_{eq} : Volume d'équivalent de NaOH (ml) ;

N : Normalité de la solution NaOH (0.1N) ;

P : Prise d'essai gramme (g) ;

M : Masse Molaire d'acide palmitique (256g/mol).

3. 5. Potentiel hydrogène (pH)

Le pH de la phase aqueuse séparée de la margarine fondue est déterminé par la méthode potentiométrique, qui consiste à mesurer la différence de potentiel entre une électrode de verre et une électrode de référence. Cette mesure s'effectue selon la norme NE. 1. 2.430 et permet de déterminer l'acidité ou l'alcalinité de la solution.

✚ Mode opératoire

Le pH d'un échantillon de margarine a été déterminé par une mesure potentiométrique directe réalisée à l'aide d'un pH-mètre. L'appareil avait d'abord été rincé à l'eau distillée, puis étalonné avec des solutions tampons à pH 7 et 4, à une température de mesure fixée à 25°C. Les électrodes du pH-mètre avaient ensuite été immergées dans la phase aqueuse de l'échantillon de margarine. Lorsque la lecture était devenue stable, la valeur du pH avait été relevée avec une précision de 0,01 unité pH, directement sur l'échelle de l'instrument.

3. 6. Point de fusion

Le point de fusion est réalisé par la méthode décrite par la norme ISO 6321. C'est la température à laquelle une matière grasse, dans un tube capillaire, fond jusqu'à un point tel qu'elle remonte dans le tube. Cette méthode est basée sur le passage de la matière grasse de l'état solide à l'état liquide sous l'effet de la chaleur, à une certaine température. (Le point de fusion varie selon le type de margarine : margarine de table, de feuilletage ou de pâtisserie.

✚ Mode opératoire

Pour déterminer le point de fusion d'un échantillon de margarine, plusieurs étapes ont été réalisées. Tout d'abord, l'échantillon de margarine a été fondu et filtré pour obtenir une huile homogène. Ensuite, cette huile a été placée dans deux tubes capillaires en verre sur une hauteur d'un centimètre. Après un refroidissement de 20 minutes au réfrigérateur, les tubes contenant l'échantillon ont été fixés à une pince en bois, puis attachés à un thermomètre et plongés dans un béccher d'eau maintenu à une température inférieure d'environ 10°C à celle de la fusion présumée de la margarine. En augmentant graduellement la température du béccher à raison de 0,5°C par minute à l'aide d'une plaque chauffante, il a été nécessaire d'observer attentivement à quelle température les colonnes d'huile dans les tubes commençaient à remonter, par la suite Il était nécessaire d'observer attentivement à quelle température les colonnes d'huile dans les tubes commençaient à remonter, ce qui a permis de déterminer précisément le point de fusion de l'échantillon de margarine.

3. 7. Taux de solide SFC

La teneur en solide qui est réalisée par la méthode décrite par la norme ISO 8292-1 est une mesure de la quantité de graisse à l'état solide dans une graisse à une certaine température, déterminée par spectromètre de résonance magnétique nucléaire (RMN) pulsée basse résolution et à onde pulsée de type (minispec mq20, Germany). Ce taux est exprimé en pourcentage de solides et dite aussi standard. C'est une méthode rapide et non destructrice qui permet de connaître les propriétés rhéologiques d'une graisse.

✚ Mode opératoire

La margarine a d'abord été fondue dans un bécher à 70°C, puis filtrée à travers un papier filtre pour analyser sa solidification. Ensuite, trois tubes propres et secs ont été remplis à 2 cm de hauteur avec la margarine fondue et placés successivement dans un bain-marie à 0°C, 20°C, 30°C et enfin 40°C. Ces tubes ont ensuite été introduits dans un appareil de Résonance Magnétique Nucléaire (RMN) pour mesurer les valeurs du pourcentage de matière grasse solide (SFC) toutes les 20 minutes à différentes températures. Cette procédure a permis d'étudier la solidification de la margarine dans diverses conditions thermiques (0°, 20°, 30°, 40°).

3. 8. Test de Rancimat

La norme internationale ISO 6886 définis le test rancimat est une technique accélérée, la plus couramment utilisée pour évaluer la stabilité à l'oxydation des graisses comestibles, des huiles et des aliments contenant des graisses, Plus la valeur de la stabilité à l'oxydation est élevée, plus le matériau est stable.

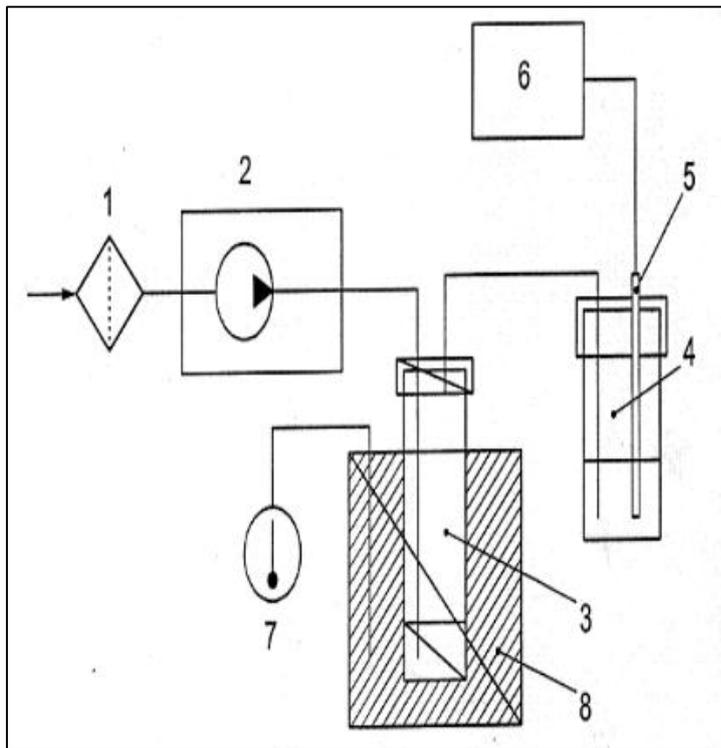
La spécification de temps d'induction au le test de Rancimat correspond au temps pendant lequel la matière grasse a résisté à l'oxydation, ce temps est appelé le temps d'induction qui est défini par le temps écoulé entre le début de mesure et le moment ou la formation de produits d'oxydation commence à augmenter rapidement. La période d'induction, exprimée en heures, nous informe sur la stabilité oxydative de l'échantillon. Le principe de cette méthode est basé sur le passage d'un courant d'air purifié à travers l'échantillon porté à une température spécifiée. Les gaz dégagés au cours du processus

d'oxydation sont entraînés par l'air dans une fiole contenant de l'eau distillée dans laquelle est immergée une Électrode de mesure de la conductivité. L'électrode est connectée à un dispositif de mesure de l'enregistrement. La fin de la période d'induction est

indiquée lorsque la conductivité se met à augmenter rapidement. Cette augmentation accélère est provoquée par l'accumulation d'acides gras volatils produits au cours de l'oxydation.

✚ Mode opératoire

Une analyse par oxydation accélérée a été réalisée en utilisant un appareil Rancimat illustré dans la figure 13. Tout d'abord, le débit de la pompe à membrane pour gaz a été réglé à 20 L/h. Ensuite, 50 mL d'eau distillée ont été introduits dans les cellules de mesure à l'aide d'une pipette. Un échantillon de margarine conditionné de 3 g a été pesé à l'aide d'une spatule et placé dans le flacon d'oxydation à l'air. La pompe à membrane a été mise en marche et les tubes d'arrivée et de sortie d'air ont été reliés aux flacons d'oxydation et aux cellules de mesure. Le flacon d'oxydation hermétiquement fermé a été placé dans l'appareil et l'enregistreur automatique des données a été immédiatement démarré. Les mesures ont été arrêtées lorsque le signal a atteint 100% de l'échelle de l'enregistreur. La période d'induction et la stabilité à l'oxydation des échantillons ont été exprimées en heures.



- 1 Filtre à air.
- 2 Pompe à membrane pour gaz.
- 3 Flacon d'oxydation à l'air.
- 4 Cellule de mesure.
- 5 Electrode.
- 6 Appareil de mesure et d'enregistrement.
- 7 Thyristor et thermomètre à contact.
- 8 Bloc chauffant.

Figure 13 : Représentation schématique de l'appareillage du test de Rancimat (ISO6886, 2006)

I. Analyses physico-chimiques

L'élaboration des margarines enrichies aux extraits phénoliques d'EG, GR et ND à l'échelle laboratoire est accompagnée d'une série d'analyses physico-chimiques (point de fusion, indice d'acide, indice de peroxyde, pH, humidité, taux de solides et test de la stabilité oxydative (test rancimat) après un an de conservation au réfrigérateur (4°C)) afin d'estimer leurs stabilités à l'oxydation.

L'ensemble des résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur les 8 échantillons (T0, TE, EG50, EG100, GR50, GR100, ND50, ND100) est représenté dans le tableau suivant :

Tableau XII: Caractéristiques physico-chimiques des margarines élaborées après une année de conservation.

analyses ppc / échantillon	Acidité (%)	Humidité (%)	Taux de sel (%)	Indice peroxyde	PH	Norme
T0	0,199	9,57	0,363	47		
TE	0,2048	1,661	0,372	8,8		
EG50	0,0512	2,644	0,397	3	4,75	
EG100	0,092	3,66	0,494	2	5,15	
GR50	0,0512	3,526	0,427	60	4,9	
GR100	0,0512	4,88	0,436	15,6	5,6	
ND50	0,0512	3,249	0,362	8	4,46	
ND100	0,0256	9,407	0,426	36	5,08	

1. Teneur en eau (humidité)

La détermination de la teneur en eau est d'une grande importance pour l'évaluation de la qualité de la margarine. En effet, une forte teneur en eau favorise l'hydrolyse enzymatique, l'oxydation de la margarine ainsi que la croissance microbienne induisant une altération du produit (margarine). Cependant, un manque d'eau donne un produit sec et donc moins apprécié par le consommateur (Blanc, 1992).

