

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Abderrahmane Mira de Bejaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences Alimentaires

Filière:Sciences Alimentaires

Option:Sciences des corps gras



جامعة بجاية
Tasdawit n Bgayet
Université de Béjaïa

Réf :.....

Mémoire de fin de cycle

En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

Elaboration d'une margarine allégée à base d'un mélange de matières grasses (huile de colza, huile de coco et beurre de karité)

Présenté par : M^{elle} IDRI Celia & M^{elle} MAKHLOUFI Celia.

Soutenu le : 28 septembre 2020.

Devant le jury composé de :

Mme DEFLAOUIL

MAA

Promotrice

Mme LEHOUCHE. R

MCB

Présidente

Mme BERKATI. S

MAA

Examinatrice

Année universitaire : 2019/2020

Remerciements

Nous tenons à remercier avant tout « Allah » le tout puissant de nous avoir donné la force, le courage, la volonté et la patience de réaliser ce modeste Travail.

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu voir le jour sans l'aide et l'encadrement de Mme DEFLAOUI L, on la remercie Pour sa qualité de son encadrement, sa rigueur, ses conseils Précieux et sa disponibilité.

Nous sommes conscientes de l'honneur que nous a fait Mme LEHOUCHE R en étant présidente de jury et Mme Berkati S d'avoir accepté D'examiner Notre Travail.

Nos remerciements s'adressent également à Mr HADJAL S. directeur de la direction R&D du complexe agroalimentaire CEVITAL pour son aide pratique, son soutien moral et ses encouragements. Ainsi que Mr ZEROUAL B et Mr ALIANE de nous avoir aidés a réalisé notre travail.

Enfin nos remerciements sont vont à nos familles et nos amis(es) qui ont su nous soutenir, nous encourager, nous aider et nous supporter tout au long des Années.

Dédicaces

Toutes les lettres ne sauraient les mots qu'il faut...

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la reconnaissance...

Aussi c'est tout simplement que je dédie ce modeste travail :

A mes chers parents .aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont ils necessent de combler.

A mes chers et adorables frères et sœurs et bien sûr A mes chers petits neveux et nièces.

A toute ma famille, et mes amis, à ma binôme Célia. Et à tous ceux qui ont contribué de Près ou de loin pour ce que mémoire soit possible.

« IDRJ Célia »

Dédicaces

J'ai le grand plaisir de dédier ce travail

*A mes très chers parents, sans votre affection, vos conseils, vos encouragements
et vos efforts que vous avez déployés durant toute ma vie, ce travail
n'aurait jamais été réalisé. Vous présente ma pleine gratitude
et mon profond respect.*

A mon unique frère Yanis je souhaite beaucoup de succès dans sa vie.

*A toute ma famille, mes amis et ma binôme Célia, pour leur soutien tout au long
de mon parcours universitaire.*

« MAKHLOUFI Célia »

Liste des abréviations	
Listes des figures	
Liste des tableaux	

Sommaire

Introduction	01
--------------------	----

Partie bibliographique

I : Généralités sur la margarine

I.1 Historique.....	03
I.2 Définition	03
I.3 Composition.....	03
I.4 Types de margarine.....	06
I.5 Processus de fabrication.....	06
I.6 Valeur nutritive de la margarine	07

II : Généralités sur quelques matières grasses végétales

II.1 Huile de colza	09
II.1.1 Définition.....	09
II.1.2 Procédé de trituration.....	10
II.1.3 Composition en acide gras.....	10
II.1.4 Effets thérapeutiques	11
II.2 Huile de coco vierge	12
II.2.1 Définition.....	12
II.2.2 Procédé de trituration.....	12
II.2.3 Composition en acide gras.....	14
II.2.4 Effets thérapeutiques	14
II.3 Beurre de karité	15
II.3.1 Définition.....	15
II.3.2 Procédé de trituration.....	16
II.3.4 Composition en acide gras.....	17
II.3.5 Effet thérapeutique	17

Partie pratique

I : Présentation de l'entreprise agro-alimentaire CEVITAL

I.1 Historique.....	19
I.2 Activités de CEVITAL	19
I.3 Organigramme de l'entreprise	20

II. Matériel et méthodes

II.1 Matières premières.....	21
II.1.1 Huiles et graisses utilisées dans la margarine.....	21
II.1.2 Analyses physico-chimiques des matières grasses	21
II.2 Margarine	23
II.2.1 Formulation de la margarine à l'échelle laboratoire.....	23
II.2.2 Analyses physico-chimiques de la margarine	26

III : Résultats et discussion des analyses physico-chimiques

III.1 Résultats et discussion des analyses physico-chimiques des matières grasses	28
III.1.1 Taux de solide par RMN	28
III.1.2 Indice de peroxyde	29
III.1.3 Acidité	30
III.2 Résultats et discussion des analyses physico-chimiques de la margarine.....	31
III.2.1 Taux de solide par RMN	31
III.2.2 Point de fusion.....	33
III.2.3 Indice de peroxyde	35
III.2.4 Taux d'humidité	35
III.2.5 Taux de sel	36
Conclusion et perspectives	38
Références bibliographiques	
Annexes	

Liste des abréviations

AGCM : Acides gras à chaîne moyenne.

AGI : Acides gras insaturé.

AGMIT : Acide gras mono-insaturés trans.

AGMI : Acide gras mono-insaturés.

AGPI : Acide gras polyinsaturé.

AGS : Acide gras saturé.

HCV : Huile de coco vierge.

HDL : Lipoprotéines de haute densité.

IP : Indice de peroxyde

LDL : Lipoprotéines de basse densité.

MG : Matières grasses.

Meq d'O₂ / Kg : Milliéquivalent d'oxygène actif par kilogramme

RMN : Résonance magnétique nucléaire.

SFC : Solide fat content

Liste des figures

N°	Titre	Page
1	Plante de colza	9
2	Graine de colza	9
3	Photo d'un cocotier	12
4	Schéma anatomique d'une noix de coco	12
5	Arbre à karité	15
6	Fruits du karité	15
7	Organigramme de l'entreprise CVETAL	20
8	Margarine élaborée	24
9	Schéma de fabrication de la margarine à l'échelle laboratoire	25
10	Variations du taux de solide en fonction de la température des différents échantillons	28
11	Indice de peroxyde pour les trois matières grasses	30
12	Taux d'acidité pour les trois matières grasses	31
13	Taux de solides SFC pour la margarine élaborée	32
14	Taux de solide en fonction de la température	33
15	Point de fusion de la margarine élaborée	34
16	Indice de peroxyde de la margarine élaborée	35
17	Taux d'humidité de la margarine élaborée	36
18	Taux de sel de la margarine élaborée	36

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
I	Profil d'acide gras de l'huile de colza.	11
II	Composition en acides gras de l'huile de coco vierge.	14
III	Profil d'acide gras du beurre de karité.	17

Introduction

Introduction

L'évolution de l'alimentation accompagne les transformations de notre société et les habitudes alimentaires ont beaucoup changé au cours de ces dernières années. De nouveaux aliments ont été impatronisés d'autres ont pratiquement disparu. Ces modifications se sont focalisés beaucoup plus sur le plan nutritionnel mais également sur le plan médical (**Junejal et al., 2018**).

Il est maintenant largement reconnu qu'une alimentation à forte teneur en gras saturés et en acides gras transconstitue l'un des principaux facteurs de risques d'un éventail de maladies chroniques, notamment les maladies cardio-vasculaires, le cancer, le diabète et d'autres affections liées à l'obésité (**Schlienger, 2017**).

Face à ces maladies dites non transmissibles qui sont devenues la plus grande cause de décès dans le monde, un ensemble de règles, de choix et de pratiques d'ordre technique, social et symbolique sont adoptés afin d'assurer un changement culturel majeur relativement aux régimes et aux comportements alimentaires, ce qui entraînerait une amélioration subséquente de la santé (**Schlienger, 2017**).

Cependant, les modifications alimentaires à elles seules ne sont pas toujours suffisant et il est donc important d'impliquer un jugement de valeur sur les aliments et leur place par rapport à l'équilibre nutritionnel global qui se fonde sur des connaissances scientifiques concernant l'alimentation et les aliments en lien avec «le bien mangé». Sur cette base les effets métaboliques de la qualité et de la quantité des lipides ingérés au corps ont été largement étudiés et par conséquent les recommandations diététiques visent à limiter l'apport en acide gras saturé à moins de 10% de calories par jours et de le remplacer par des acides gras mono-insaturés et polyinsaturés (**Battu, 2013 ; Axelos et Cherbut, 2015 ; Joris et Mensink, 2016 ; Monni et al., 2020**).

A l'heure actuelle, les options répondant à ces enjeux intègrent la grande diversité des ressources oléagineuses notamment le composant huileux précieux qui joue un rôle de plus en plus vital dans la société en tant que produit alimentaire à haute valeur énergétique et nutritionnel et la source ultime des acides gras essentiels qui sont une composante obligatoire du régime alimentaire de tous les mammifères. En outre, un accent particulier est mis sur les huiles tropicales qui se trouvent dans les régions tempérées du monde tel que, l'huile de colza, l'huile de coco et le beurre de karité. La place de ces huiles est marginale du fait de

leur profil d'acide gras (acide gras mono-insaturé, polyinsaturé et saturés à chaîne moyenne). Leurs niveaux appréciables de graisse solide les rendent extrêmement utilisables comme matières premières dans un processus qui s'achève par la fabrication d'un nouveau produit de l'industrie agroalimentaire, prenant un exemple type margarine à faible teneur en matière grasse autrement dit allégée (**Morin et Pagés-Xatar-Parés, 2012 ; Xue et al., 2020**).

Cette dernière est une émulsion eau dans l'huile (E/H), qui consiste en une phase aqueuse dispersée sous forme de fines gouttelettes dans l'huile liquide stabilisée dans un réseau de cristaux de graisse solide, sa matière grasse doit être comprise entre 40% et 60%. (**Arellano et al., 2015**). Ce type de margarine a pour but de participer au bon fonctionnement cardiovasculaire et contribuer au maintien au à la dimension du taux de cholestérol sanguin (**Saillard, 2010**).

C'est dans cette optique que s'inscrit le présent travail qui vise essentiellement à choisir soigneusement la composition de la phase lipidique constituée de l'huile de colza, l'huile de coco et le beurre de karité pour avoir le rapport requis d'huile liquide et de graisse solide, afin d'obtenir une margarine allégée avec la consistance plastique et tartinable souhaitée, mais aussi de bonnes propriétés fonctionnelles et nutritionnelles.

Dans la première partie de cette étude, les différentes connaissances bibliographiques sur la margarine ainsi que sur les trois matières grasses utilisées seront abordées.

Le deuxième volet sera consacré à la partie expérimentale, où l'accent sera mis en premier lieu sur les différents types d'analyses effectuées par la suite à l'exposition des résultats obtenus ainsi qu'à leur discussion.

Partie bibliographique

Chapitre I

Généralités sur la margarine

I. Historique

Au milieu des années 1800, les inventeurs Européens ont été incités par la pression croissante de la population sur l'approvisionnement alimentaire à chercher une alternative au beurre qui a été à cette époque hors de portée de la plus part des citoyens et non disponible.

En 1813, le chimiste Pétrolier Michel Eugène Chevreul a tenté d'inventer des substances semblables à du beurre à partir d'un composant d'acide gras isolé qui a pris par la suite le nom d'acide margarique (**Moustafa, 1995**).

Puis en 1869, le pharmacien Hippolyte Mège-Mouriès a développé un procédé complexe, dont il a réalisé une émulsion blanche résultant d'une combinaison de graisse de bœuf, du lait et d'eau, qui a donné lieu à une denrée alimentaire de goût agréable, moins coûteuse et mieux conservée que le beurre (**Moustafa, 1995**).

Cet innovateur a associé le mot oléo qui est venu de l'oléum (le latin pour la graisse de bœuf) avec le mot margarine qui est dérivé de l'acide margarique, nommant son produit oléo margarique (**Moustafa, 1995**).

En 1872, le processus a reçu un brevet américain et la commercialisation de la margarine fut alors commencée (**Saillard, 2010**).

II. Définition

La margarine est une émulsion de type eau dans l'huile comprenant deux phases :

- Phase continue qui est la phase grasse (82 à 84%).
- Phase dispersée qui est la phase aqueuse (16 à 18%).

Elle contient aussi des additifs et auxiliaires de fabrication répartis en partie dans la phase grasse, en partie dans la phase aqueuse (**Karleskind, 1992**).

III. Composition chimique

III.1 Phase grasse

III.1.1 Matièregrasse

Tout mélange d'huiles, de graisses comestibles ou d'huiles marines de consistance appropriée peuvent être utilisés. Il existe certaines exigences pour les graisses utilisées pour la fabrication de la margarine qui sont bien plus critiques que celles de tout autre produit gras.

La raison en est que contrairement aux graisses de cuisson, la margarine est souvent induite dans la bouche à l'état non fondu, en plus de la saveur, la sensation de la graisse dans la

bouche, la rapidité avec laquelle elle fond et le fait qu'elle laisse ou non un résidu non fondu (**Crump, 1958**).

III.1.2 Emulsifiants

Ce sont des composés ayant des propriétés amphiphiles, permettant de s'adsorber à l'interface hydrophile hydrophobe, réduisant ainsi la tension superficielle entre les liquides non miscibles (**Taarji et al., 2020**), pour stabiliser l'émulsion. Les émulsifiants utilisés dans la fabrication de la margarine sont les mono et diacylglycérols d'acide gras à des taux de 0,1 à 0,3% et la lécithine à un taux d'environ 0,1% (**Premlal et Wijewardene, 2006**).