Les résultats du taux d'humidité des huit échantillons de la margarine analysés sont présentés dans la figure 14.

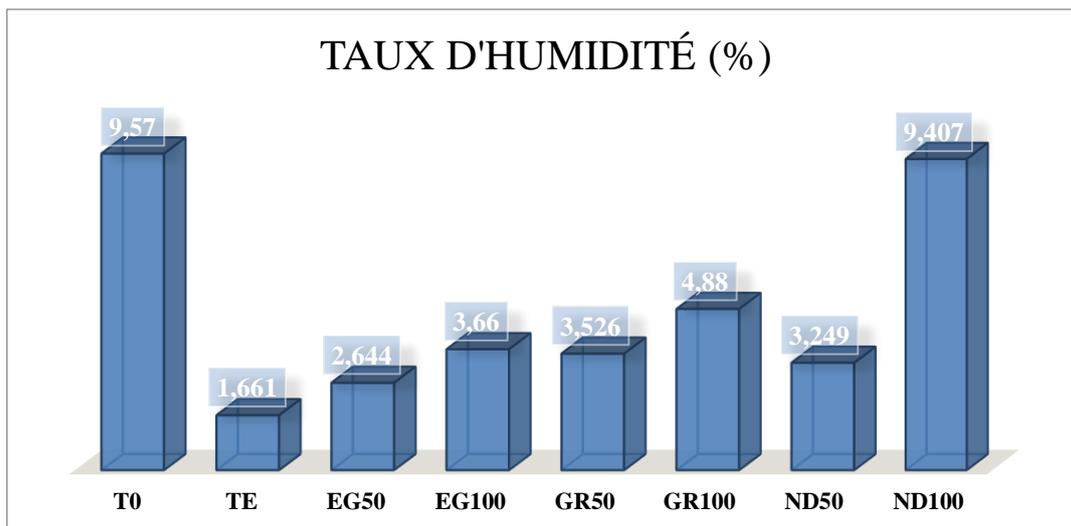


Figure 14: Taux d'humidité des 8 échantillons de margarine

D'après les résultats obtenus, la teneur en eau des margarines enrichies en antioxydants naturels EG50, EG100, GR50, GR100, ND50, ND100 et TE est généralement inférieure à celle de la margarine témoin T0. La margarine enrichie en TE a la teneur en eau la plus faible, suivie des margarines enrichies en EG50 et EG100 ensuite en GR50 et GR100, et enfin en ND50. La margarine enrichie en ND100 a la teneur en eau la plus élevée des margarines enrichies en antioxydants naturels. Ces résultats restent toujours conformes aux critères de l'élaborateur ainsi qu'aux normes (ISO 662 deuxième édition 15-09-1998) qui fixe le maximum à 16%.

2. Point de fusion

Le point de fusion est en relation directe avec la composition en acides gras de la margarine. Plus la margarine est riche en acides gras saturés, plus le point de fusion est important (François, 1974). Il doit être fixé de manière à ce que la margarine soit fondante dans la bouche mais aussi plastique à température ambiante pour supporter le travail mécanique lors de la tartinabilité (Morin, 2013 ; Himed et Barkat, 2014).

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

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

Le résultat obtenu concernant le point de fusion de l'échantillon GR50 de la margarine étudiée est représenté dans la figure 15.

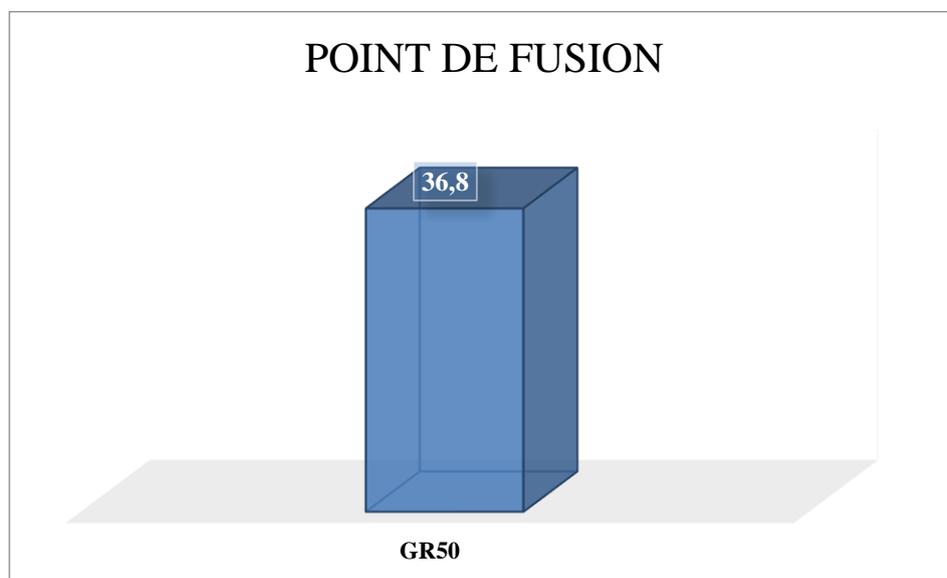


Figure 15: Point de fusion de la margarine élaborée GR50.

le résultat trouvé pour le point de fusion de la margarine enrichie en GR50 est de 36.8°C qui est conforme à la norme ISO(6321) qui est comprise entre 33°C et 37°C, ce qui confirme un choix précieux de matière première (types des huiles utilisées), ainsi que les proportions utilisées pour la recette (choix de l'émulsifiant). Donc la margarine enrichie est un produit plus digestible.

3. Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH se classe parmi les indicateurs de qualité de la margarine, il est contrôlé à différentes étapes de la préparation et de transformation pour garantir la sécurité, améliorer la production et augmenter la qualité. Une théorie affirme qu'il est préférable de contrôler le pH de la phase aqueuse dans les margarines de table. Cette valeur de pH est généralement fixée dans un intervalle compris entre 4 et 5,5. Le pH acide retarde généralement la croissance des microorganismes de contamination et limite les phénomènes d'hydrolyse (Faur 1992).

Les résultats du potentiel d'hydrogène (pH) des margarines enrichies sont représentés dans la figure 16.

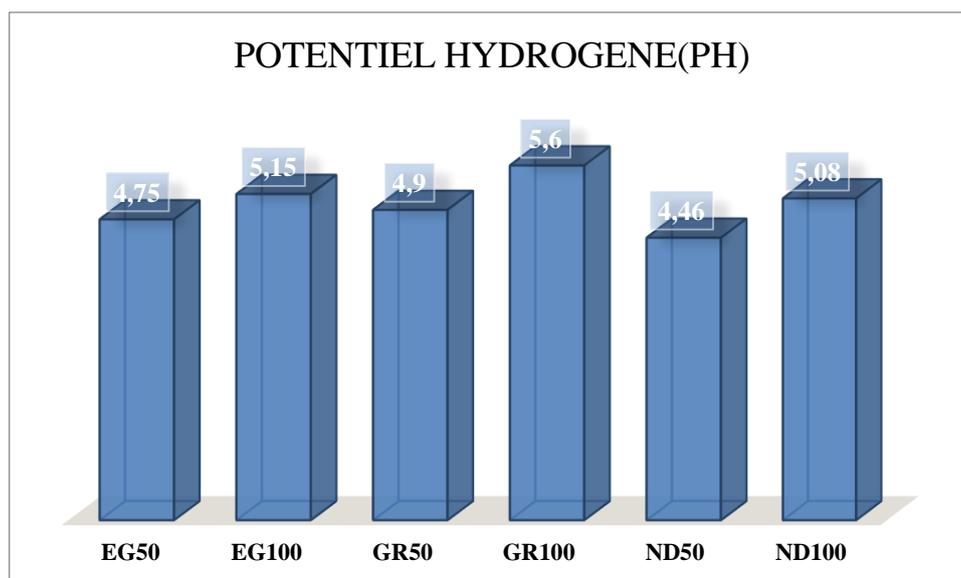


Figure 16: PH de la phase aqueuse pour les margarines élaborées

Les pH de la phase aqueuse pour les six margarines EG50, EG100, GR50, ND50, et ND100 varient de 4.46 à 5.6.

toutes les valeurs du pH des phases aqueuses des six échantillons analysés sont très stables après une année de conservation et conformes à la norme de l'entreprise CEVITAL (NE.1.2.430) qui exige un pH entre 4,5 et 6. l'extrait phénolique des EG , des GR et des ND n'ont pas influencé négativement sur pH des margarines enrichies.

La conformité des résultats est liée à la qualité d'eau, des conservateurs et des correcteurs de pH, ainsi qu'à la maîtrise des quantités ajoutées.

4. Teneur en sel

La détermination de taux de sel est importante, car en plus de son rôle dans l'amélioration de la sapidité (le gout et la saveur), le sel peut jouer un rôle protecteur (bactériostatique) (Djouab, 2007), il agit également comme conservateur. Le sel possède aussi un rôle important dans la stabilisation de l'émulsion (Frasch-Melnik *et al.*, 2010).

Les résultats de la détermination de taux de sel pour les margarines sont présentés dans la figure17.

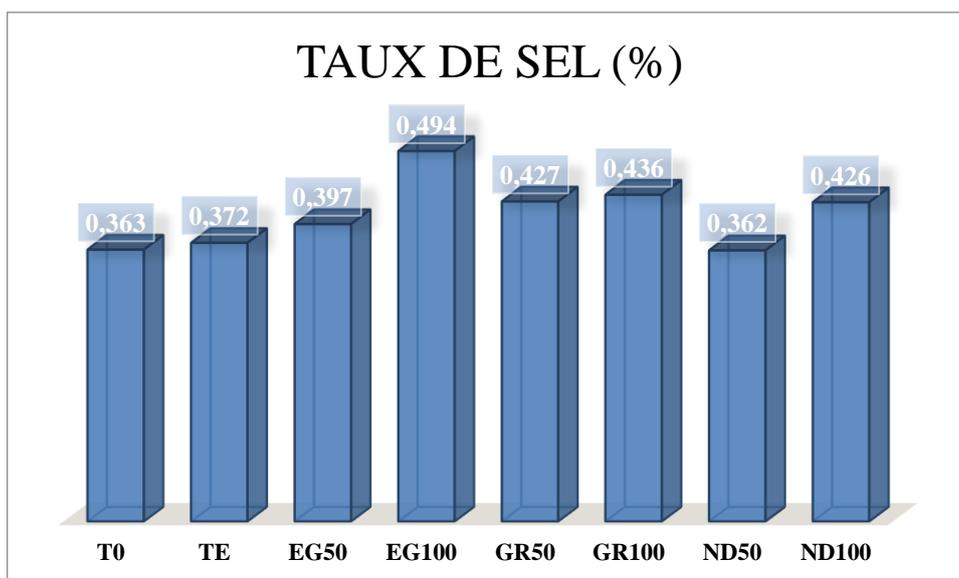


Figure 17: Taux de sel des margarines élaborées

Les résultats des huit échantillons analysés montrent que les valeurs du taux de sel des 8 margarines enrichies varient de 0,362% à 0,494%, et selon la réglementation européenne (European Commission, 2006), le taux de sel dans les margarines ne doit pas dépasser 1.5%. Donc les margarines analysées sont conformes à la norme fixée par l'entreprise CEVITAL qui se situe entre 0,1% et 0,4%.

5. Indice d'acide

L'acidité est le pourcentage d'acides gras libres exprimés conventionnellement selon la nature du corps gras en acide oléique pour les grandes majorités des corps gras, ou palmitique pour l'huile de palme ou laurique pour les graisses lauriques (Coprah, palmiste) (Karleskind et Wolff, 1992).

Les résultats de l'indice d'acidité des 8 margarines enrichies conservées après une année, sont représentés dans la figure 18.

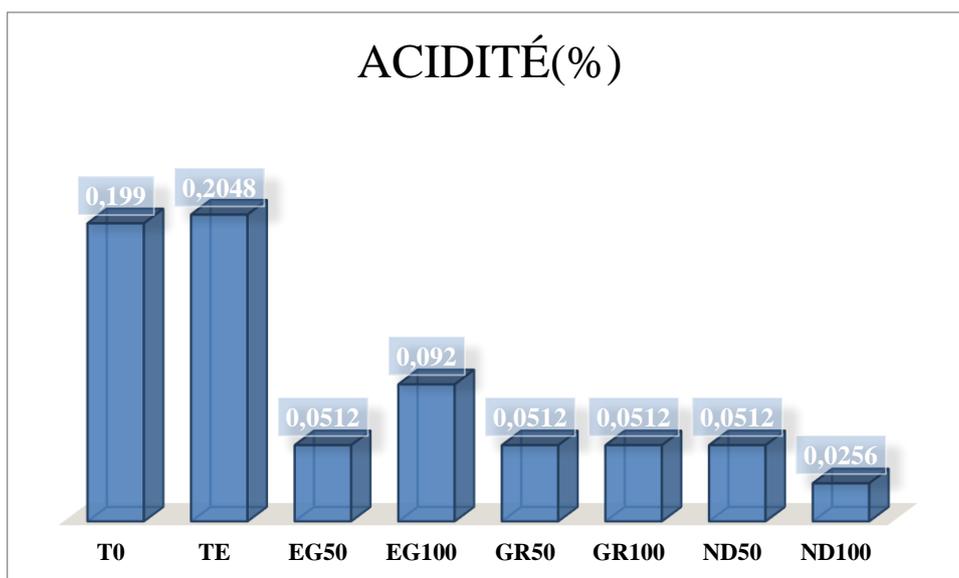


Figure 18 : Evolution de l'indice d'acidité des margarines enrichies

Au vu des résultats obtenus les valeurs d'indice d'acidité obtenues varient de 0.0256% à 0.2048%.

L'acidité des margarines enrichies en GR50, GR100, ND50 et ND100 est la plus faible de toutes les margarines enrichies. Cela suggère que ces extraits phénoliques ont une activité antioxydante particulièrement élevée.

L'acidité des margarines enrichies en EG100 est plus élevée que celle des margarines enrichies en GR et de ND au 2 concentration de 50ppm et 100ppm. Cela suggère que EG 100 a une activité antioxydante moins élevée que les extraits phénoliques de GR et de ND.

L'acidité de la margarine enrichie en vitamine E (TE) est légèrement plus élevée que celle de la margarine témoin (T0). Cela suggère que la vitamine E n'a pas d'effet significatif sur l'acidité de la margarine.

L'acidité caractérise la stabilité d'une huile à la température ambiante, elle permet d'apprécier le degré d'altération par hydrolyse d'une huile (Aïssi *et al.*, 2009) et d'après Karleskind, 1992 un corps gras est à l'abri de l'altération par hydrolyse si son acidité est < 0,2%.

Les résultats obtenus montrent que toutes les margarines analysées ont une acidité acceptable, qui est en dessous de la valeur indiquée par ISO (660) qui est de 0,3%.

Plusieurs facteurs peuvent influencés sur l'acidité du Blend, parmi eux on peut citer l'hydrolyse où les ions H⁺ et OH⁻ peuvent se fixer sur les triglycérides pour libérer les acides gras libres (AGL) provoquant l'augmentation de l'acidité.

6. Indice de peroxyde

Selon Delacharleri, 2008, l'indice de peroxyde permet essentiellement de prévoir le comportement futur d'une matière grasse, puisqu'il mesure la qualité des composés intermédiaires de la réaction d'oxydation; parmi lesquels des molécules volatiles responsables des odeurs indésirables. Comme il est un critère très utile et d'une sensibilité satisfaisante pour apprécier les premières étapes d'une détérioration oxydative (Karleskind et Wolff, 1992).

Les résultats du test effectués sur les huit échantillons sont illustrés dans la figure 19.

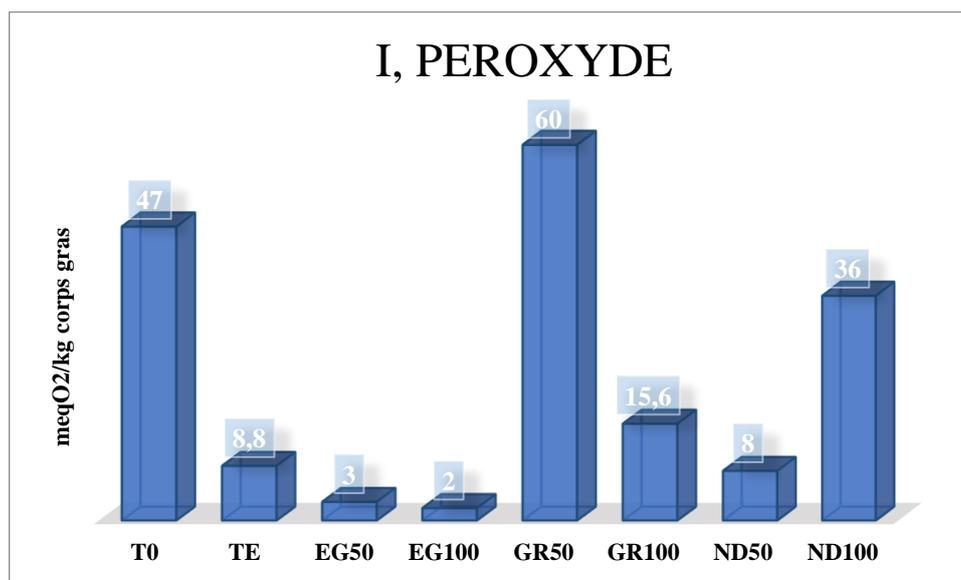


Figure 19: Evolution de l'indice de peroxyde des margarines enrichies

Les résultats de l'indice de peroxyde pour les différents échantillons des margarines enrichies EG50, EG100, GR50, GR100, ND50, ND100 et TE, analysés après une année, montrent des variations significatives dans l'efficacité des antioxydants testés.

La margarine témoin T0, sans aucun ajout, présente un indice de peroxyde de 47 meqO₂/kg du corps gras.

L'ajout de vitamine E réduit cet indice à 8,8 meqO₂/kg du corps gras, démontrant une diminution notable de l'oxydation lipidique, ce qui confirme l'efficacité bien connue de la vitamine E comme antioxydant.

Les EG se montrent particulièrement efficaces, avec des indices de peroxyde de 3 meqO₂/kg du corps à 50 ppm (EG50) et de 2 meqO₂/kg du corps à 100 ppm (EG100), surpassant même la vitamine E. Cette efficacité accrue, bien que légèrement plus marquée à 100 ppm, indique que le EG est un antioxydant extrêmement puissant même après une longue période de stockage.

En revanche, GR50 augmentent l'oxydation, avec un indice de peroxyde de 60 meqO₂/kg du corps et cela peut être due à l'insuffisance d'antioxydant pour retarder l'oxydation tandis qu'à 100 ppm (GR100), ils réduisent cet indice à 15,6 meqO₂/kg du corps, montrant une efficacité qui dépend fortement de la concentration.