III.1.3 Agents colorants

Les colorants alimentaires sont utilisés pour améliorer l'apparence des aliments et les rendent plus acceptables (**Lin et al., 2018**). La couleur de la margarine, assez voisine de celle du beurre, est obtenue soit par l'incorporation d'huile de palme rouge soit du β -carotène (**Karleskind, 1992**). Cette dernière est un colorant alimentaire naturel le plus utilisé dans les margarines (**Chen et al., 2016**).

III.1.4 Arômes

Selon **Karleskind, (1992)** l'aromatisation peut être réalisée exclusivement par :

➤ Diacétyle

Liquide huileux de coloration jaune très légèrement verdâtre. L'incorporation de cette cétone avec de faibles doses donne au produit une odeur très agréable, le diacétyle est responsable de l'arôme typique du beurre et, par conséquent améliore les propriétés organoleptiques de la margarine (**Tapernaux, 1932**).

➤ Cocktail d'arômes

L'incorporation de diacétyle dans la margarine est insuffisante pour avoir l'arôme du beurre, ce qui a conduit les inventeurs à décomposer cet arôme et avoir comme résultat un grand nombre de constituants parmi lesquels les δ -lactones qui sont les plus utilisés (**Karleskind, 1992**).

III.1.5 Vitamines liposolubles

➤ Vitamine A ou Rétinol

L'ajout de la vitamine A à la margarine nous rapproche de la composition du beurre (**Karleskind, 1992**). Ce dernier est très riche en cette substance alimentaire, qui est importante pour le corps humain (**Boisseau et al., 2015**). La source principale de la vitamine A utilisée dans la margarine provient soit des graisses utilisées dans la fabrication soit par l'addition d'esters de palmitate ou d'acétate (**Guillén et al., 2016**).

➤ Vitamine D

L'enrichissement de la margarine en vitamine D est exigé par certains pays (**Karleskind, 1992**), afin de réduire le risque de carence en vitamine D. Cette dernière est ajoutée soit sous forme : d'ergocalciférol ou de cholécalciférol (**Mistretta et al., 2008**).

III.2 Phase aqueuse

Parmi ses composants :

III.2.1 Eau

L'eau utilisée en industrie margarinerie devrait être dépourvue des sels de fer ou de manganèse et répond aux exigences sanitaires. Le pH de cette eau ne devrait pas dépasser 6 (**Kone, 2001**).

III.2.2 Lait

Le lait dans la margarine est additionné afin d'attribuer l'arôme et les protéines (**Karleskind, 1992**). On utilise soit du lait cru soit du lait écrémé en poudre mélangé avec l'eau (**Morriset vaisey-Gense, 2003**). Le lait doit être pasteurisé et refroidi (**Karleskind, 1992**).

III.2.3 Sel

Le sel à deux fonctions importantes dans la margarine l'une est comme conservateur, pour protéger la portion de lait de la prolifération microbienne et l'autre apportant de la saveur. Un sel de haute pureté est préféré (car il doit se dissoudre rapidement et complètement dans le lait). Le sel doit être faible en calcium, en magnésium et le cuivre doit être inférieur à 1 ppm (**Crump, 1958**).

III.2.4 Conservateurs

Les conservateurs ont pour but de limiter le développement des micro-organismes. Mise à part le sel, la margarine est conservée aussi par l'addition des conservateurs tels que le benzoate de sodium, l'acide benzoïque et le sorbate de potassium (**Wiedermann, 1978**).

III.2.5 Correcteurs de pH

Ces correcteurs d'acidités correspondent à l'acide citrique ou lactique et de leurs sels de sodium, de potassium ou de calcium. Ils sont additionnés dans une proportion pondérale maximale de 1 gramme par kg (**Karleskind, 1992**).

III.2.6 Antioxydants

L'oxydation des lipides est l'une des principales causes de la détérioration de la qualité de la margarine lors de sa production et de sa conservation, qui se traduit par un

rancissement. Afin d'empêcher et de limiter cette réaction, les industries agro-alimentaires ajoutent des antioxydants (Chougui *et al.*, 2015) tel que les tocophérols et tocotriénols (Guillén *et al.*, 2016).

IV. Types de margarine

IV.1 Margarine de table

Constituée au minimum de 80% de matières grasses (MG), avec une texture qui dépend de sa teneur en matières grasses et d'acides gras saturés. Peut être utilisée pour un usage tartine mais aussi pour la cuisson afin de remplacer l'huile et le beurre (Saillard, 2010).

IV.2 Margarine traditionnelle

Dans cette margarine la teneur en matière grasse varie entre 55 à 80%. Sa phase grasse est caractérisée par un taux élevé d'huiles concrètes, qui contribuent à l'augmentation des acides gras saturés. Elles sont adaptées pour la cuisson que pour tartiné du fait qu'elles ont une texture rigide (Saillard, 2010).

IV.3 Margarine allégée « Santé »

Produit obtenue à partir de matière grasse d'origine végétale et/ou animale (la matière grasse laitière), avec une teneur comprise entre 60 et 62 % MG, elle est utilisée généralement en tartine mais aussi en cuisson. Dans ces margarines allégées, on cite la margarine dite santé où un soin particulier est apporté dans l'équilibre et la richesse en acides gras insaturés (AGI) ou l'enrichissement en éléments fonctionnels (stérols). Ces produits ont pour but de participer au bon fonctionnement cardiovasculaire et de contribuer au maintien ou à la diminution du taux de cholestérol sanguin (Saillard, 2010; ISO 347, 2013).

IV.4 Margarine luges

Produit obtenue à partir de matière grasse d'origine végétale et/ou animale. Avec une teneur en matières grasses de 39% au minimum et de 41% au maximum (ISO 347, 2013).

IV.5 Margarine diététique

Elle est caractérisée par sa faible teneur en matières grasses, et une teneur en eau important. Ces margarines sont privilégiées pour un usage tartine mieux que la cuisson, avec un apport énergétique faible (Carr et Vaisey-Genser, 2003).

V. Processus de fabrication

V.1 Préparation de la phase grasse

La matière grasse est l'une des constituants de base dans la phase lipidique (Carr et Vaisey-genser, 2003), qui peut être d'origine végétale et/ ou animale. Ces graisses sont

traitées d'une manière à atteindre les caractéristiques voulues dans le produit fini (**Guillén et al., 2016**).

Afin de préparer cette phase, une quantité suffisante d'huile est pompée dans un réservoir de mélange, on ajoutant ainsi une quantité précise de ces constituants solubles : la lécithine, les vitamines et les colorants (**Carr et Vaisey-Genser, 2003**).

V.2 Préparation de la phase aqueuse

Elle est obtenue en mélangeant l'eau et / ou du lait avec des additifs solubles tel que : le sel et les arômes (**Guillén et al., 2016**).

V.3 Préparation de l'émulsion

Les deux phases sont mise sous agitation douce à 40°C, cette dernière est utilisée dans le but d'obtenir une émulsion stable et d'éviter toute précristallisation (**Carr et Vaisey-Genser, 2003**).

V.4 Pasteurisation

Une fois l'émulsion est préparée, elle doit être pasteurisée à une température qui varie entre 70 à 86°C (**Guillén et al., 2016**).

V.5 Cristallisation par refroidissement

L'émulsion passe à travers des refroidisseurs (échangeur de chaleur à surface raclée) (**Carr et Vaisey-genser, 2003**). Ceux-ci permettent le refroidissement à une température de 15 à 25°C. En revanche, le produit est agité et pétries vigoureusement à fin de disperser la phase aqueuse dans la phase grasse (**Guillén et al., 2016**).

V.6 Malaxage

Pour donner à la margarine sa consistance et son homogénéité (**Saillard, 2010**).

V.7 Conditionnement

Une fois refroidie et cristallisée, la margarine est conditionnée en barquette ou en plaque (**Saillard, 2010**). En fin, elle devra être stockée de 5 à 10°C pendant 48h avant la Commercialisation (**Carr et Vaisey-genser, 2003**).

VI. Valeur nutritive de la margarine

La plus part des margarines sont composées d'environ 84% de lipides (**Jacotot et Campillon, 2003**). Ces dernies sont les graisses, les huiles ainsi que d'autres substances grasses (**Marcus, 2013**). Ces composants ont le plus fort rendement calorique (en moyenne, 1g de lipides produit 9 kal.), mais aussi ont un rôle fonctionnel important, comme lipides de constitution et comme précurseurs de métabolite (**Jacotot et Campillon, 2003**).

La margarine est un véhicule pratique pour l'ajout des vitamines liposolubles A et D qui sont indispensables à l'organisme humain (**Morris et Vaisey-Genser, 2003**).

De nos jours, les industries agroalimentaires visent à produire des margarines moins riches en graisses totales, graisses saturées et acide gras trans afin de diminuer les taux sanguins du cholestérol LDL appelés «mauvais» cholestérol, qui sont des facteurs de risques de coronaropathie et d'augmenter celles des HDL dits «bon » cholestérol (**Morris et Vaisey-Genser, 2003**), qui présentent une forte densité et nettoie les artères (**Beuleux-Jacquesson, 2005**).

Chapitre II

Généralité sur quelques matières

grasses végétales

Les matières grasses d'origine végétales sont extraites principalement des plantes (graines, fruit...) oléagineuses qui sont de précieux réservoirs d'acides gras à usage alimentaire, qui présente de riches valeurs nutritives et des qualités organoleptiques. Leur niveau appréciable de graisses solides les rend extrêmement utiles dans les applications où une certaine structure et solidité sont requises. Mais aussi pour remplacer les graisses partiellement hydrogénées contenant des acides gras trans (Merrien *et al.*, 2012 ; Talbot, 2015).

I. Huile de colza

I.1 Définition

L'huile de canola représente environ 44% de la graine totale et est composée principalement de triacylglycérols (TAG), qui représentent pour 94 à 99% de l'huile totale (Eskin, 2016).

Le terme canola a été adopté depuis 1978, où la norme internationale pour l'huile de « qualité canola » est libellée comme graines du genre *Brassica* dont l'huile doit contenir moins de 2% d'acide érucique dans son profil d'acide gras et moins de 30 µmol/g de glucosinolates (Wanasundara *et al.*, 2017).

Cette huile est principalement utilisée à des fins techniques telles que les biocarburants, mais elle est également importante pour l'industrie alimentaire. En raison de la composition bénéfique de ses acides gras, elle est de plus en plus vendue sous forme d'huile comestible (Kaiser *et al.*, 2020).



Figure 1: Plante de colza
(*Brassica napus* L) (Diane, 2012)



Figure 2: Graine de colza
(Bogaert, 2017)

I.2 Procédé de trituration

La trituration regroupe l'ensemble des opérations appliquées pour produire de l'huile. Elle se déroule comme suit :

I.2.1 Prétraitement des graines

I.2.1.1 Nettoyage et séchage

Après la récolte, les semences seront nettoyées par séparation mécanique des différents constituants afin d'éliminer toutes les matières étrangères puis séchées dans des sècheurs à grains, où la teneur en eau ne doit pas dépassée 9% (**Bogaert, 2017**).

I.2.1.2 Aplatissage

Aussi appelé flaconnage, il est conçu pour l'éclatement des membranes cellulaires après avoir passé à travers un ou plusieurs rangés de rouleaux compresseurs (**Bogaert, 2017**).

I.2.1.3 Cuisson

Les flocons de canola sont cuits et maintenus à 90°C pendant 30 min dans le but d'ajuster la teneur en humidité, inactiver un certain nombre d'enzymes, rendre également l'huile plus extractible (**Bogaert, 2017**).

I.2.2 Extraction de l'huile

Pour les graines oléagineuses, il existe deux types de méthodes pour extraire l'huile, à savoir l'extraction par solvant qui convient aux graines à faible teneur en huile (< à 20%) et le pressage qui est adapté aux graines à haute teneur en huile comme c'est le cas pour le colza. Ce dernier subit un pressage, cependant il y a de l'huile résiduelle dans les tourteaux ce qui nécessite une extraction au solvant afin de retirer la majeure partie restante (**Chew, 2020**).

I.2.2.1 Extraction mécanique

Le pressage est effectué à l'aide d'une presse hydraulique ou à vis couplée à un système de refroidissement avec une température de sortie maximale de 50°C et 25°C (**Chew, 2020**).

I.2.2.2 Extraction par solvant

Le gâteau de presse résiduel contenant l'huile restante, doit être soumis à une extraction au solvant avec de l'hexane qui a une bonne affinité avec l'huile (**Bogaert, 2017**).

I.3 Composition en acide gras

L'huile de canola est l'une des huiles végétales les plus saines en raison de sa richesse en acide gras mono-insaturés et polyinsaturés comme indiqué dans le **Tableau I** (**Chew, 2020**).

Tableau I : Profil en acides gras de l'huile de colza (Chew, 2020).

Acide gras		Teneur (%)
Saturés	Palmitique (C16 : 0)	5.18 ± 0.05
	Stéarique (C18 : 0)	1.73 ± 0.03
	Arachidique (C20 : 0)	0.62 ± 0.01
	Béhénique (C22 : 0)	0.19 ± 0.18
Insaturés	Palmitoléique (C16 : 1)	0.03 ± 0.01
	Oléique (C18 : 1)	60.03 ± 0.31
	Linoléique (C18 : 2)	20.67 ± 0.11
	α -linoléique (C18 : 3)	10.10 ± 0.30
	Eicosénoïque (C20 : 1)	1.47 ± 0.3

I.4 Effets thérapeutiques

À propos du profil unique d'acide gras et de la concentration élevée en bioactif, l'huile de colza présente plusieurs avantages qui affectent positivement la santé humaine.