Le ND50 réduisent également l'oxydation de manière significative, avec un indice de 8 meqO₂/kg du corps gras. Cependant, à 100 ppm (ND100), l'indice augmente à 36 meqO₂/kg du corps gras, suggérant que des concentrations plus élevées peuvent être contre-productives.

Les valeurs de l'indice de peroxyde pour TE, EG50, EG100, et ND50 sont inférieures à la norme fixée par l'entreprise, qui est de 10 meqO₂/kg de corps gras. Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par Djouab (2007), qui sont également bien inférieurs à la norme de référence de l'auteur, fixée à 5 meqO₂/kg de corps gras. Cela indique que les matières grasses constituant ces margarines n'ont pas subi d'oxydation ni lors du raffinage ni au cours du stockage. En revanche, les valeurs de T0, GR50, GR100, et ND100, qui dépassent cette norme, montrent qu'une oxydation s'est produite

7. Taux de solide par RMN

La courbe de la teneur en solide en fonction de la température permet de prévoir une grande partie de la caractéristique finale du produit fini. Elle constitue un élément important pour la connaissance des propriétés rhéologiques d'un corps gras. Elle aide à prévoir le comportement du produit aux températures usuelles: réfrigération, ambiante, conditionnement, consommation, etc., (Ollé, 2002). Les résultats du taux de solide de la margarine étudiée sont présentés dans la figure 20.

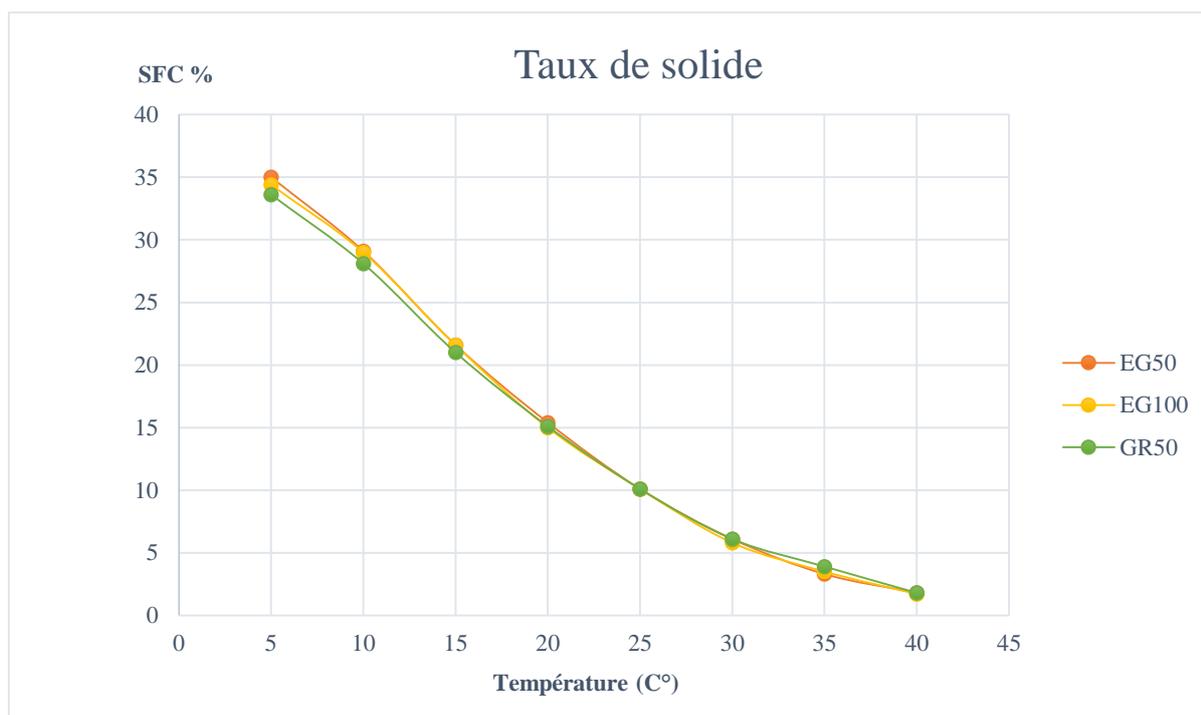


Figure 20 : Taux de solides SFC pour les 3 margarines élaborées

L'information obtenue à partir de cette courbe montre une diminution progressive du SFC % avec l'augmentation de la température en allant de (5°C) vers (40°C), reflétant ainsi la fusion progressive des lipides et leur transition vers un état plus liquide.

Les trois échantillons (EG50, EG100, GR50) présentent des taux de solides similaires, autour de 35 % à 5°C et environ 29 % à 10°C. Cela indique que Ces 3 margarines ont des structures solides comparables à basse température, quelle que soit la source ou la concentration de l'antioxydant (EG et GR).

Les trois margarines EG50, EG100 et GR50 sont crémeuses et faciles à tartiner, car à 37°C, l'indice de SFC est inférieur à 6 %, ce qui permet à la margarine de fondre facilement dans la bouche.

Les résultats obtenus sont conformes aux recommandations de Ribeiro *et al.* (2009), selon lesquelles le SFC des margarines à 10°C ne doit pas dépasser 32 % pour garantir une bonne tartinabilité aux températures de réfrigération (4°C -6°C).

8. Résistance à l'oxydation accélérée d'après le test Rancimat

Parmi les problèmes trouvés dans l'agroalimentaire, l'oxydation lipidique des aliments est notée. Elle réduit la durée de conservation du produit, induit sa fonctionnalité et sa qualité nutritionnelle. La mesure de la stabilité oxydative peut être évaluée par les méthodes

d'accélération de l'oxydation et l'une de ces méthodes est le test Rancimat. Ce test peut prédire la stabilité oxydative de l'huile et ainsi sa durée de conservation (Hidalgo *et al.*, 2006).

Pour cela, un échantillon de margarine incorporé avec ND50 est soumis à un test d'oxydation accéléré à l'aide d'un appareil Rancimat Metrohm 743.

Le résultat de l'analyse de cet échantillon un an après est présenté sous forme de graphique représentant le temps d'induction en fonction de la conductivité, comme illustré à la figure 21.

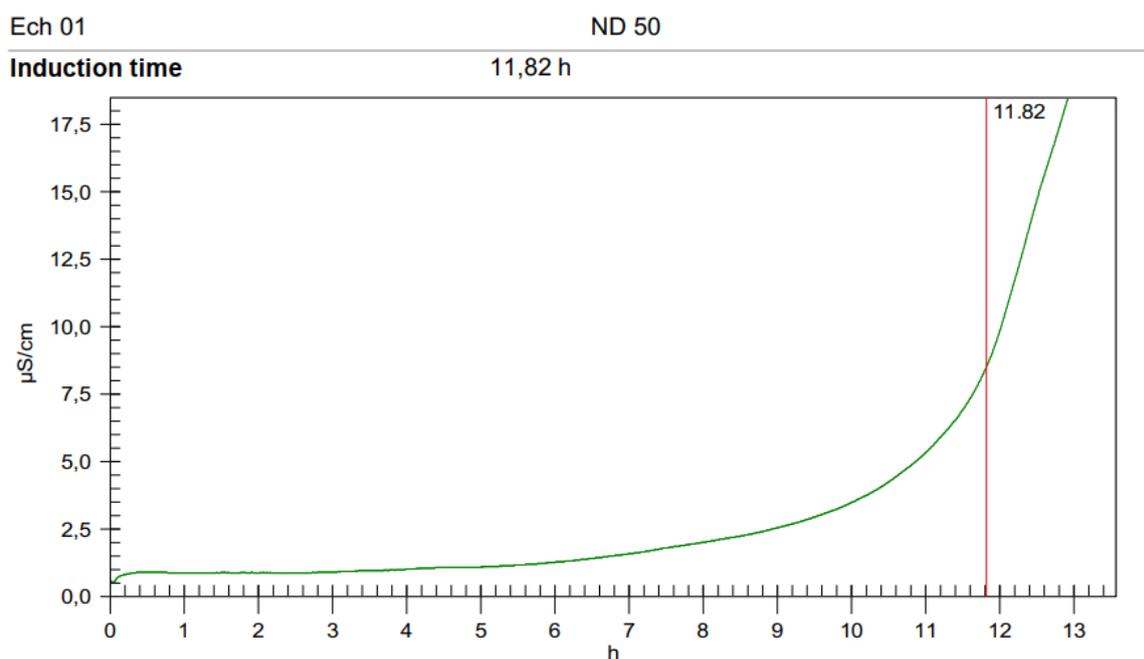


Figure 21: Temps d'induction exprimés en (h) de l'échantillon ND 50.

Le résultat est présenté sous forme de graphe représentant le temps d'induction en fonction de la conductivité.

Le graphique du test de Rancimat montre les résultats de la stabilité oxydative d'une margarine enrichie en ND50. La courbe de conductivité, mesurée en microsiemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$), reste relativement stable jusqu'à environ 11,82 heures, moment auquel elle monte abruptement, indiquant le début rapide de l'oxydation des lipides. Ce temps d'induction de 11,82 heures témoigne d'une bonne stabilité oxydative, suggérant que les composés phénoliques extraits des ND sont efficaces pour retarder l'oxydation même après une longue durée (un an).

Ces résultats sont en accord avec ceux de recherches antérieures, telles que celles de Mansouri *et al.* (2014) et Bouaziz *et al.* (2008), qui ont également trouvé des temps d'induction

similaires pour des margarines enrichies avec des extraits de ND, démontrant la viabilité de ces composés comme antioxydants naturels dans l'industrie alimentaire.

Conclusion

Dans le domaine de la recherche sur les margarines, une attention particulière s'est portée sur l'utilisation d'antioxydants naturels extraits des fruits et légumes et de leurs sous-produits. Principalement, les composés phénoliques, considérés comme des composés à fort potentiel antioxydant, souvent utilisés pour améliorer la stabilité et la qualité des produits alimentaires (Smith et al., 2020; Brown et Green, 2019).

Dans la présente étude, nous visons à évaluer les propriétés physico-chimiques de margarines enrichies en extraits d'antioxydants provenant de quelques sous-produits, tels que GR50, GR100, ND50, ND100, EG50 et EG100. Nous mettons en lumière leurs effets sur les paramètres physico-chimiques des margarines après leurs conservations dans des conditions de réfrigération à 4-6°C, sur une période d'un an.

Les résultats des analyses physico-chimiques (teneur en eau, point de fusion, taux de sel, taux de solide, test de rancimat, pH et acidité) indiquent globalement une conformité satisfaisante pour tous les échantillons testés après un an, à l'exception de l'indice peroxyde qui dépasse les normes dans GR50, GR 100, ND 100 et T0.

La teneur en eau pour toutes les margarines enrichies (EG50, EG100, ND50, ND100, GR50, GR100 et TE) est inférieure à celle de la margarine témoin T0, respectant ainsi les normes ISO, assurant une meilleure gestion de l'humidité, essentielle pour la stabilité et la texture du produit. Le point de fusion de GR50 est également conforme aux normes garantissant une bonne tartinabilité à température ambiante et une fusion agréable en bouche, ce qui est crucial pour l'acceptabilité sensorielle des consommateurs.

Les taux de sel des 8 échantillons, variant de 0.362% à 0.494%, respectent les normes établies, assurant une bonne sapidité et une fonction conservatrice importante pour la durée de vie du produit.

Les taux de solides par RMN des trois margarines EG50, EG100 et GR50 révèlent que les margarines enrichies en écorces de grenade et en grains de raisin maintiennent une bonne structure solide à basse température, ce qui est crucial pour la tartinabilité et l'utilisation culinaire.

Le test de résistance à l'oxydation (test de rancimat) démontre une excellente stabilité pour la margarine enrichie en composés phénoliques de noyaux de datte a 50ppm (ND50), ce qui confirme que non seulement prolonge la durée de conservation du produit mais aussi assure une meilleure qualité organoleptique (gout, odeur et texture) sur le long terme.

Les valeurs de pH de EG50, EG100, ND50, ND100, GR50 et GR100, oscillant entre 4.46 et 5.6, respectent les exigences de l'entreprise CEVITAL, et démontrant que les antioxydants naturels extraits d'écorces de grenade, de noyaux de datte et de grains de raisin utilisés n'ont pas altéré l'acidité du produit même si après une année de leurs incorporations. Cette stabilité du pH est cruciale pour la conservation et la stabilité microbiologique des margarines.

L'indice de peroxyde, indicateur clé de l'oxydation lipidique, montre une réduction notable de l'oxydation avec TE, ND50 et surtout avec EG50 et EG100. En revanche, les margarines T0, GR50, GR100 et ND100 ont subi une oxydation lipidique significative, dépassant les normes de qualité fixées par l'entreprise. Ces résultats soulignent l'efficacité supérieure des écorces de grenade en tant qu'antioxydants naturels par rapport aux autres 2 déchets de fruits testés, et indiquent l'importance de sélectionner les bonnes concentrations appropriées pour améliorer la stabilité oxydative des margarines.

L'acidité, un autre indicateur clé de la qualité des margarines montre que toutes les margarines analysées (TE, ND50, EG50, EG100, T0, GR50, GR100 et ND100) ont une acidité acceptable qui respecte toutes les normes de qualité fixées par l'entreprise. Cela confirme une stabilité adéquate du niveau d'acidité pour l'ensemble des margarines étudiées.

En conclusion, l'incorporation d'antioxydants naturels dans les margarines améliore significativement leur qualité physico-chimique et leur stabilité oxydative après un an de stockage. Ces margarines enrichies offrent des avantages considérables pour l'industrie alimentaire en fournissant des produits plus stables, potentiellement plus sains et répondant aux attentes croissantes des consommateurs en matière de santé et de durabilité. Toutefois, il est essentiel d'optimiser les dosages pour éviter les effets contre-productifs et maximiser les bénéfices des antioxydants naturels. Des études à plus long terme sont nécessaires pour évaluer les effets des antioxydants naturels sur la qualité des margarines au-delà d'une année de stockage, afin d'assurer une durabilité accrue du produit. De plus, tester l'incorporation d'antioxydants naturels dans d'autres types de produits alimentaires pourrait évaluer leur efficacité et leur potentiel bénéfique sur une gamme plus large de produits. Il est également crucial de développer des campagnes de sensibilisation pour informer les consommateurs sur les avantages des margarines enrichies en antioxydants naturels, mettant en avant les aspects de santé et de durabilité. Travailler en collaboration avec les organismes de normalisation et de réglementation pour établir des directives spécifiques concernant l'utilisation d'antioxydants naturels dans les produits alimentaires assurera leur sécurité et leur efficacité. Enfin, investir dans la recherche et le développement pour créer de nouvelles formulations de margarines et autres produits enrichis en antioxydants naturels répondra aux tendances actuelles vers des

aliments plus fonctionnels et nutritifs. Ces résultats prometteurs ouvrent la voie à de nouvelles formulations de produits enrichis alignées avec les tendances actuelles vers des aliments plus fonctionnels et nutritifs.

A red scroll graphic with a white border, containing the text 'PARTIE V' and 'RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUE' in black, bold, serif font. The scroll is unrolled in the center, with the ends of the scroll visible on the left and right sides.

PARTIE V
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUE

A

- **Al-Turki S.M.(2008)**. Antioxidant proprieties of Date Palm (Phoenix dactylifera L.) cultivars Département of Horticulture and landscape architecture I.S.O.9 07 La forme de la norme française, pour l'humidité.
- **A. Mekhoukhe**, Mémoire de Magister, Etude de certaines activités biologiques des composés phénoliques extraits de cinq plantes médicinales de la région de Bejaia, Université de Bejaia, 2008, p 39
- **Aïssi V., Soumanou M., Tchobo F et Kiki D. (2009)**. Etude comparative de la qualité des huiles végétales alimentaires raffinées en usage au Bénin. Bulletin d'Informations de la Société Ouest Africaine de Chimie, 6:25-37
- **Ahmed S., Wang N., Hafeez B. B., Cheruvu V. K. et Haqqi T. M. (2005)**. Punica granatum L. extract inhib-its IL-1beta-induced expression of matrix metalloproteinases by inhibiting the activation of MAP kinases and NF-kappaB in human chondrocytes in vitro. J of Nutrition, 135: 2096–2102
- **Al-Faris N, A., Jozaa Z,T., Ali AlGhamdi F., Albaridi N., Alzaheb R., Aljabryn D, Aljahani A. & AlMousa L. (2021)**. « Total Phenolic Content in Ripe Date Fruits (Phoenix Dactylifera L.): A Systematic Review and Meta-Analysis ». Saudi Journal of Biological Sciences 28 (6): 3566-77.
- **Ali K., Maltese F., Choi Y. H., et Verpoorte R.** « Metabolic constituents of grapevine and grape-derived products », Phytochem. Rev., vol. 9, no 3, p. 357-378, sept. 2010
- **Ambigaipalan, Priyatharini. & Fereidoon Shahidi. (2015)**. « Date Seed Flour and Hydrolysates Affect Physicochemical Properties of Muffin ». Food Bioscience 12 (décembre): 54-60
- **Afifi H, Hashim I, Altubji S,2017**. Optimizing extraction conditions of crude fiber, phenolic compound, flavonoids and antioxidant activity of date seed powder. Food Sci Technol. 4149 - 4161.

- **Al-Farsi M, Lee C.,2008.** Nutritional and functional properties of dates: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*.877-887.
- **Al-Farsi A.M., Lee C.Y., 2008.** Optimization of phenolics and dietary fibre extraction from date seeds.*Food Chemistry*, vol.108, pp. 977-985.

Abdelwahab, A., et al. (2016). Antioxidant and hepatoprotective effects of propyl gallate in cadmium-exposed rats. *Journal of Trace Elements and Biomedical Research*, 24(4), 416-423

- **APFELBAUM M., ROMON M., DUBUS M,** Diététique et nutrition, 7e Edition, Edition Masson, 2009
- **AOF., 1999.** From oilseed to a spread: The Natural story of margarine. Teaching manual. Australian Oilseeds Federation (AOF), and the Australian Oilseed Products Group
- **Ahmade M. et Clyde S. (2002).**Les matières grasses destinées aux produits de boulangerie. ASA Américain Soybeau association
- **Anonyme9:** <https://www.pharmacorama.com/pharmacologie/medicamentsvitamines/vitane-e-tocopherol/>.
- **ALAIS C, LINDING :** « Biochimie alimentaire. 3ème édition révisée et complétée » Edition MASSON.1994.

B

- **Belitz, H.-D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2009).** Margarine. In *Food Chemistry* (4th ed., pp.1077-1084). Springer
- **Blanc M. (1992).** Analyse des tourteaux oléagineux. In « Karleskind ». Manuel des corps gras Tome 2. Ed. Tec et doc. Lavoisier, paris. Pp : 1332-1341.