D'une part les acides gras mono-insaturés représentés par l'acide oléique de cette huile sont caractérisés par une teneur très élevée qui ont pour effet de diminuer l'incidence des maladies coronariennes, du côlon, du sein, du cancer de la peau mais aussi de prévenir les maladies cardiovasculaires et de réguler les niveaux de glucose et d'insuline.

L'huile de colza est également riche en acide linoléique et α -linoléique qui possèdent des propriétés anti-inflammatoire et anti-allergique pour améliorer le système immunitaire, ainsi que servir de précurseur de la prostaglandine et des hormones tissulaires.

D'autre part, les taux élevés de composés phénoliques, de phytostérols et de tocophérols, contribuent à l'absorption du cholestérol alimentaire et de réduire le risque d'hyperlipidémie (Chew, 2020).

II. Huile de coco vierge

II.1 Définition

L'huile de coco vierge, est l'une des huiles comestibles (Agarwal et Bosco, 2017) obtenue à partir d'albumen frais et mûr de la noix de coco par voie mécanique ou naturelle, avec ou sans utilisation de la chaleur, sans subir de raffinage chimique, de blanchiment ou procédés de désodorisation, qui n'entraînent pas de modification de la nature de l'huile. C'est la forme la plus pure d'huile de noix de coco (Dumancas *et al.*, 2016).

L'huile de coco vierge est incolore avec un arôme de noix de coco frais, cette huile a été largement consommée à de nombreuses fins : dans la cuisson, la boulangerie, la confiserie, les aliments pour nourrissons et dans le domaine de cosmétique (Ghani *et al.*, 2018).



Figure 3 : Photo d'un cocotier (Bovet, 2017).

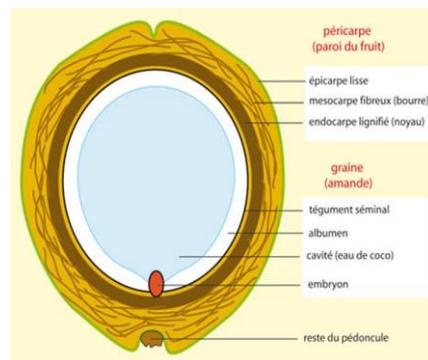


Figure 4 : Schéma anatomique d'une Noix de coco (Bodjolle-D'almeida, 2018).

II.2 Procédé de trituration

L'obtention d'huile de coco vierge est fondée sur la production de lait de coco, elle s'effectue selon des moyens mécaniques ou naturels et possède des processus chauffants et non chauffants (Srivastava *et al.*, 2018).

II.2.1 Prétraitement

Le prétraitement s'effectue avant l'ouverture de la noix de coco fraîche et regroupe l'activité de récolte, collecte et décorticage des noix ainsi que le transport et le stockage (Dumancas *et al.*, 2016).

II.2.1.1 Traitement

Cette phase se déclenche dès l'ouverture de l'amande fraîche et se termine par la récupération finale d'huile de coco vierge (**Dumancas et al., 2016**).

❖ Préparation de lait de coco

Après avoir prélevé le noyau de la noix de coco mature, il doit être lavé et râpé dans une machine contenant des lames rotatives, puis extrait en utilisant une presse à lait de noix de coco hydraulique à commande manuelle (**Srivastava et al., 2018**).

Plusieurs méthodes pour extraire l'huile de coco vierge sont disponibles, à savoir l'extraction à froid, l'extraction à chaud, technique de fermentation et extraction enzymatique.

➤ Extraction à froid

Aussi appelé extraction aqueuse, cette méthode semble plus souhaitable du fait, qu'elle est plus simple, moins chère et élimine l'utilisation de solvants en raison de l'absence de processus de raffinage. L'huile de coco vierge est extraite directement du lait de coco sans utilisation de chaleur, où il subit un refroidissement à une température de 2 à 8°C pendant une nuit, l'huile est séparée de l'eau, collectée par centrifugation, puis filtrée et enfin stockée (**Rohman et al., 2019**).

➤ Extraction à chaud

Technique qui nécessite un traitement thermique, elle est utilisée pour l'extraction d'huile de coco vierge à partir de lait de coco, où ce dernier est soumis à une température de 100°C pendant 60 min ou jusqu'à ce que l'huile soit complètement séparée du lait. Enfin l'huile séparée doit être filtrée et stockée (**Rohman et al., 2019**).

➤ Fermentation

La fermentation est également une méthode bien connue pour l'extraction d'huile de coco vierge à partir de lait de coco, il existe deux types de fermentation :

▪ Fermentation naturelle

Dans ce procédé, le lait de coco est collecté à partir de l'albumen de noix de coco fraîchement râpé en utilisant son eau, puis laissé à température ambiante pendant 24 à 48 h pour permettre la fermentation et la séparation d'huile qui va être filtrée puis stockée (**Rohman et al., 2019**).

▪ Fermentation induite

A l'aide de bactéries de *Lactobacillus plantarium strain*, l'émulsion de lait de coco est séparée, cette technique est capable d'extraire jusqu'à 95% d'huile de coco vierge (**Rohman et al., 2019**).

➤ **Extraction enzymatique**

Cette méthode s’effectue par une action de mélange d’enzymes qui consiste en α -amylase pour produire des glucides plus simples à partir de l’amidon, des protéases pour éliminer les protéines végétales ainsi que de la polygalacturonase et de la cellulase pour éliminer les composants de la paroi cellulaire (**Rohman et al., 2019**).

II.3 Composition en acide gras

L’huile de coco vierge est une huile alimentaire très riche en acide gras à chaîne moyenne (AGCM) en particulier l’acide laurique (**Agarwal et Bosco, 2017**), son profil d’acide gras est indiquée dans le **tableau II** ci-dessous.

Tableau II: Composition en acides gras de l’huile de coco vierge (**Gugule et al., 2020**).

Acide gras		Teneur (%)
Saturés	Caprylique (C8:0)	6,19
	Caprique (C10:0)	5,86
	Laurique (C12:0)	49,53
	Myristique (C14:0)	19,27
	Palmitique (C16:0)	9,51
	Stéarique (C18:0)	2,96
Insaturés	Oléique (C18:1)	5,60
	Linoléique (C18:2)	0,95
	Alpha linoléique(C18:3)	0.04

II.4 Effets thérapeutiques

L’huile de coco vierge devient de plus en plus populaire en tant que aliment fonctionnel en raison de ses effets bénéfiques sur la santé (**Agarwal et Bosco, 2017**).

En effet, cette huile contient une quantité considérable d’acide gras à chaîne moyenne (AGCM), permettant d’avoir quelques avantages pour guérir plusieurs maladies mineurs (comme la diarrhée, les inflammations cutanées, les problèmes gastro-intestinaux). Ces acides gras (les acides laurique, myristique, palmitique, caprique, stéarique, oléique et linoléique) sont facile à digérer et ont des propriétés fonctionnelles et nutritionnelles spécifiques, notamment des effets antiviraux, antibactériens, anti protozoaires, cicatrisants, anti-

inflammatoires et anti-obésités (**Ghani et al., 2018**). De plus l'huile de coco vierge réduit le taux de triacylglycérides, de cholestérol total, de lipoprotéine de basse densité (LDL) et augmente les lipoprotéines de haute densité (HDL) (**Dumancas et al., 2016**).

D'autre part, sa richesse en composés phénoliques actifs lui attribue des propriétés antioxydantes (**abdul et al., 2019**) et présente également des propriétés anticancéreuses qui sont dues à l'existence de vitamines E (tocophérols et tocotrienols) (**Dumancas et al., 2016**).

III. Beurre de karité

III.1 Définition

Le beurre de karité à long temps été une des principales sources de matière grasse d'origine végétale utilisée par les communautés non pastorales d'Afrique de l'ouest. Il est produit à partir des fruits de karité (*Vitellaria paradoxa*, CF Gaertn) (**Bridier et Konkobo, 2008**).

Le beurre de karité connaît de nombreuses utilisations « traditionnelles », il est utilisé d'abord dans la cuisine comme matière grasse pour la friture ou la sauce des plats (**Bridier et Konkobo, 2008**) et très apprécié dans les industries alimentaires (huilerie, chocolaterie) (**Kpegba et al., 2017**) et comme substitut de beurre de cacao dans les confiseries (**Abdul-Hammed et al., 2020**).



Figure 5: Arbre à karité
(**Diarassouba et al., 2008**).



Figure 6: Fruits du karité
(**Diarassouba et al., 2008**).

III.2 Procéder de trituration

III.2.1 Prétraitement des fruits de karité

L'extraction de beurre de karité, consiste d'abord à la récolte des fruits de karité qui a lieu entre le moi de mai à aout de chaque année, afin d'obtenir le noyau dont le beurre est extrait, les fruits crus et murs passe par les étapes suivantes (**Abdul-Mumeen et al., 2018**) :

III.2.1.1 Dépulpage

Le dépulpage des fruits consiste à enlever la pulpe (l'épicarpe et le mésocarpe) qui enveloppe la noix. Cette opération peut se faire par fermentation ou par épluchage manuel (**Abdul-Mumeen et al., 2018**).

III.2.1.2 Ebullition des noix

Les noix sont bouillies dans l'eau pendant 30 à 45 min à une température qui varie entre 100 et 105°C. Afin de désactiver tous les agents biologiques et activité enzymatique, d'augmenté le rendement en graisse et de débarrasser également la pulpe de fruit restant a la surface de l'écrou qui risque de favorisé la croissance microbienne (**Abdul-Mumeen et al., 2018**).

III.2.1.3 Séchage des noix

A près l'ébullition, les noix sont séchées soit au soleil pendant 5 à 10 jours soit au four Pendant 2 à 3 jours. Le séchage permet de réduire la teneur en humidité des noix, facilite le décortilage et contrôle l'activité des champignons *Aspergillus* au cours du stockage à long terme (**Abdul-Mumeen et al., 2018**).

III.2.1.4 Décortilage et vannage des noix de karité

Les noix séchées sont décortiquées et vannées afin de retirer les coquilles de l'écrou âpres fissuration. Le décortilage des noix de karité s'effectue soit au marteau ou avec une pierre (**Abdul-Mumeen et al., 2018**).

III.2.1.5 Triage des amandes

Une fois décortiquées et vannées, il faut procéder au triage qui consiste a éliminer les restes des morceaux de coquille des amandes de karité après le vannage et les amandes moisies afin d'obtenir les amandes propre et intact (**Abdul-Mumeen et al., 2018**).

III.2.1.6 Stockage

Les amandes de karité ainsi obtenues peuvent être stockées pendant plusieurs mois sans les transformer en beurre de karité (**Abdul-Mumeen et al., 2018**).

III.2.2 Extraction du beurre de karité

Au fil du temps, la production du beurre de karité se fait par la méthode traditionnelle (Tulashhine *et al.*, 2020), cette dernière est fondée sur la torréfaction et le pilage à la main des noyaux en une pâte (Abdul-Hammed *et al.*, 2020) on utilisant des pierres (Abdul-Mumeen *et al.*, 2018).

La pâte obtenue est ensuite pétrie (barattage) avec un mélange alternatif d'eau tiède et froide et presser à la main afin de retirer la partie lipidique, suivie d'une ébullition qui permet la déshydratation de la graisse et la coagulation du gâteau.

Le beurre liquide est ensuite filtré et laissé refroidir et à se solidifier (Abdul-Hammed *et al.*, 2020).

III.3 Composition en acide gras

Le beurre de karité est composé de triglycéride (Tulashhine *et al.*, 2020) naturellement riche en acides gras saturés (stéarique et palmitique) et insaturés (oléique et linoléique), ces acides gras et leurs teneurs sont représentés dans le **Tableau III** (Abdul-Hammed *et al.*, 2020).

Tableau III: Profil en acides gras du beurre de karité (Garti *et al.*, 2019).

Acide gras		Teneur (%)
Saturés	Laurique (C12:0)	0.14 ± 0.01
	Miristique (C14:0)	0.06 ± 0.00
	Palmitique (C16:0)	2.97 ± 0.08
	Stéarique (C18:0)	52.36 ± 0.22
	Arachidique (C20:0)	1.48 ± 0.05
Insaturés	Oléique (C18:1)	36.29 ± 0.13
	Linoléique (C18:2)	5.43 ± 0.04
	α-linoléique (C18:2)	0.14 ± 0.00

III.4 Effets thérapeutiques

Le beurre de karité possède des propriétés thérapeutiques (anti-inflammatoires et antioxydants) dû à leur fraction insaponifiable qui est constituée de substances bioactives notamment : les alcools triterpéniques, hydrocarbures, stérols et vitamine E (tocophérol) (Bodjolle-D'almeida, 2018 ; Amegah *et al.*, 2019).

La fraction saponifiable représente 90% de la composition du beurre de karité, cela confère également des avantages cardiovasculaires, cette fraction est formée principalement : d'acide stéarique, acide gras saturé, le moins nocif de tous les acides gras saturés et s'est LDL, mai aussi d'acide gras mono insaturé (acide oléique) qui a une action sur la tension artérielle.

Elle renferme aussi une quantité basse d'acide gras polyinsaturé représenté par l'acide linoléique qui diminue le cholestérol total et LDL, améliore la sensibilité à l'insuline et protège contre les maladies coronariennes (**Amegah et al., 2019**).

De plus, ces acides gras sont nécessaires à la synthèse des membranes cellulaires, des tissus nerveux et des stéroïdes pour la formation d'hormone (**Garti et al., 2019**).

Partie pratique

Chapitre I

Présentation de l'entreprise agro- alimentaire CEVITAL

I. Historique

CEVITAL est un groupe familial de plusieurs sociétés, créé en 1998 par monsieur Issad Rebrab, c'est le premier acteur économique privé en Algérie, avec une activité multisectorielle.