- **Basu A, Penugonda K.2009.** Pomegranate juice: a heart-healthy fruit juice. Nutr Rev.67(1):49-56.
- **Bruneton J. (2009).** Pharmacognosie-Phytochimie, plantes médicinales. 4ème édition. Paris: Edition Tec et Doc. Edition médicales internationales 1292 p.
- **Boudechiche, L., Araba, A., Tahar, A., Ouzrout, R., 2009.** Etude de la composition chimique des noyaux de dattes en vue d'une incorporation en alimentation animale. Institut d'Agronomie Centre Universitaire d'El Tarf.
- **Ben Abbes F. 2011.** Etude de quelques propriétés chimiques et biologiques d'extraits de dattes « Phoenix dactylifera L. ». Thèse de Magistère, Université Ferhat Abbas, Sétif, 68pages
- **Belguedj M., 2001.** Caractéristiques des cultivars de dattes dans les palmeraies du Sud- Est Algérien. Revue annuelle.Vol. 11. INRAA. Al-Harrach. Alger. 289pages.
- **Barreveld W H., 1993.**Date Palm Products. Agricultural Services Bulletin, N° 101, FAO, Rome, 39p.
- **Barorun,T.,Gressier,B.,Troin,F.,Brunet,C.,Dine,T.,Luyckx,M.,Vasseur,J.,Czin,M.,Can, J.C.,Pinkas ,M..1996.**Oxygène species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations Arzneimittle Forshing.46(11),1086-1089.
- **Berset.C., 2006 .** Polyphénols en Agroalimentaires ,antioxydant phénoliques, Ed. TEC & DOC, Lavoisier, paris, pp 265-289.
- **Boskou, D. (1996).** Margarines. Bailey's industrial oil and fat products, 4, 137-223.
-
- **Belitz, H-D., Grosch W. et Schieberle P., 2004.** Lipids. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany, ISBN: 3-540-40818-5. Food chemistry, pp. 164-165.

C

- **Claude, L., 2013.** Nature et source des lipides, In : Claude, L. Les lipides et nutrition et santé. Lavoisier, pp. 34-36.
- **C. S. Yang et al. (2011) : Procyanidins: Natural polyphenolics with anti-inflammatory and neuroprotective properties".**
- **Calin, S.A., et Carboneli, B.A.A. 2005.** La grenade cultivées en Espagne Punicalagine antioxydante du jus de grenade et de l'extrait de grenade dans les l'aliment fonctionnelle du fruit. Livre. Natural ontioxydant granatum, université Miguel Hernandez (EDS), Murcia Espagne, 77p.
- **Cadot, J., et al. (2006).** Changes in grape seed color during development and ripening. Journal of Experimental Botany, 57(13), 3659-3669.**
- **Cabanis, J. C., Cabanis, M. T., Cheynier, V., Teissedre, P. L. (1998)** Caractérisation de la matière première et des produits élaborés. Dans : Œnologie : fondements scientifiques et technologiques. Eds Flanzly, C., Lavoisier, Tec & Doc, Paris, pp 291-336
- **Chaira N, Ferchichi A, Mrabet A, Sghairoun M ,2007.** Chemical Composition of the Flesh and the Pits of Date Palm Fruit and Radical Scavenging Activity of Their extracts. Pakistan Journal of Biological Sciences. 10: 2202 – 2207.
- **Chaira N., Ferchichi A., Mrabet A., Sghairoun M., 2007.**Chemical Composition of the Flesh and the Pit of Date Palm Fruit and Radical Scavenging Activity of Their Extracts. Pakistan Journal of Biological Sciences.2202-2207p.
- **Chaira, N., Ferchichi, A., Mrabet, A., & Sghairoun, M. (2007).** Chemical Composition of the Flesh and the Pit of Date Palm Fruit and Radical Scavenging Activity of Their Extracts. Pakistan Journal of Biological Sciences
- **Christopher G.J., Baker M.D. et Ranken R.C. (2012).** Kill food industries manual. Blakie Academic & Professional

- **Cheftel J-C. et Cheftel H. (1977).** Les principaux systèmes biochimiques alimentaires-comportement au cours des traitements. In « Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments ». Tec et Doc-Lavoisier, Paris.1 : 254-255, 264. ISBN: 285206-827-3. P: 254-257
- **Charles, A., Guy, L., et Laurent, M., 2003.**Corps gras, biochimie alimentaire 5eme édition de l'abrégé. DUNOD, pp. 224-226.
- **Champtier G, 1956 :** Les industries des corps gras. Lavoisier. F. 75008. Paris. pp283-288.
- **Cheftel, J-C et Cheftel, H., 1977.** Les principaux systèmes biochimiques alimentaires-comportement au cours des traitements. In «Introduction à la Biochimie et à la technologie des aliments». Tec et Doc-Lavoisier, Paris, ISBN : 2-85206-827-3, pp. 254- 264.
- **Carr R et Vaisey-genser M. (2003).** Margarine method of Manufacture. In “Encyclopedia of food sciences and nutrition». Caballero B (Ed.). Academic press.pp 3709-3714
- **Cansell, M., Leal Calderon, F., El Moueffak, H et Orliac, S., 2007.** Etude bibliographique. In«Etude de la cristallisation de la matière grasse laitière anhydre : influence de l'émulsification et de la pascalisation». 9 p
- **Clement DJ et Decker EA. (2000).** Lipid oxidation in oil-in water emulsions, impact of moleclar environment of chimical reactions in heterogeneous food systems. In : Journal of Food Sciences. Pp : 1270-1281.
- **Chougui N., Djerroud N., Naraoui F., Hadjal S., Khellaf A., Zeroual B. et Larbat R. Owen, P. L., Johns, T. (1999).** Xanthine oxidase inhibitory activity of northeastern North American plant remedies used for gout. Journal of ethnopharmacology, 64(2): 149-16.

D

- **Delacharlerie S., Debiourge S., Chene C., Sindic M. et Deroanne C. (2008).** HACCP Organoleptique guide pratique. Passage des déportés-B-5030 Gembloux (Belgique). pp : 32-33.

- **Demelin E., 2012** « Le raisin et ses applications thérapeutiques », Thèse d'exercice, Université de Limoges. Faculté de médecine et de pharmacie, France,
- **Daddi Oubekka L, Djelali N, Chambat G, Rinaudo M, 2017.** Extraction de polysaccharides pariétaux des noyaux de dattes, variétésghars. Université M'hamed Bougara Boumerdes, Algérie. 98-113.
- **Djerbi M., 1994.** Précis de phoeniciculture. FAO, 192 p
- **Darleen a., Demson R., Sexton M., Gorman . , Reid J.S.G., 1985.** Structure and biockhimistry of Endosperm Breakdown in Date Palm(phoenix dactylifera L.)Seeds.Protoplasma.126:159-167.
- **Djerbi M., (1994)-** Précis de phoeniciculteurs. FAO, 192 p.
- **Djerbi M., 1994.** Précis de phoeniciculture. F.A.O. Rome, 192 p
- **Dupin H ., Cuq J.L., Maleviak M.I., Leynaud-Rouaud C. et Berthier A., 1992.** Alimentation et nutrition humaine. Edition : ESF, Paris.
- **Dupin H, (1992),** Alimentation et nutrition humaine. Ed: Esf éditeur, pp: 899-907
- **Dakimo1, 2018** Fiche technique Huile de palme brute
- **Djouab, A., 2007.** Préparation et incorporation dans la margarine d'un extrait de dattes des variétés sèches. Université de M'hamedBougara - Boumerdes. Algérie. Mémoire de Magister en Génie Alimentaire
-
- **Davidson, A. (2014).** Margarine. In T. Earle (Ed.), The Oxford Companion to Food (3rd ed.). Oxford, UK : Oxford University Press.
- **Djouab A. (2007).** Préparation et incorporation dans la margarine d'un extrait de dattes des variétés sèches. Université de M'hamed Bougara - Boumerdes. Algérie. Mémoire de Magister en Génie Alimentaire.

E

- **Etournaud, A., Aubort, J-D., Auderset, P., Buxtorf, U-P et al., 1992.** Colorants pour
- **Espiard E., (2002)-** Introduction à la transformation industrielle des fruits. Ed. Tech et Doc-Lavoisier, 360 p
- **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. These Doctorat, Université de Nantes, France, 277.

F

- **Fazzalari FA., 1978.** Odor and taste threshold values data. Philadelphia: American society for testing and materials, pp. 109-120.
- **François R. (1974).** Margarine. In «Les industries des corps gras». Tec et DocLavoisier, Paris. pp: 290-291.
- **Faur-L. (1992).** Technologie des margarines. In « karleskind ».Manuel des corps gras Tome II. Edition Tec et Doc Lavoisier. Paris .P 932-988.
- **Frasch-Melnik S., Norton I.T. et Spyropoulos F. (2010).** Fat crystal- stabilised w/o emulsions for controlled 1 salt release. Journal of Food Engineering. pp: 1-14
- **Frankel, E. N. (1998).** Lipid Oxidation. Oily Press.
- **François, R., 1974.** Huilerie. In «Les industries des corps gras». Tec et Doc-Lavoisier, Paris,
- **François, R., 1974.** Margarine. In «Les industries des corps gras». Tec et Doc-Lavoisier
- **Faur L.,1992.** Manuel des corps gras, Transformation des corps gras à des fins alimentaires. Ed. TEC et DOC, Lavoisier, Paris. pp. 938- 984. ISBN : 2-85206-662-9

- **Faur L. (1992).** Transformation des corps gras à des fins alimentaires. In «Manuel des corps gras». Tec et Doc-Lavoisier, Paris. 2. pp: 938, 948, 950, 954, 957-961, 980, 984. ISBN: 2-85206-662-9.
- **François R. (1974).** Margarine. In «Les industries des corps gras». Tec et DocLavoisier, Paris. pp: 290-291
- **Frankel, E. N. (1998).** Lipid Oxidation. Oily Press, Dundee, Scotland. p. 25.