Cette entreprise située dans la wilaya de Bejaia et s'étant sur une superficie de 45000 m² Implantée à proximité du port de Bejaia, c'est une place stratégique qui facilite à l'entreprise de distribué leur produits dans chaque wilaya du pays ainsi que la réception de la matière première qui rentre dans la fabrication des produits.

Ce complexe a acquis sa place et sa renommée d'aujourd'hui en se forgeant à travers des escales importantes et en s'impliquant fièrement dans le développement et la richesse du pays par la création de l'emploi et le développement du savoir-faire Algérien.

II. Activités de CEVITAL

Le pôle agro-alimentaire et distribution, regroupe les activités suivantes :

- Raffinage et conditionnement d'huile;
- Affinage du sucre blanc;
- Production de margarine ;
- Production et conditionnement de boisson rafraichissante;
- Production des sauces
- Conditionnement d'eau minérale;
- Fabrication d'emballage (PET);
- Stockage des céréales;

III. Organigramme de l'entreprise

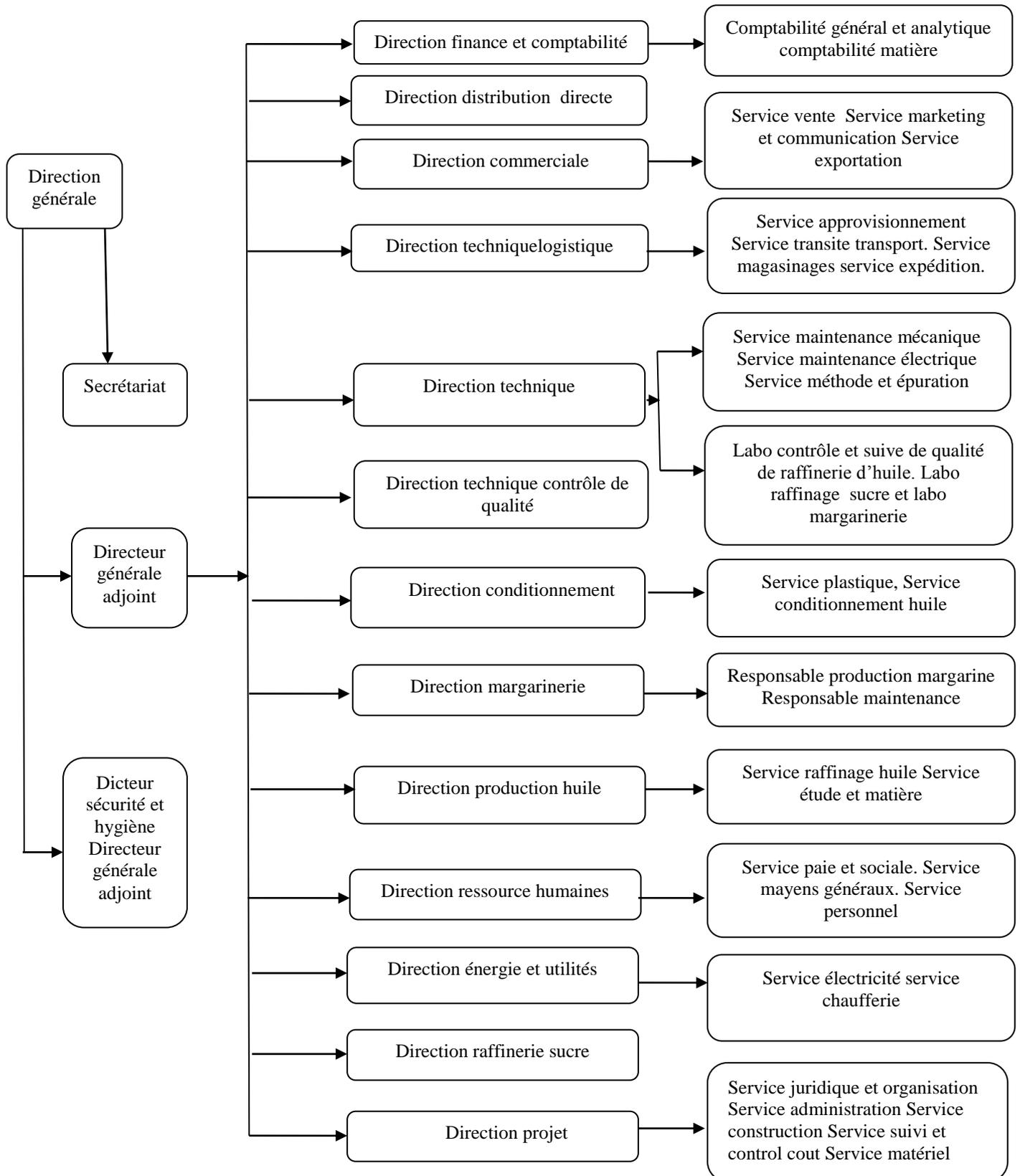


Figure 7 : Organigramme de l'entreprise CEVITAL

Chapitre II
Matériel et méthodes

Dans le cadre de ce travail, il est question de formuler une margarine allégée au niveau du complexe CEVITAL à base de trois matières grasses. Il est donc important de bien choisir les huiles et les graisses qui vont être utilisées dans le mélange. Dans le but d'évaluer la qualité physico-chimique de la margarine élaborée, des paramètres sont analysés pour la matière première exploitée comme ingrédients à l'instar le taux de solide (SFC), l'indice de peroxyde et l'acidité. Pour le produit élaboré, des tests sont également opérés à savoir son point de fusion, l'humidité, le taux de solide (SFC), la teneur en sel mais aussi l'indice de peroxyde.

I. Matières premières

I.1 Huiles et graisses utilisées dans la margarine

➤ **Huile**

- Colza : Huile à faible teneur en acide érucique raffinée par CEVITAL SPA.

➤ **Graisses**

- Huile de coco: Huile vierge extraite à froid (produite en Sri Lanka) achetée sur le marché public.
- Beurre de karité : Graisse raffinée, importée par l'entreprise.

I.2 Analyses physico-chimiques des matières grasses

I.2.1 Détermination du taux de solide (SFC) par RMN (NF EN ISO 8292 T60-250, 1995)

❖ Principe

La détermination de la teneur en corps gras solides est effectuée à l'aide d'un spectromètre de résonance magnétique nucléaire (RMN) pulsée basse résolution. L'échantillon est tempéré dans un état stable à une température spécifique et ensuite chauffé et stabilisé à la température de mesure. Les températures de mesure sont : 0, 10, 20, 30 et 40°C. Le signal de décroissance de magnétisation des protons dans la phase liquide est mesuré et les corps gras solides sont calculés en référence à un échantillon étalon constitué entièrement de corps gras liquide.

❖ Mode opératoire

La matière grasse utilisée (huile de colza, huile de coco et le beurre de karité) est chauffée dans un bain marie à une température de 80-90° C, après filtration à l'aide du sulfate

de sodium anhydre, la matière grasse récupérée est réchauffée et mise dans 5 tubes. Les tubes sont placés dans l'appareil RMN à 0°C pendant 1h, par la suite chaque tube est remis dans une température de mesure différente à 0 ; 10 ; 20 ; 30 et 40°C pendant 30 min.

❖ **Expression des résultats**

Les résultats sont donnés par un logiciel en pourcentage de solides (taux de solides).

I.2.2 Détermination de l'indice de peroxydes (ISO 3960, 2007)

❖ **Principe**

Consiste en un traitement d'une quantité d'huile en solution dans l'acide acétique et le chloroforme par une solution d'iodure de potassium (KI), le titrage d'iode libéré se fait par une solution de thiosulfate de sodium en présence d'empois d'amidon comme indicateur coloré selon la réaction suivante :



❖ **Mode opératoire:**

Peser 5g d'huile à 0,01g dans un erlenmeyer, ajouter 12ml de chloroforme et 18ml d'acide acétique puis incorporer à cette solution 1ml d'iodure de potassium (KI). Agiter la solution et mettre à l'abri de la lumière pendant une 1mn puis additionner 75ml d'eau distillée et agiter vigoureusement en présence d'empois d'amidon. Titrer avec le thiosulfate de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) à 0,01N et parallèlement effectuer un essai à blanc (sans huile) jusqu'à décoloration totale de la solution.

❖ **Expression des résultats**

L'indice de peroxyde est donné par la relation suivante

$$\text{Ip (méqg O}_2 / \text{kg MG)} = \text{N} \times (\text{V}_1 - \text{V}_0) \times 1000/\text{P}$$

Ip : indice de peroxyde exprimé en milliéquivalent gramme d'oxygène actif par kilogramme de matière grasse.

V 0 : volume de la solution de thiosulfate de sodium pour l'essai à blanc en ml.

V 1 : volume de thiosulfate de sodium utilisé en ml.

N : normalité de la solution de thiosulfate de sodium 0,01N.

P : prise d'essai en gramme.

I.2.3 Détermination de l'acidité (ISO 660, 1996)

❖ Principe

Une neutralisation uniquement des acides gras libres est effectuée par une solution de NaOH à chaud en présence de phénolphtaléine.

❖ Mode opératoire

Préparer dans un erlenmeyer une solution de 75 ml d'alcool neutralisée (Éthanol plus quelques gouttes de phénolphthaléine), titrer avec le NaOH jusqu'à apparition d'une coloration rose). Ajouter 10g d'huile à analyser, qu'on fait dissoudre en portant sur une plaque chauffante, puis procéder à un deuxième titrage des AGL par NaOH à 0,1N jusqu'à apparition de la couleur rose persistante (10 s) et noter la chute de la burette.

❖ Expression des résultats

$$\text{Acidité \%} = M \times N \times V/P \times 10.$$

M : masse molaire d'acide oléique = 282g/mol

N : normalité de NaOH à 0,1N

P : poids de la prise d'essai.

V : volume de NaOH utilisé pour le titrage.

II. Margarine

II.1 Formulation de la margarine à l'échelle laboratoire

La fabrication de la margarine est réalisée à l'échelle laboratoire au niveau de la direction recherche et développement (R&D) du complexe agroalimentaire CEVITAL.

Cette margarine est allégée; contient 60% de phase grasse et 40% de phase aqueuse. décrivant les deux phases séparément comme suit :

La phase continue (phase grasse) est composée d'un mélange de matières grasses (huile de colza (25%), huile de coco (18%) et le beurre de karité (17%) ainsi que d'émulsifiants lécithine de soja et mono et diglylglycérides.

La phase dispersée (aqueuse) est constituée d'eau, de sel et de l'acide lactique.

Ces quantités de matière grasses nécessaire pour la formulation d'une margarine allégée (60-62%) sont déterminées à l'aide d'un logiciel en se référant aux taux de solide déterminés sur la matière première.

D'une part, la phase continue est préparée dans un seau en inox en dissolvant les émulsifiants dans un blend, ce mélange est chauffé à 45°C et mis sous agitation.

En contrepartie, la phase dispersée est préparée en dissolvant le sel dans l'eau et afin d'ajuster le pH (3.5), quelques gouttes d'acide lactique sont incorporées. Cette solution est maintenue à 25°C. En outre, l'émulsification se produit lorsque la phase aqueuse dispersée est incorporée soigneusement à la phase continue fondue où ce mélange est porté à une température de 45°C pendant 10 min sous agitation. Cette dernière est réalisée au moyen d'un agitateur à hélice afin d'obtenir une émulsion homogène.

L'émulsion obtenue est déposée dans une sorbetière (-6°C) où elle se fige et se stabilise sous l'effet du froid. Une agitation manuelle est appliquée.

En fin, la margarine (figure 8) est conditionnée en deux barquettes de (250 g) puis stockée au réfrigérateur à une température de 6°C.



Figure 8 : Margarine élaborée

La figure (9) résume le processus de fabrication de la margarine formulée

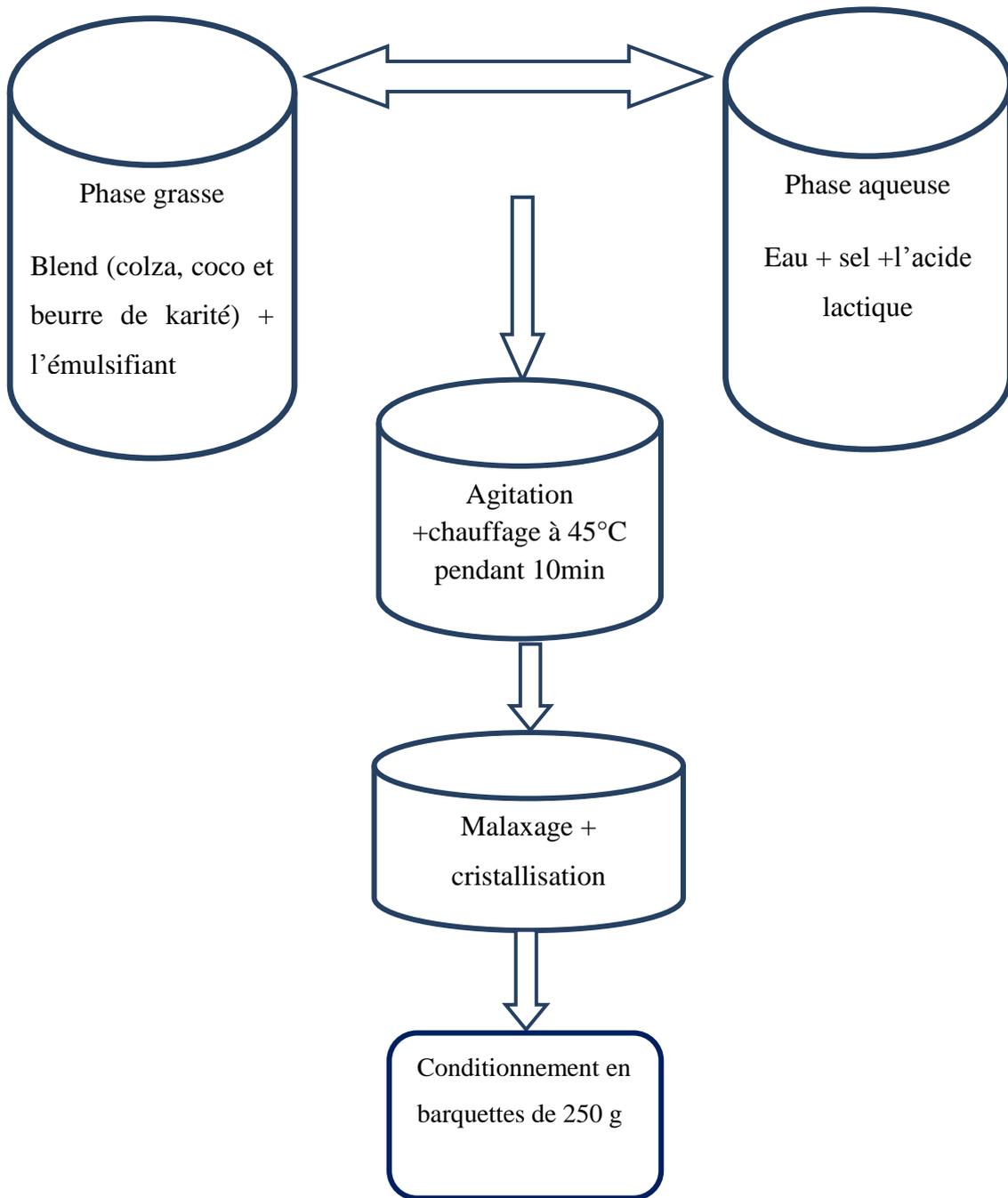


Figure 9 : Schéma de fabrication de la margarine à l'échelle de laboratoire.

II.2 Analyses physico-chimiques de la margarine

II.2.1 Détermination du point de fusion (NE. 1. 2.91, 1988)

❖ Principe

Il est basé sur le passage de la matière grasse de l'état solide à l'état liquide sous l'effet de la température.

❖ Mode opératoire

Une quantité de margarine est liquéfiée, le blend obtenu est filtré puis introduit dans deux tubes capillaires en verre sur une hauteur de 1 cm, par la suite ils sont refroidis au réfrigérateur pendant 15 min. Fixer les deux capillaires à l'aide d'une pince en bois. La pince est suspendue sur les côtés du bécher et les deux capillaires sont immergés dans de l'eau osmosée, ensuite le milieu est chauffé lentement (0,5°C/min) dans un bain Marie. Observer attentivement et noter la température à laquelle les colonnes d'huile commencent à remonter dans les tubes

❖ Expression des résultats

La température notée correspond au point de fusion de la margarine exprimée en °C.

II.2.2 Détermination de l'humidité (ISO 662, 1998)

❖ Principe

Le principe est basé sur la détermination du poids d'une prise d'essai avant et après séchage à l'étuve à une température de 105°C pour une durée de 2h.

❖ Mode opératoire

Peser environ 20g d'échantillons dans une capsule préalablement séchée, ensuite le mettre à l'étuve chauffée à 105°C pendant une durée de 2h. L'échantillon est pesé après refroidissement au dessiccateur.

❖ Expression des résultats

$$\text{Humidité (\%)} = [(P1 - P2)/P] \times 100$$

P 1 : poids de la capsule et la prise d'essai avant chauffage.

P 2 : poids de la capsule et la prise d'essai après chauffage.

P : prise d'essai en gramme (20g).

II.2.3 Détermination de la teneur en sel (NE.1.2.429/1989)

❖ Principe

Consiste à titrer les chlorures contenus dans la prise d'essai par une solution de nitrates d'argent (AgNO_3) et en présence d'indicateur coloré (chromate de potassium).

❖ Mode opératoire

5g d'échantillons sont additionnés à 100ml d'eau distillé préalablement chauffée, après agitation laissé refroidir le mélange, quelques gouttes de chromates de potassium sont ajoutées. Titrer avec une solution de nitrates d'argent jusqu'au virage de la couleur (obtention d'une couleur rouge brique).

❖ Expression des résultats

Le taux de sel est déterminé par l'équation suivante :

$$\text{Ts (\%)} = \text{N.V. } 58.5. 100/\text{M.1000}$$

Où :

Ts : taux ou teneur en sel exprimée en %

N : Normalité d' AgNO_3 (0.1N)

V (ml) : volume en ml d' AgNO_3 utilisé pour le titrage

58.5: Equivalent grammes d' NaCl

M: prise d'essai en g

Chapitre III
Résultats et discussion

I. Résultats et discussion des analyses physico-chimiques des matières grasses

I.1 Taux de solide par RMN

La teneur en solide 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 (NF EN ISO 8292 T60-250, 1995).

Les résultats de la détermination du taux de solide pour les trois huiles sont illustrés dans la figure (10).

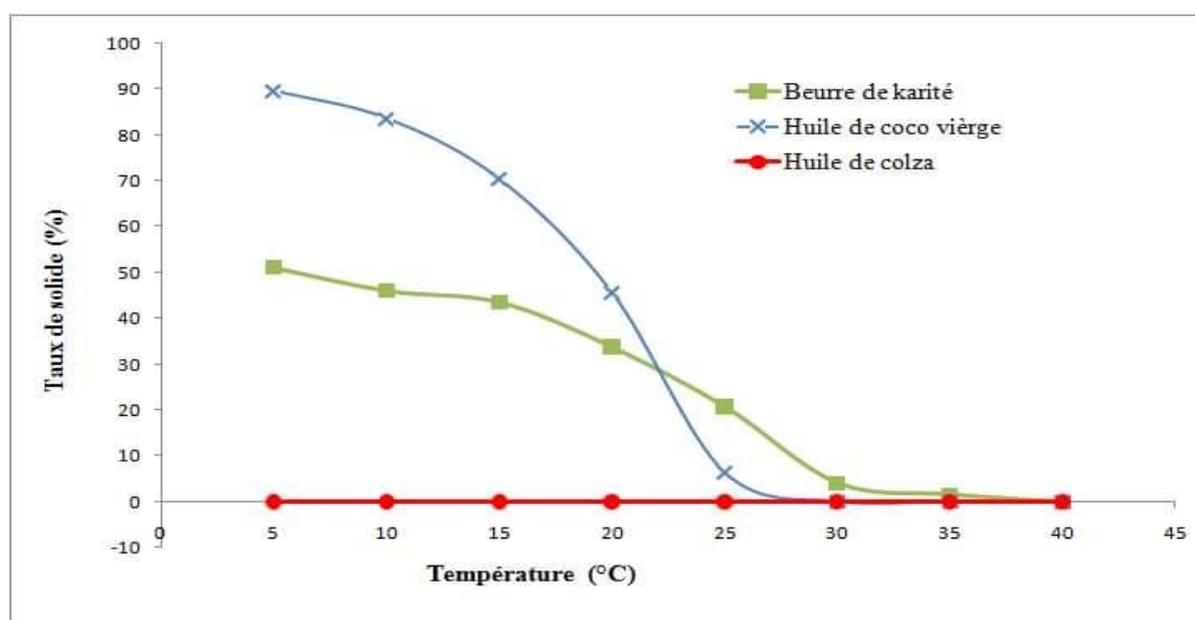


Figure 10 : Les variations du taux de solide en fonction de la température des différents échantillons.

D'après l'allure des courbes, on remarque une diminution nette des taux de solides en allant des basses températures (5°C) vers les hautes températures (40°C). À 37°C, les indices de la SFC (Solide fat content) d'huile de coco et du beurre de karités sont nulles.

Tandis que l'indice de la SFC d'huile de colza reste nulle, malgré l'augmentation des températures. Donc les trois matières grasses analysées fondent facilement dans la bouche (37°C).

La teneur en matières grasses solides d'un mélange de corps gras est responsable de nombreuses caractéristiques fondamentales des produits formulés, telles que l'aspect

physique, les propriétés organoleptiques, la capacité d'étalement ainsi que la plasticité de ce produit (**Teles Dos Santos et al., 2014**).

Dans les travaux de développement de produits impliquant des huiles et des graisses, le profil d'SFC des huiles et graisses ou de leurs mélanges par RMN reste d'un intérêt considérable. Ces profils sont utilisés comme guide pour déterminer si les mélanges de matières grasses sont adaptés à des applications spécifiques (**Braipson-Danthine et Deronne, 2006**).

D'après (**Talbot, 2015**), la SFC des huiles riches en acide gras polyinsaturés (huile de colza) n'est pas suffisante pour obtenir la consistance souhaitable de la margarine et la bonne aptitude à l'étalement à la température d'application (10 à 20°C). Ainsi, afin de préparer des corps gras avec la fonctionnalité souhaitée pour la margarine, il est nécessaire soit de mélanger cette huile liquide avec des matières grasses dure appropriée.

A partir des résultats de RMN obtenues, on déduit que ce mélange de matière grasse permet de formuler une margarine qui s'étale entre 10 à 20°C.

En effet, les quantités des matières grasses (colza, coco et karité) nécessaires pour la formulation d'une margarine allégée (<60% MG) sont déterminées à l'aide d'un logiciel en se référant aux taux de solide déterminés sur la matière première.

Les pourcentages de matière grasse des trois corps gras utilisés sont : colza (25%), huile de coco (18%) et beurre de karité (17%).

I.2. Indice de peroxyde

C'est la quantité de produit présente dans l'échantillon exprimée en milliéquivalent gramme d'oxygène actif par kilogramme de corps gras oxydant l'iodure de potassium (**ISO 3960, 2007**).

Les résultats de la détermination de l'indice de peroxyde pour les matières grasses utilisées sont illustrés dans la figure (11).

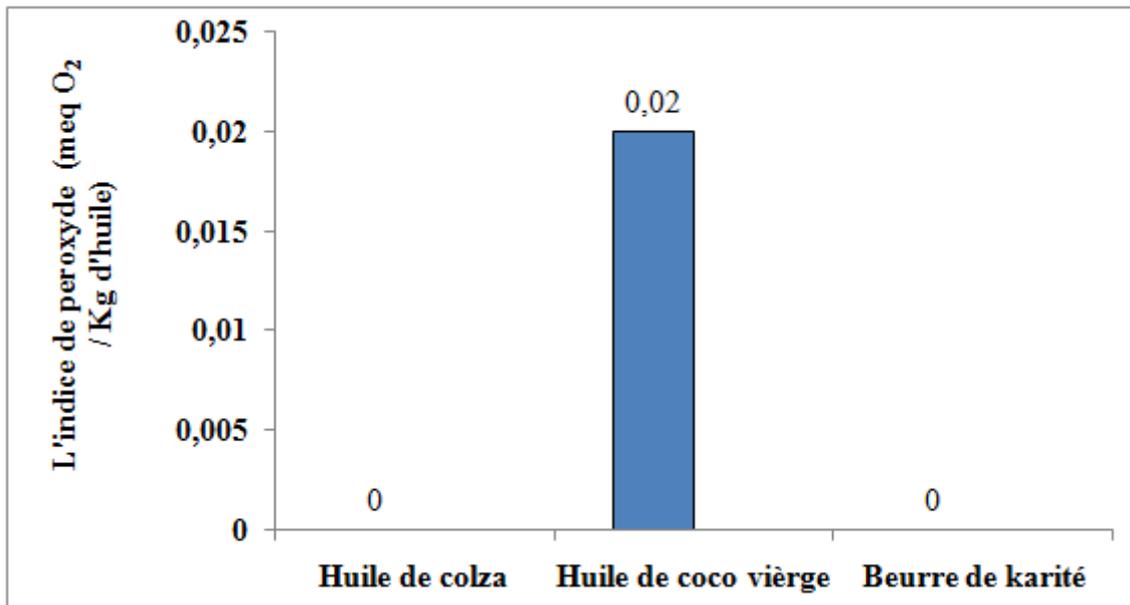


Figure 11 : Indice de peroxyde pour les trois matières grasses.

Les résultats relatifs à l'indice de peroxyde (IP) indiquent que l'huile de coco présente l'indice le plus éminent avec 0,2 meq O₂/kg d'huile tandis que l'huile de colza et le beurre de karité possèdent des indices de peroxyde nuls.

L'indice de peroxyde est un critère très utile et d'une sensibilité satisfaisante pour apprécier les premières étapes d'une détérioration oxydative (**Perrin, 1992**). il indique en fait, la quantité d'acides gras déjà rances (**Aïssi et al., 2009**).

Les matières grasses ont un indice de peroxyde très faible et inférieur à la norme d'ISO (2007) qui préconise un indice inférieur ou égal à 10meq O₂/kg d'huile.

I.3 Acidité

L'acidité est le pourcentage d'acide gras libre dans une matière grasse, elle est exprimée en pourcentage d'acide oléique (**ISO 660,1996**).

Les résultats de la détermination de l'acidité pour les trois huiles sont illustrés dans la figure (12).