G

- **Gunstone, Frank D. (2008).** The lipid handbook. CRC press.
- **Gunstone, F. D. (2011).** Vegetable oils in food technology: composition, properties and uses. John Wiley & Sons.
- **Gagnon C. (2008).** Le grenadier persan et son fruit champion. Ed: estate of Oziasn Leduc /SODRAC
- **Garavaglia J., Markoski M.M., Oliveira A. and Marcadenti A. (2016).** Grape Seed Oil Compounds: Biological and Chemical Actions for Health. Nutrition and Metabolic Insights, 9: 59–64.
- **Gunstone Fo., Norris Fa., 1983.** In: lipids in Food-Chemistry. Biochemistry and Technology, Pergamon Press, 161- 165.
- **German J.B. and Kinsella J.E., 1985.** Lipid oxidation in fish tissue. Enzymatic initiation via lipoxxygenase. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 33, 680-683.

H

- **Hidalgo F.J., Leon M.M. Et Zamora R., 2006.** Antioxidative Activity of Amino Phospholipids and Phospholipid/Amino Acid Mixtures in Edible O
- **H .Beddiar,** Mémoire de Master, Etude de « Juniperus phoenicea L »de la région de Tébessa : Compositions chimique, activités antioxydants et activités microbiologiques, Université de Tébessa, 2016, p 13 -14- 26-27

- **Hui, Y. H., Guo, M., & Gaba, R. (2006).** Handbook of food science, technology, and engineering (Vol. 4). CRC press
- **Hames.B.D** , L'essentiel en biochimie .(Ed)BERTI.Paris,2000.
- **HYDROXYTOLUENE BUTYLE**, fiche de sécurité du Programme International sur la Sécurité des Substances Chimiques, consultée le 9 mai 2009
- **Hultin H.O., 1994.** Oxidation of lipids in seafoods. In Seafoods: Chemistry, Processing Technology and Quality. Shahidi F. and Botta J.R. (Eds), Blackie Academic & Professional, New York, 49-74.
- **Hultin H.O., 1992.** Lipid Oxydation in Fish Muscle. In: Advances in seafood in biological systems. Food Science and Nutrition,25,317.
- **Himed, L., 2011.** Evaluation de l'activité antioxydant des huiles essentielles de citrus limon : applications à la margarine, faculté des sciences alimentaires. Institue INATTA, Université de Constantine. Mémoire de magister.
- **Hoellinger, H., 2002.** Introduction. In «Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agroalimentaires». Lavoisier, Paris, pp. 1-21.
- **hitehurst, R. J. (2004).** Mono- and Diglycerides. In Emulsifiers in Food Technology (pp. 40-58)
- **Himed L. (2011).** Evaluation de l'activité antioxydante des huiles essentielles de Citrus Limon : application à la margarine.Memoire de magister. Université MentouriConstantine.
-
- **Himed L et Barkat M. (2014).**Elaboration d'une nouvelle additionnée des huilesessentielles de citrus limon :Oilseds and fats. Corps and lipides, 21(1): 102.
- Horticultural Sciences Département, Florida Institue of Food and Agicultural Science, University of Florida.

- **Hmid I., 2013.** Contribution à la valorisation alimentaire de la grenade marocaine (*Punica granatum*): caractérisation physicochimique, biochimique et stabilité de leur jus frais. Thèse de Doctorat. Maroc. 180 pages.
- **Hmid, I. 2014.** Contribution à la valorisation alimentaire de la Grenade marocaine (*Punica granatum*) : caractérisation physicochimique, biochimique et stabilité de leurs jus vrais. Food and nutrition, archives ouvertes de l'université d'Anger

J

- **Jean,J.M., ,Annie F., Pascale S.M.,2006.**les polyphénols en agroalimentaires ,pp1-26
- **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 *Pseudomonas* Phage. General Authority for Health Services for the Emirate of Abu Dhabi.
- **Jacotot B., Campillo B., Bresson J-L., Corcos M., Hankard R., Jeammet P. et Peres G., (2003).** Nutrition humaine, le panorama de la discipline, cas clinique commentés. Edition: Masson, Paris.
- **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 *Pseudomonas* Phage. General Authority for Health Services for the Emirate of Abu Dhabi *Journal of Ethnopharmacology*, vol.98, pp. 313- 317.
- **Jacotot B. et Campillo B., (2003).** Nutrition humaine, édition Elsevier Masson. ISBN : 2-29400-9886, p: 311.
- **Jean k. ; François M. ;(Novembre 2008).** Journal nourrir les hommes. De Mège -Mouriès aux margarines aujourd'hui, p :6

K

- **Kohen R .et Nyska A., 2002.** Oxidation of biological systems: oxidative stress phenomena, antioxidants, redox reactions and methods for their quantification. *Toxicologic Pathology* (30), pp. 620-650.
- **Karleskind, A... 1992** : Manuel des corps gras. Ed. Tec et Doc., Lavoisier, Paris
- **Kreutzweiser, E. (2012, Mars 6).** Margarine. *Encyclopædia Universalis*.
- **Karleskind, A... 1992** : Manuel des corps gras. Ed. Tec et Doc., Lavoisier, Paris
- **Karleskind A. et Wolff J. P. (1992).** Manuel des corps gras. Ed: Tech et Doc. 1579p.

L

- **L'Express. (s.d.).** Vin rouge, vin blanc : manuel d'instruction 1er mars 2023
- **Lecheb F.,2010.** Extraction et caractérisation phyco-chimique et biologique de la matière grasse du noyau des dattes : essai d'incorporation dans une crème cosmétique de soin.Thèse Magister, Université M'HAMED BOUGARA, Boumerdès. 114 p.
- **Lehucher-Michel M.P., Lesgards J.F., Delubac O., Stocker P., Durand P. et Prost M., 2001.** Stress oxydant et pathologies humaines. *La Presse mÉdicale* (30), pp . 1076-1081.
- **López-Bohón, M. G., et al. (2013).** Antioxidant and antimicrobial activities of essential oils and synthetic antioxidants in fresh beef. *Meat Science*, 84(1), 172-180.
- **Lisu Wang1 , Jui-Hung Yen 1,Hsiao-Ling Liang3 and Ming-Jiuan Wu 1.**Antioxidant Effect of Methanol Extracts from Lotus Plumule and Blossom (*Nelumbo nucifera* Gertn.).*Journal of Food and Drug Analysis*, Vol.11, No.1, 2003, p60-66 2002)
- **Laventurier M. (2013).** Impact des formulations de margarines sur le procès en boulangerie et pâtisserie artisanales et industrielles. *Journal fonctionnalité des huiles*.
-

M

- **M. Zohra**, Thèse de Doctorat, Etude Phytochimique et Activités Biologiques de quelques Plantes médicinales de la Région Nord et Sud-Ouest de l'Algérie, Université de Tlemcen, 2013, p 24-25
- **Miroslav B. (2005)**. Ingredients for margarine and spreads. Application Specialist DANISCOA/S.
- **Moustafa A. (1995)**. Consumer and industrial margarine. In: "Practical hand book of soybean processing and utilization". David R.E. (Ed). AOCS PRESS. pp. 339-362.
- **Miskandar S, Yaakob M, Mohdsuria AY et Russly AR. (2005)**. Quality of margarine: Fats selection and processing parameters. Ed : Asia Pac J Clin Nutr ; 4(4). P : 387-395.
- **Morin O.(2013)**. Functional approach to the use of palm oil – Labelling regulatory evolution.oilseeds and fats, crops and lipids, 20 (3) : 143-146
- **Mohd N. S. Arshad et al. (2017)**. Palm oil and its fractions: Chemistry and technology. In: Edible Oils and Fats (pp. 161-234). Springer, Cham.
- **Marina, A. M., Che Man, Y. B., & Amin, I. (2009)**. Virgin coconut oil: emerging functional food oil. Trends in Food Science & Technology, 20(10), 481-487.
- **Morton J. (1987)**. Pomegranate. In: Fruits of warm climates. Miami, Florida. p. 352–355.
- **M. D'Angelo et al. (2023)** Proanthocyanidins: Impact on Gut Microbiota and Intestinal Action Mechanisms in the Prevention and Treatment of Metabolic Syndrome" Page 6-7
- **Maier T., Schieber A., Kammerer D.R. and Carle R. (2009)**. Residues of grape (*Vitis vinifera* L.) seed oil production as a valuable source of phenolic antioxidants. Food Chemistry, 112(3): 551–559.

N

- **N .Boussetta**, Thèse de Doctorat, Intensification de l'extraction des polyphénols par électrotechnologies pour la valorisation des marcs de champagne, Université de Technologie Compiègne ,2010, 13-14- 34-35-36-37-38
- **Nevin, K. G., & Rajamohan, T. (2004)**. Beneficial effects of virgin coconut oil on lipid parameters and in vitro LDL oxidation. *Clinical biochemistry*, 37(9), 830-835.
- **National Center for Biotechnology Information**. (n.d.). Compound Display 34712.acide gallique
- **Naudet M., (1992)**. Principaux constituants chimiques des corps gras. In «Manuel des corps gras». Tec et Doc-Lavoisier, Paris. 1: 88-92. ISBN: 2-86206-662-9.

O

- **O 'Brien R.D.:(2009)**. Fats and oils: formulating and processing for applications. Ed: CRC Press, Taylor et Francis Group, Boca Raton LondonNewYork.P744.
- **OllÈ M., 2002**. Analyse des corps gras. In. << Techniques de l'ingénieur >>, traité de Génie des procédés. 325 -2.