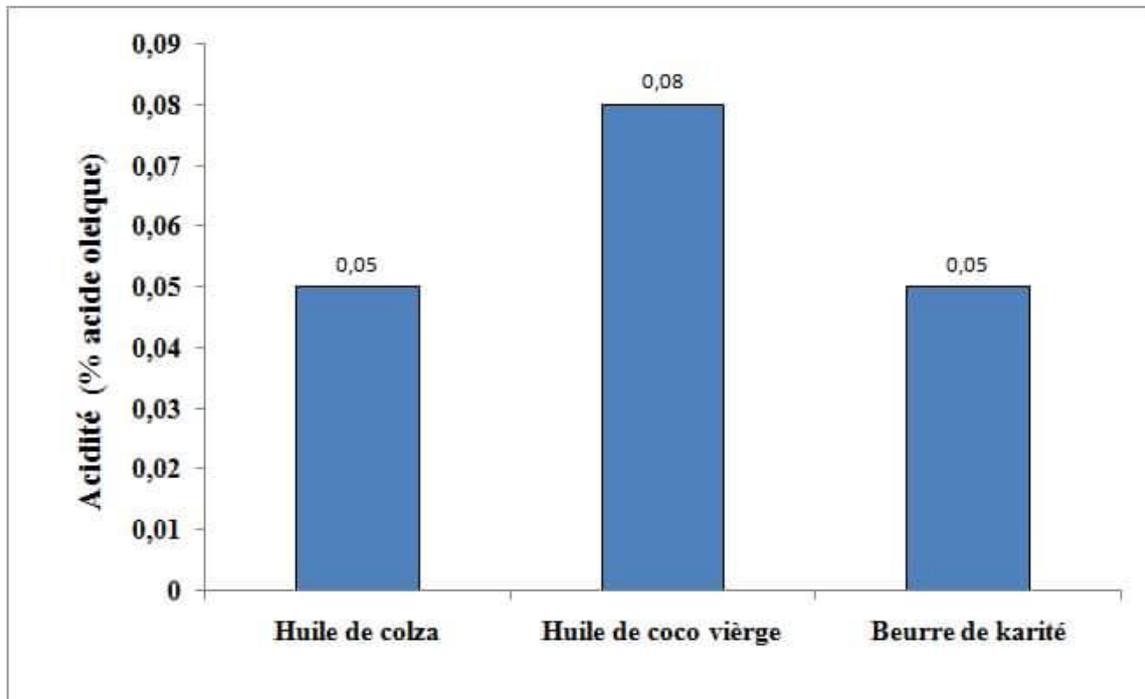


Figure 12: Taux d'acidité des trois matières grasses.

Au vu des résultats exprimés dans la figure (12), l'huile de coco présente l'acidité la plus élevée avec 0,08 % suivie par l'huile de colza et le beurre de karité qui présentent des pourcentages de 0,05 %.

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).

Les résultats obtenus montrent que les huiles analysées ont une acidité acceptable, qui est en dessous de la valeur indiquée par ISO (1996) qui est de 0,3%.

II. Résultats et discussion des analyses physico-chimiques de la margarine

II.1. Taux de solide par RMN

Le taux en solide à diverses températures, présente des bonnes indications du comportement général de corps gras.

Les résultats de la détermination du taux de solide pour la margarine formulée sont illustrés dans la figure (13).

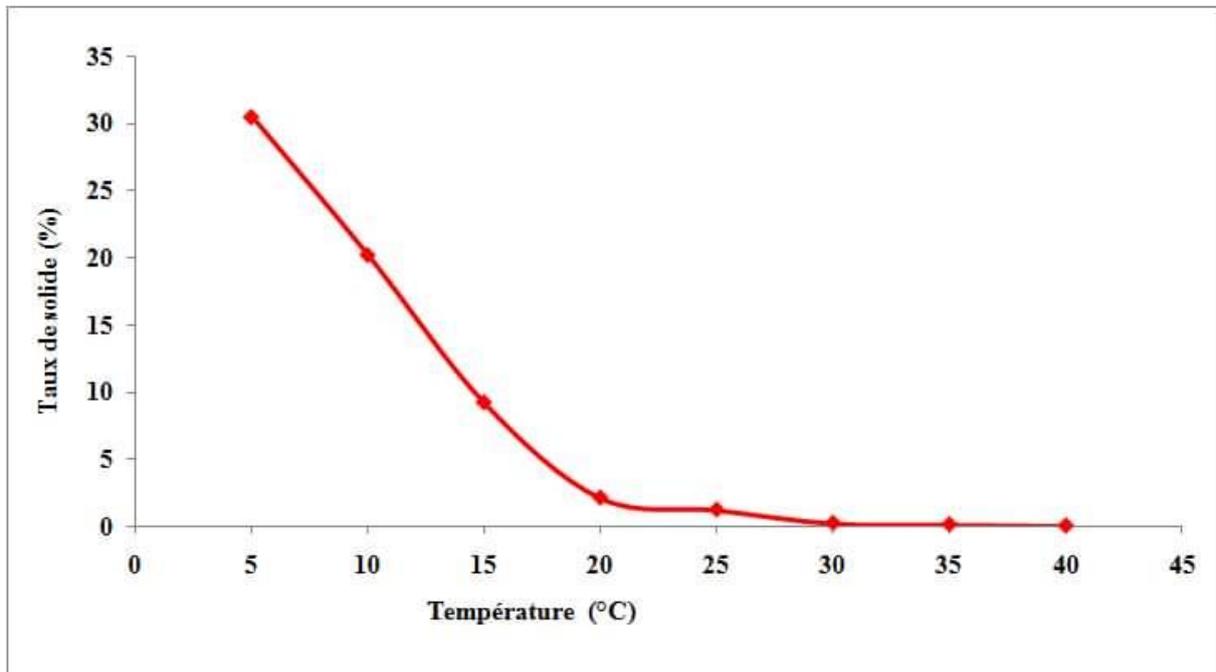


Figure 13 : Taux de solides SFC pour la margarine élaborée.

On remarque que le taux de solides (SFC) décroît au fur et à mesure que la température augmente. Ceci se traduit par la transformation des corps solides en fraction liquide.

La connaissance de la SFC d'un mélange de matières grasses est extrêmement importante pour concevoir et prévoir les performances du mélange en termes de fermeté et de propriétés de fusion, il est responsable de plusieurs caractéristiques propres aux margarines incluant leur aspect et apparence, tendance à la tartinabilité, et les propriétés organoleptiques (Arellano *et al.*, 2015).

Dans la formulation de margarine, la SFC doit être définie à un certain nombre de températures, généralement de 15 à 40°C, pour déduire le domaine d'utilisation (Braipson-Dansthine et Deronne, 2006).

Selon Laventurier (2013) la courbe de la SFC nous renseigne sur (Figure 14)

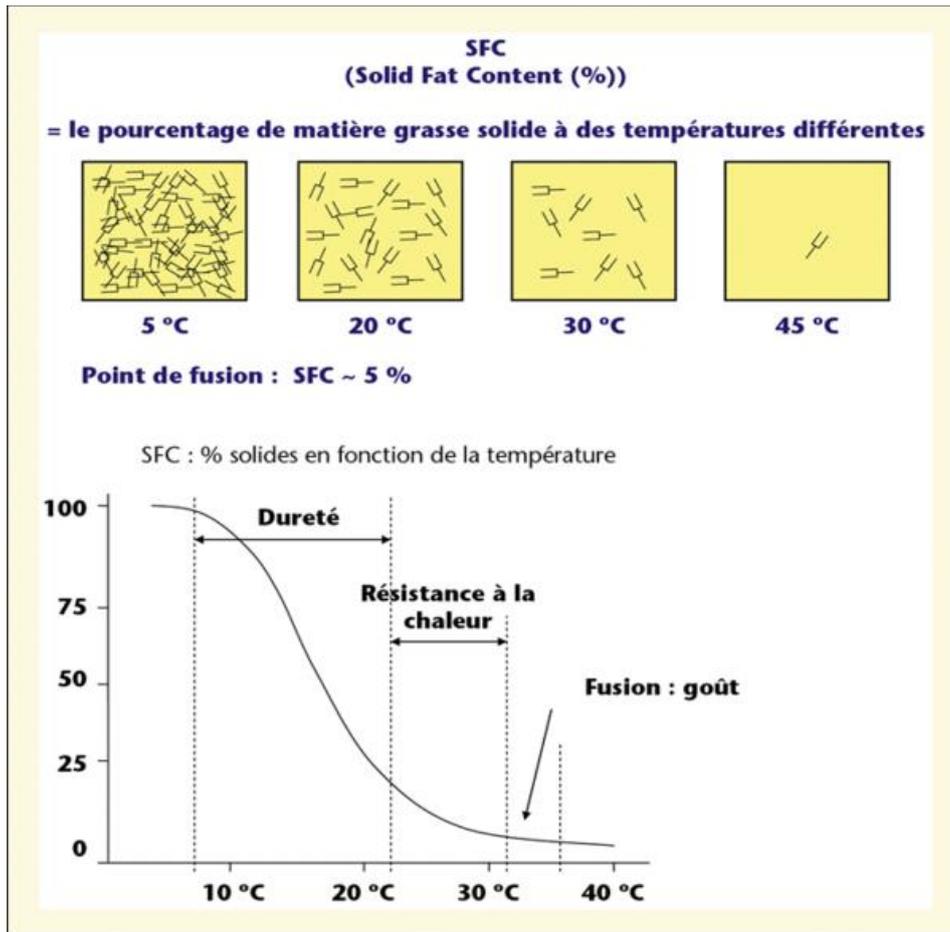


Figure 14 : Taux de solide en fonction de la température (Laventurier, 2013)

La margarine à tartiner ne doit pas dépasser 32% de taux de solide à 10°C (Ribeiro *et al.*, 2009).

Pour la margarine élaborée :

À 5°C l'indice de la SFC est de 30,5%	→	Consistante
À 10°C l'indice de la SFC est de 20,2% < 32%	→	Tartinable
À 35°C l'indice de la SFC est de 0,1%	→	Fondante

II.2. Point de fusion

Le résultat de la détermination du point de fusion pour la margarine est illustré dans la figure (15).

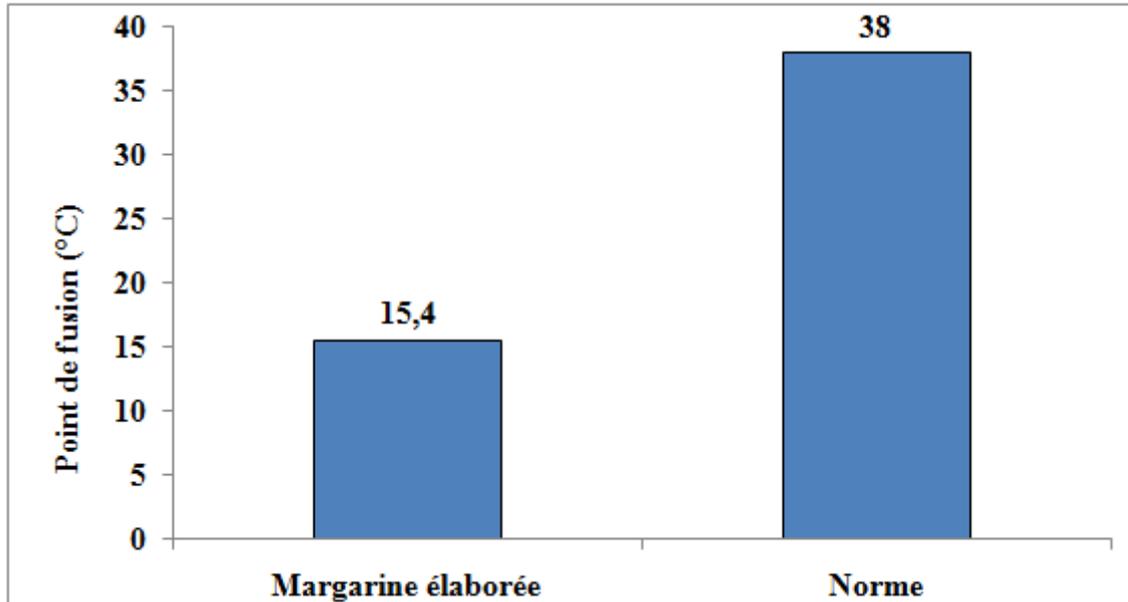


Figure 15: Point de fusion de la margarine élaborée.

D'après (Morin, 2013), le point de fusion dépend de plusieurs paramètres attribués à la structure des triglycérides, ces paramètres sont :

- Longueur de la chaîne carbonée : le point de fusion croit avec la longueur de la chaîne carbonée.
- Nombre de doubles liaisons : les acides gras saturés ont un point de fusion élevé que les acides gras insaturés dont la chaîne carbonée est de même longueur.
- Forme géométrique : le point de fusion des formes cis est plus bas que celui des formes trans.

Le point de fusion 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).

D'après les résultats obtenus on remarque que la margarine formulée présente un point de fusion faible de l'ordre de 15,4°C. Cela peut s'expliquer par le profil d'acide gras du blend utilisé qui est riche en acides gras polyinsaturé (α linoléique) rapporté par l'huile de colza qui représente à son tour la valeur la plus élevée en terme de poids (25%) dans cette formulation. Malgré que la valeur de point de fusion est faible elle reste toujours conforme à la norme interne de l'entreprise (inférieure 38°C).

II.3 Indice de peroxyde

Le résultat de la détermination de l'indice de peroxyde pour la margarine élaborée est illustré dans la figure (16) ci-après

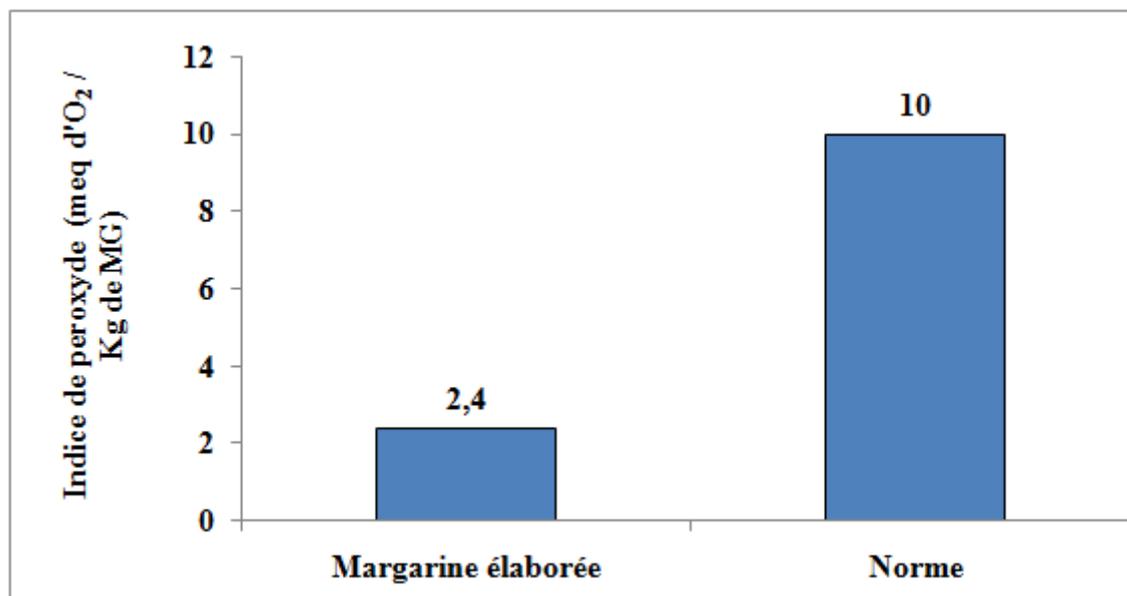


Figure 16: Indice de peroxyde de la margarine élaborée.

L'indice de peroxyde (IP) constitue l'un des critères de qualité de la margarine, il nous renseigne sur l'altération des corps gras par oxydation, inconvénient majeur touchant essentiellement les acides gras libres, ce qui confère à la margarine un goût et une odeur de rance (Karleskind et wolff, 1992; Himed et Barkat, 2014). Notre margarine formulée présente un indice de peroxyde (2,4 meq O₂/kg) inférieure à 10 meq O₂/kg maximum requis par les normes, ce qui indique que le taux d'oxydation est très faible.

II.4 Taux de l'humidité

Le résultat de la détermination de l'humidité pour la margarine est présenté dans la figure (17).

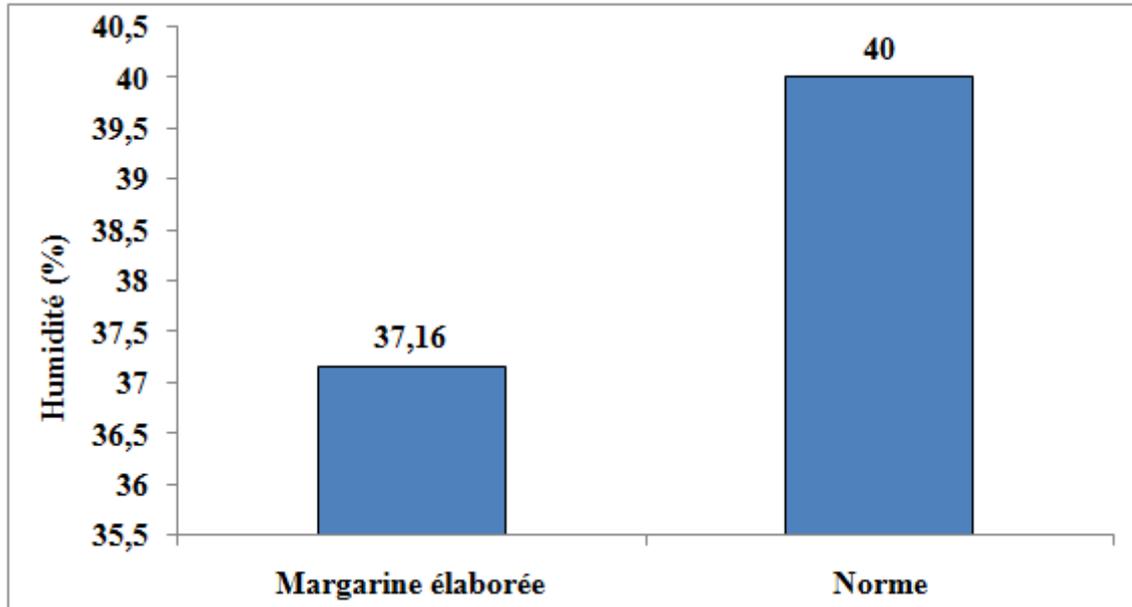


Figure 17: Taux d'humidité de la margarine élaborée

Le résultat obtenu (37,16%) est très proche et compatible à la teneur fixée en amont de la formulation initiale qui contient une teneur inférieure à 40% de la phase aqueuse et elle répond à la définition de la margarine allégée (ISO 347, 2013).

II.5. Taux de sel

Le résultat de la détermination de taux sel pour la margarine est présenté dans la figure (18)

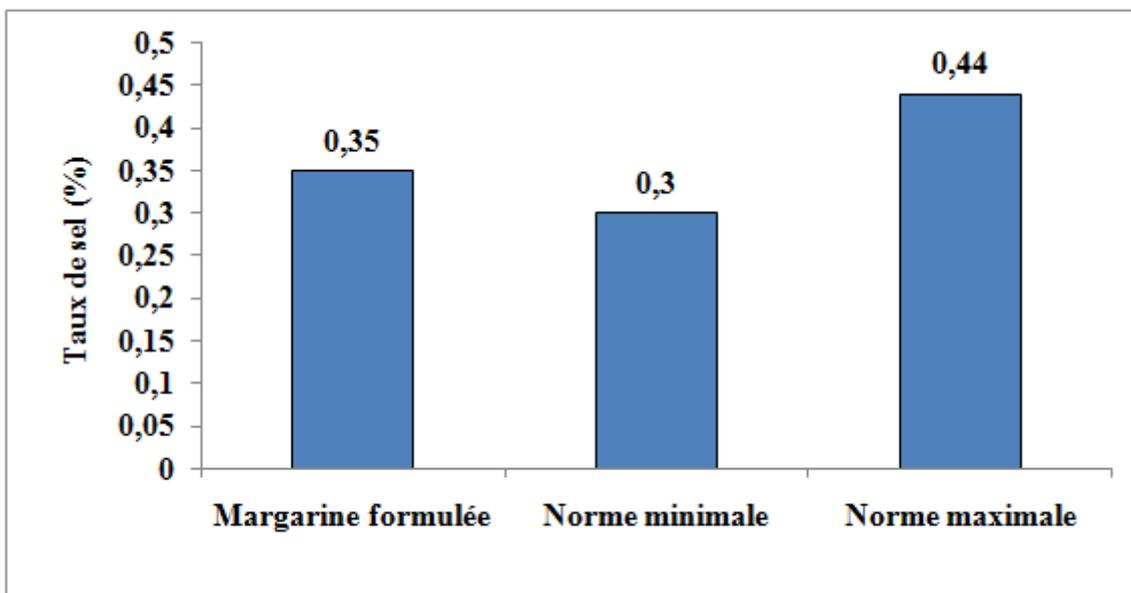


Figure 18: Taux de sel de la margarine élaboré

L'addition de sel à la margarine a pour but d'améliorer les caractéristiques organoleptiques (le goût) et également d'inhiber le développement de certaines bactéries, ce qui permet le prolongement de conservation (**Morris *et al.*, 2003**). La teneur en sel (NaCl) de la margarine formulée (0,35%) est conforme à la norme interne de l'entreprise (0,3-0,44%).

Conclusion et Perspectives

Conclusion et perspectives

L'étude réalisée à l'échelle laboratoire au niveau de la direction recherche et développement (R&D) du complexe agroalimentaire CEVITAL dont l'objectif était la formulation d'une margarine allégée avec 60% de matière grasse et élaborée à base de trois types de matières grasses (huile de colza, huile de coco et le beurre de karité) qui sont riches en acides gras mono-insaturés, polyinsaturés mais aussi d'acides gras saturés à chaîne moyenne. En revanche, un accent particulier est mis sur la sélection de ces huiles afin d'obtenir les propriétés nutritionnelles souhaitées.

Le présent travail a englobé en premier lieu, l'étude de quelques caractéristiques physicochimiques de la matière première utilisée pour l'élaboration de la margarine à l'instar l'acidité, l'indice de peroxyde ainsi que le taux de solide (SFC) de l'huile de colza, de coco et le beurre de karité. Les résultats obtenus dans cette partie indiquent que les différents types de matières grasses qui ont été destinés à la formulation du produit (margarine) répondent aux normes en vigueur.

Le deuxième volet a été consacré à la l'incorporation des ingrédients précédemment cités dans la margarine selon la recette préétablie et d'évaluer par la suite certains de ses paramètres physicochimiques tels que le taux de solide, indice de peroxyde, point de fusion, humidité et sa teneur en sel.

À l'issu des résultats obtenus, nous pouvons parachever que, pour l'indice de qualité testé (indice de peroxyde) ainsi que les autres paramètres testés, sont conformes aux normes établies par l'entreprise.

L'ensemble des résultats obtenus au fil de cette étude n'est qu'une ébauche dans la recherche, il est judicieux d'approfondir ce travail en considérant les aspects suivants:

- Détermination qualitative et quantitative de la teneur en acides gras;
- Effectuée une évaluation sensorielle.
- Réaliser un suivi de la date limite de consommation (DLC) de la margarine élaborée ;
- Adjonctions de conservateurs naturels afin d'améliorer les caractéristiques organoleptiques et de prolonger la durée de conservation ;

References Bibliographiques

Abdul-Hammed M., Jaji A et Adegboyega S. (2020).Comparative studies of thermo physical and physicochemical properties of Shea butter prepared from cold press and solvent extraction methods. *Journal of King Saud University - Science*, 3 (4):2343-2348.

Abdul-Mumeen I, Beauty D.et Adam A. (2018).Shea butter extraction technologies: current status and future perspective. *African Journal of Biochemistry Research*, 13 (2):9-22.

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.

Amegah K., Brahuah E. et Stranges S. (2019).Cooking with Shea butter is associated with lower blood pressure in the Ghanaian population. *Int. Site Web*:<https://doi.org/10.1024/0300-9831/a000587>. consulté le 03/07/2020.

Agarwal R et Bosco S. (2017).Extraction Processes of Virgin Coconut Oil. *MOJ Food process Technol*, 4 (2): 00087.

Arellano M. et Norton T., Smith P. (2015). Specialty oils and fats in margarines and low-fat spreads. In: "Specialty Oils and Fats in Food and Nutrition". Talbot G. (Ed). Wood head publishing. pp. 241-270.

Axelos M. et Cherbut C, (2015). Quels aliments pour qui ?. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 50 (6) : 6555-6560.

Battu C. (2013). La prise en charge nutritionnelle d'un adulte atteint d'hypercholestérolémie. *Actualités pharmaceutiques*, 52 (537) : 55-58.

Bodjolle-D'almeida L. (2018).Intérêt des plantes issues de la biodiversité brésilienne et africaine dans les soins capillaires. Thèse de doctorat de pharmacie. Université d'Aix-Marseille, faculté de pharmacie, 107 p.

Boisseau W., Stefanizzis S., Sella F. et Ameri A.(2015).Chirurgie bariatrique et carence en vitamine A .*Pratique Neurologique - FMC*, 6 (4): 270-273.

Bogaert L. (2017). Etude et modélisation du pressage continu des graines oléagineuses. Thèse de doctorat de Génie des procédés Industriels et Développement Durable. Université de sorbonne, 159 p.

Bovet C. (2017).Aspects botanique, applications et perspectives thérapeutiques de *coco nucifera*L. Thèse de doctorat de pharmacie. Université de Nantes, faculté de sciences pharmaceutiques et biologiques, 93 p.

- Braipson-Dannthine S et Deronne C. (2006).**Determination of solid fat content (SFC) of binary fat blends and use of these data to predict SFC of selected ternary fat blends containing low-erucic rapeseed oil. *Journal of the American Oil Chemist's Society*, 83(7): 571-581.
- Breuleux-jacquesson N. (2005).**Dites non au cholestérol. Alpen, monaco, France, 79p.
- Bridier B. et Konkobo C. (2008).**L'influence de la coordination marchande sur les pratiques de production et la gestion de la qualité: fabrication de beurre de karité au Burkina Faso. Site Web : <https://agritrop.cirad.fr/548870/>, consultée le 19 /06/2020.
- 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.
- Chaugui N., Djerroud N., Naraoui F., Hadjal S.,Aliane K., Zeroual B. et Larbat K. (2015).**Physicochemical properties and storage stability of margarine containing *Opuntia ficus-indica* peel extract as antioxidant. *Food Chemistry*, 173: 382-390.
- Chen X., Fu S., Hou J., Guo J., Wang J. et Yang X.(2016).** Zein based oil-in-glycerol emulgels enriched with β -carotene as margarine alternatives. *Food Chemistry*, 211:836-844.
- Chew S. (2020).** Cold-pressed rapeseed (*Brassica napus*) oil: chemistry and functionality. *Food Research International*, 131: 108997
- Crump G. (1958).**The technology of margarine manufacture. *Progress in the Chemistry of Fats and other Lipids*, 5: 311-321.
- Dave A., Ye A et Singh M. (2019).**Structural and interfacial characteristics of oil bodies in coconuts (*Cocos nucifera* L). *Food Chemistry*, 276:129-139.
- Diarassouba N.,Koff K., N'Guessan K., Damme P et Sangare A.(2008).**Connaissances locales et leur utilisation dans la gestion des parcs à karité en Côte d'Ivoire. *afrika focus*, 21 (1): 77-96.
- Dumancas G.,Kasi Viswanath L., De leon A., Ramasahayam S .,Maples R., Koralege R., Perera N., Langford J., Shakir A. et Cstle S. (2016).** Health benefits of virgin coconut oil. In: "vegetable oil Properties, uses and benefits". Holt B. (Ed). Nova. New York, USA.pp. 162-208.
- Eskin N. (2016).**Rapeseed Oil/ Canola.In : "Encyclopedia of Food and Health".Caballero B., Finglas P.M.,Toldrá F. (Ed). Academic Press. Pp 581-585.
- Ferreira J., Santos J., Breitzkreitz M., Ferreira J., Lins P., Farias S., Morias D., Eberlin M et Bottoli C. (2019).**Characterization of the lipid profile from coconut (*Cocos nucifera* L) oil of different varieties by electrospray ionization mass spectrometry associated with principal component analysis. *Food Research International*, 123: 189-197.