P

- **Prost M., 2001**. Stress oxydant et pathologies humaines. *La Presse médicale* (30), pp . 1076-1081
- **Przybylski, R., & Daun, H. (2009)**. Sunflower oil. In: *Bailey's industrial oil and fat products* (pp. 423-460). John Wiley & Sons, Inc.
- **Przybylski, R., Mag, T., Eskin, N. A. M., & McDonald, B. E. (2005)**. Canola oil. *Bailey's industrial oil and fat products*.
- **Prior E., 2003**. Usage des corps gras alimentaires dans les différents secteurs de la technologie alimentaire. In. 'Lipides et corps gras alimentaires' ^a. Graille J.1ere édition pp. 87-147.
- **Pagès-Xatara-Parès.; (2008)**. Quality of margarine: fats selection and processing parameters Malaysian palm oil board; university putramalaysia, Malaysia 14 (4):387-395

R

- **Rahman M.S, Kasapis S, Al-Kharusi N.S.Z, Al-Marhubi I.M, Khan A.J. (2007).** Composition characterisation and thermal transition of date pits powders. Journal of Food Engineering, vol.80, pp.1– 10.
- **Ribeiro A., Grimaldi R., Gioiel L. et Goncalves L. (2009).** Zero trans fats from soybean oil and fully hydrogenated soybean oil: Physico-chemical properties and food applications. Food Research International , 42(3): 401-410.
- **Rocío Redondo-C et al (2020)** Beneficial Properties of Green Tea Catechins page 3
- **Rombaut N. (2013).** Etude comparative de trois procédés d'extraction d'huile : aspects qualitatifs et quantitatifs : application aux graines de lin et aux pépins de raisin. Thèse de doctorat, Université de technologie de Compiègne, Compiègne, France
- **Rahman M.S, Kasapis S, Al-Kharusi N.S.Z, Al-Marhubi I.M, Khan A.J, 2007.** Composition characterisation and thermal transition of date pits powders. Journal of Food Engineering, vol.80, pp.1– 10.
- **Roberfroid M., 2002.** Aliments Fonctionnels. Edition: Lavoisier, Paris, 475p
- **Roger F., (1974).** Les industries des corps gras, édition : Tec et Doc-Lavoisier, Paris. ISBN : 2-88020-00, p: 55-292.

S

- **S. Soni, V. Lambole, D. Modi, B. Shah,** Phytopharmacologie of Punica Granatum linn. – a review, pharma science monitor, 3 : 2222-2245, 2012
- **Solado, U. R., et al. (2015).** Soybeans and soy products: Overview and main industrial applications. In: Handbook of food bioengineering (pp. 301-339). Elsevier.

- **Seeram N. P., Zhang Y., Reed J. D., Krueger C. G. et Vaya J. (2006).** Pomegranate Phytochemicals. In : Pomegranates Ancient Roots to Modern Medicine. Seeram N. P., Risa N. S., Heber D. Medicine CRC Press Taylor & Francis Group Medicinal and aromatic plants— industrial profiles, 263p, ISBN : 0-8493-9812-6.
- **Souci S.W., Fachman W. et Krant H. (1994).** Pomegranate. In : Food composition and nutrition tables. 5 ème ed., CRC Press, London, 1088 p. ISBN : 0-8493-7550-9.
- **Seeram NP, Lee R, Heber D.2004.** Bioavailability of ellagic acid in human plasma after consumption of ellagitannins from pomegranate (*Punica granatum L.*) juice. Clin Chim Acta;348(1-2):63-8.
- **Spichiger R.-E., Savolainen V. V., Fig M. et Jeanmonod D. (2002).** Botanique systèmique des plantes à fleurs : une approche phylogénétique nouvelle des Angiospermes des régions tempérées et tropicales. 2ème éd., Presse Polytechniques et universitaires, Lausanne, p : 286-287. ISBN : 2-88074-502-0.
- **Shi, J., et al. (2003).** Effects of light intensity and temperature on phenolic compounds in grape seeds. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51(22), 6767-6773.**
- **Scalbert,A.et Williamson,G.,2000.**Chocolate:Modern Science Investigates an ancient Medecine Dietary Intake and Bioavailability of polyphenols.Journal of Nutrition,130,2073-2085.
- **Schuler. P,** Naturel antioxidants exploited commercially.food antioxidants, hudsanB.J.F (éd), elsévier.amsterdam, 99-170, 1990.Szent-Gyorgyi 1928)
- **Svoboda K.P. etHampson J.B., 1999.** Bioactivity of essential oils of selected temperate aromatic plants: antibacterial, antioxidants, anti-inflammatory and other related pharmacological activities. Plant biology department, SAC Auchincruive, Ayr, Scotland, U.K., KA6 5HW.
- **Savini, M. L., et al. (2018).** Role of TBHQ (2-tert-butylhydroquinone) in preventing oxidative stress and neurodegeneration. ACS Chemical Neuroscience, 9(7), 879-888.

- **Sanogo T., Reynal B., 2006** .les polyphénols en agroalimentaire ,aspects législatifs .Ed.TEC & DOC, Lavoisier paris, pp 341-359
- **Smith, E. B., & Jensen, H. B. (1980)**. Autoxidation. **In** Encyclopedia of Polymer Science and Technology (pp. 475-541). John Wiley & Sons.
- **Smith, E. B., & Jensen, H. B. (1980)**. Autoxidation. **In** Encyclopedia of Polymer Science and Technology (pp. 475-541). John Wiley & Sons.
- **Saillard, M. (2010)**. Margarines et matières grasses tartinables. Cahiers de nutrition et de diététique 45, 274-280.
- **Siscovick D-S. Raghunathan T. et King I., (2000)**. L'intact des acides gras polyinsaturés n3 à longue chaîne et le risqué d'arrêt cardiaque primaire, édition: CAN, p: 158-169

T

- **Tremoliere J. et Dupain H., (1984)**. Manuel d'alimentation humaine. Tome II. Edition : Tec et Doc-Lavoisier, Paris, pp. 95-140.
- **"The Chemistry of Food Additives"** par Additives in Food Handbook (2007).
- **Thonier V. et al. (2017)** : Margarines and Health: A Review of the Latest Scientific Evidence. Nutrients, 9(11), 1212

V

- **Vierling H., (2008)**. Biosciences et techniques, Aliments et boissons, Filières et produits. 3ème édition, Pays-Bas.
- **Vitis vinifera L., 1753** - Vigne, La Vigne. Cette information date de 2021

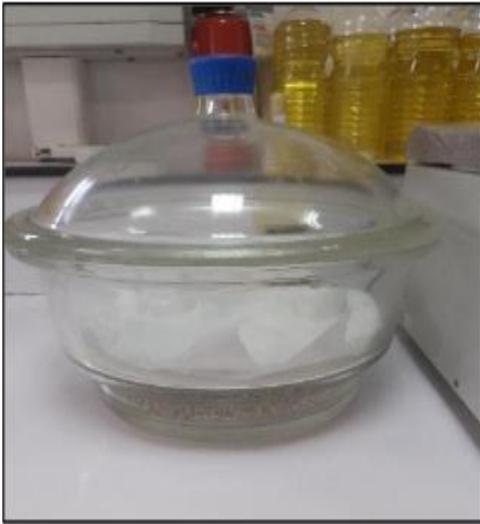
Y

- **Young, W.G., 2008**. Edible oil and oil fat product: edible oils, In: Michael, M. Margarines and spreads. Copyright, pp.44



ANNEXES

❖ **Matériels utilisés**



Dessiccateur



Bain-marie



Etuve réglée



Balance analytique



Erlenmeyer



Ballon

Références bibliographiques

**Spectromètre de résonance magnétique
nucléaire RMN**



Photorancimat Metrohm 743.



Résumé

Le présent travail, vise à évaluer les propriétés physico-chimiques (humidité, point de fusion, indice de peroxyde, teneur en sel, pH, indice d'acidité et test de Rancimat) de margarines enrichies en extraits phénoliques de grains de raisin (*Red Globe*), noyaux de datte (*Mech-Degla*) et d'écorces de grenade (*Punica granatum*) à deux concentrations de 50 et 100 ppm après une année de conservation au réfrigérateur.

Les résultats des analyses de l'indice de peroxyde indiquent que la margarine enrichie en extrait d'écorces de grenade aux deux concentrations (50 et 100 ppm) présente la plus grande résistance à l'oxydation, comparativement à la margarine sans antioxydant et à celles enrichies avec les autres extraits phénoliques. La margarine à l'extrait des noyaux de datte à 50 ppm démontre également une meilleure résistance oxydative (test de rancimat), contrairement aux margarines enrichies en extraits de grains de raisin et en noyaux de datte à 100 ppm.

Par ailleurs, les résultats des autres analyses physico-chimiques sont conformes aux normes de l'entreprise et aux exigences réglementaires.

Mots clés : propriétés physico-chimiques, margarine, extraits phénoliques, grains de raisin, noyaux de datte, écorces de grenade, stabilité oxydative.

Abstract

The present study aims to evaluate the physico-chemical properties (moisture content, melting point, peroxide value, salt content, pH, acidity index, and Rancimat test) of margarines enriched with phenolic extracts from grape seeds (*Red Globe*), date pits (*Mech-Degla*), and pomegranate peels (*Punica granatum*) at two concentrations of 50 and 100 ppm after one year of storage in the refrigerator.

The results of peroxide value analysis indicate that the margarine enriched with pomegranate peel extract at both concentrations (50 and 100 ppm) shows the highest resistance to oxidation, compared to margarine without antioxidants and those enriched with other phenolic extracts. Margarine with date pit extract at 50 ppm also demonstrates better oxidative stability (Rancimat test), unlike margarines enriched with grape seed extracts and date pits at 100 ppm.

Furthermore, the results of other physico-chemical analyses comply with company standards and regulatory requirements.

Keywords : physico-chemical properties, margarine, phenolic extracts, grape seeds, date pits, pomegranate peels, oxidative stability.