Garti H., Agbemafle R. et Mahunu G. (2019).Physicochemical properties and fatty acid composition of shea butter from tamale, northrn GHANA. UDSinternational journal of development, 6 (3):34-40.

Ghani N., Channip A.,Hwa P., Ja'afar F., Yasin H., Yasin.et Usman A. (2018). Physicochemical properrties, antioxidant capacities and metal contents of virgin coconut oil produced by wet and dry processes.Food Science &Nutrition, 6 (5): 1298-1306.

Guillén M., Ibragotia M. et Sopelana P.(2016). Margarine: composition etanalyse. Encyclopedia of food health, 646-653.

Gugule S., Fatimah F., Maanari C et Tallei T. (2020). Data on the use of virgin coconut oil and bioethanol produced from sugar palm sap as raw materials for biodiesel synthesis. Data in Brief, 29:105199.

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.

ISO 347. (2013). Matières grasses tartinables :Interntionellestandarorganition . p 819-826.

Jacotot B. et Campillon B. (2003).Nutrition humaine. 3éme édition, Masson, paris, France. 311p.

Juneja1 L.,Wilczynska A., Singh R., Takahashi T., Pella D., Chibisov S., Abramova M., Hristova K., Fedacko J., Pella et Wilson D. (2018).EvolutionaryDiet and Evolution of Man in the role of functionalfoodsecurity in global health. In: "The Role of Functional Food Security in Global Health". Watson R., Singh R., Takahashi T. (Ed). Academic Press. pp. 71-85.

Joris P et Mensink R. (2016).Effect of Dietary Fatty Acid Intake on Cardiovascular Disease.In: "Functional DietaryLipids". Thomas A.B.S. (Ed.). Woodhead Publishing. pp. 177-191.

Kaiser D., Handschin S., Rohr R., Bachier Set Grabenweger G. (2020).Co-formulation of Beauveriabassiana with natural substances to control pollen beetles-synergy between fungal spores and colza oil. Biological Control, 140: 104106.

Kapseu C. (2009).Production, analyse et applications des huiles végétales en Afrique. Site Web: <http://www.ocl-journal.org>, consultée le 22/06/2020.

Karleskind A. (1992). Manuel des corps gras. Edition Tec & Doc. Paris. Tome I et Tome II. P : 1579.

Karleskind A et Wolff J.(1992).Manuel des corps gras. Ed : Tech et Doc. Paris. pp : 1579

Kone K. (2001). Fabrication artisanale de margarine. Site web: <http://www.gtz.de/gate/.page>. Consultée le 28/05/2020.

Kpegba K., Kpokanu S., Simalou O., Novidzro K et Koumaglo K. (2017). Evaluation des techniques de production du beurre de karité au Togo. Site Web: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i4.14>. Consultée le 19 /06/2020.

Lin S., He P., Chau C., Liou B., Li S. et Pan M. (2018). The feasibility study of natural pigments as food colorants and seasonings pigments safety on dried tofu coloring. *Food Science and Human Wellness*, 7 (3):220-228.

Laventurier M. (2013). Impact des formulations de margarines sur le process en boulangerie et pâtisseries artisanales et industrielles. *Fonctionnalité des huiles*, 20 (3):160-164p.

Marcus J. (2013). *Food Science Basics: Healthy cooking and Baking Demystified*. In: "culinary nutrition" Academic press, USA, P 51-97.

Merrien A., Carre P et Quinsac A. (2012). A variety of oilseed resources potentially serving the development of green chemistry. *Oilseeds and Fats Crops and Lipids*, 19(1): 6-9.

Mistretta V., Delanaye P., Chapelle J., Souberbielle J et Cavalier E. (2008). Vitamine D2 ou vitamine D3 ? *La revue de Médecine Interne*, 29 (10): 815-820.

Morris DetVaisey-Genser M. (2003). Margarine | Dietary Importance. In: *Encyclopedia of food sciences and Nutrition* 2nd edition, Ed. Liu Z T and Finglas M. pp. 3719-3725.

Monnier L., Colette C., Rochd D. et Belfatmi M. (2020). Les graisses alimentaires : amicales ou inamicales ? *Médecine des maladies métaboliques*, 14 (2): 114-125.

Morin O. (2013). Functional approach to the use of palm oil – Labelling regulatory evolution. *Oilseeds and fats, crops and lipids*, 20 (3) : 143-146.

Morin O. et Pagés-Xatar-Parés X. (2012). Huiles et corps gras végétaux : ressources fonctionnelles et intérêt nutritionnel. *Dossier fonctionnalités des huiles*, 19(2) : 63-75.

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.

Oduro-yeboah C., Ackah N., Akonor P., Amponsah Set Mboom F. (2020). Food safety knowledge and practices among fresh coconut vendors. *Scientific African*. 8: 00392.

Perrin J. (1992). Détermination de l'alteration. In: "manuel des corps gras". Vol. 2. Ed. tec et doc. Lavoisier. 1201-1204.

Premlal Ranjith H et Wijewardene U. (2006). Lipid emulsifiers and surfactants in dairy and bakery products. In: "Modifying lipids for use in food". Frank D.G. (Ed). Woodhead publishing. pp. 393-428.

Rohman A., Irnawati., Erwanto Y., Lukitaningsih E., Rafi M., Fadzilah N., Anjar W., Sulaiman A et Zakaria Z.(2019). Virgin Coconut Oil: Extraction, Physicochemical Properties, Biological Activities and its Authentication Analysis. Site Web: <https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1687515>, consulté le 10/08/2020.

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.

Saillard M. (2010). Margarine et matières grasses transformées. *Cahier de Nutrition et de Diététique*, 45 (5): 274-280.

Schlienger J.(2017). Existe-t-il un modèle alimentaire optimal ?. *Médecine des maladies métaboliques*, 11(3) : 266 -271.

Schlienger L. (2017). Prise en charge nutritionnelle dans la prévention et le traitement des maladies chroniques. *Médecine des maladies métaboliques*, 11(3) : 258-265.

Srivastava Y., Semwal A. et Sharma G. (2018). Virgin coconut oil as functional oil. In: “Therapeutic, Probiotic, and Unconventional Foods “ Alexanderu M.G and Alina M.H. (Ed). Academic press. pp. 291-301.

Talbot G. (2015). Tropical exotic oils: Properties and processing for use in food. In:”Specialty Oils and Fats Food and Nutrition.” Talbot G. (Ed). Woodhead publishing. pp.87-123.

Taarji N., Vodo S., Bouhoute M., Khalid N., Hafidi A., Kobayashi I., Neves M., Isoda Net Nakajima M. (2020). Preparation of monodisperse O/W emulsions using a crude surface-active extract from argan by-products in microchannel emulsification. *Colloids and surfaces A: Physicochemical and engineering*, 585:124050.

Tapernaux A., (1932). Le diacétyle, parfum du beurre et de la margarine. *Le lait*, 12 (120) : 1043-1055.

Teles dos santos M., Gerbaud.V. et Le Roux G. (2014). Solid Fat Content of vegetable oils and simulation of interesterification reaction: Predictions from thermodynamic approach. *Journal of Food Engineering*, 126: 198-205.

Tulashhine S., Appiah G., Akpari E et Saabome S. (2020). Design of Shea nut rotary roasting machine used for Shea butter production in Ghana. *International Journal of thermofluids*, 1-2: 100015.

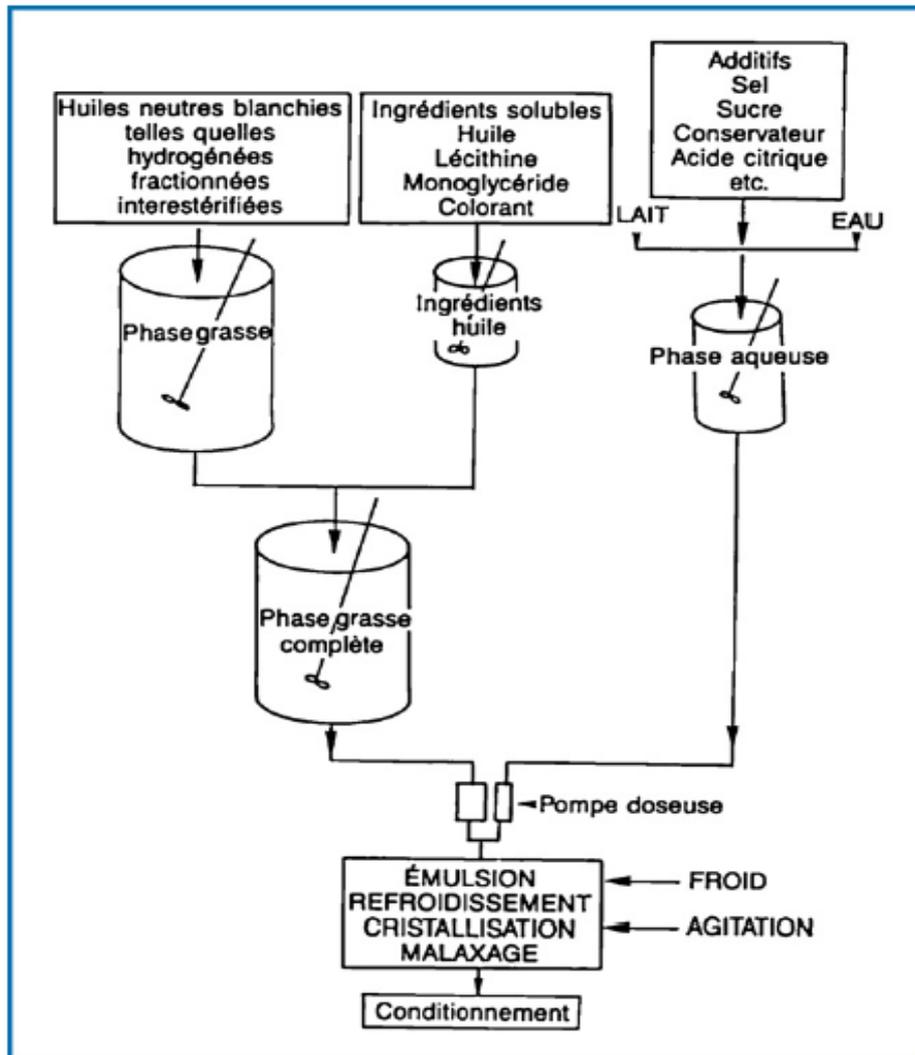
Wanasundara J., Tan S., Alashi A., Pudiel F et Blanchard C. (2017). Proteins from canola/Rapessed : current status. In: “sustainable protein sources”. Sundarshan R., Nadathur W et Laurie S. (Ed). Academic press. Pp285-304.

Wiedermann L. (1978). Margarine and Margarine oil Formulation and control. Journal of the American oil chemists' society, 55: P 823-829.

Xue L., zhang L., Zhang Y., Wang D., wang W., Li Y., Zhang W et Peiwu L. (2020). Review of NIR spectroscopy methods for non destructive quality analysis of oilseeds and edible oils. Trends in Food Science & Technology, 101: 172-181.

Annexes

Annexe I : Diagramme de fabrication de la margarine (Saillard, 2010).



Résumé

Toute incorporation d'un ingrédient d'origine animale ou végétale dans une formulation donnée, entraîne la formation d'un produit qui doit trouver son utilisation pour rentabiliser la filière. La présente étude avait pour objectif d'élaborer une margarine allégée à base de trois matières grasses (huile de colza, huile de coco et le beurre de karité), tout en utilisant une courbe SFC abrupte pour obtenir un produit solide à des températures de réfrigération qui s'étale facilement entre 10 à 20°C et qui a un point de fusion en dessous de 37°C, pour assurer des propriétés des fusion nettes et une bonne sensation en bouche, mais aussi une bonne propriété fonctionnel et nutritionnel. Les résultats des analyses physico-chimiques obtenus sur ces matières grasses montrent qu'elles sont stables et répondent aux exigences de la réglementation et qu'elles pouvaient amplement servir comme ingrédients pour l'élaboration du produit souhaité. Par ailleurs, les analyses physico-chimiques réalisées sur la margarine élaborée s'avère conformes aux normes et à la recette préétablie.

Mots clés : Margarine allégée ; matières grasses ; tartinabilité; analyses physico-chimiques.

Abstract

Any incorporation of an ingredient animal or plant origin in a given formulation leads to the formation of a product which must find its use to make the industry profitable. The objective of the present study was to improve a light margarine made from three fats (rapeseed oil, coconut oil and shea butter), while using a steep SFC curve to obtain a solid product at refrigeration temperatures. Which spreads easily between 10 to 20°C and which has a melting point below 37 ° C, to ensure sharp melting properties and good mouth feel, also has a good functional and nutritional property? The results of the physicochemical analyzes carried out on these fats have increased that they are stable and meet regulatory requirements and that they can be widely used as ingredients for the development of the desired product. In addition, the physico-chemical analyzes carried out on the prepared margarine are found to comply with the standards and the pre-established recipe.

Keywords: Light margarine; fat; spreadability; physico-chemical analyzes.