

REPUBLIQUE ALGERIENE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université A. MIRA – BEJAIA



Faculté de Science et technologie

Département de Génie des Procèdes

Filière : Génie chimique

## Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme

### MASTER

Présenté par : Mme AOURIR Asma & Mme AMRANE Dounia

Thème

**Étude comparative des différentes variétés de margarine  
Présentées sur le marché au niveau de complexe CEVITAL**

Prévue le 4/07/2023

Devant le jury composé de :

Nom et prénom	Grade		
KERROUCHE Djamila	M.C.B	Université Bejaia	Présidente
IHAMOUCHEN Chadia	M.C.A	Université Bejaia	Examinatrice
HAMOUR Nora	M.C.A	Université Bejaia	Encadrante

Année Universitaire : 2022 /2023

## Remerciements

*En préambule à ce travail nous remerciant ALLAH qui nous aide et nous donne la patience et le courage durant ces longues années d'étude.*

*Nous souhaitant adresser nos remerciements les plus sincères aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce travail ainsi qu'à la réussite de cette formidable année universitaire.*

*Ces remerciements vont tout d'abord au corps professoral et administratif de Département de Génie des procédés, pour la richesse et la qualité de leur enseignement et qui déploient de grands efforts pour assurer à leurs étudiants une formation actualisée.*

*Nous tenons à remercier vivement notre promotrice : Dr. HAMOUR Noura, d'avoir accepté de nous encadrer. Nous remercions aussi pour son aide, ces conseils, ses orientations et pour sa patience, sa disponibilité intellectuelle qui a contribué à améliorer notre réflexion.*

*Comme nous tenons à remercier les membres du jury d'avoir accepté d'évaluer ce travail.*

*Nous adressons aussi nos plus vifs remerciements à Monsieur BOUCHETA Malek de nous avoir accordé un stage au niveau Cevital pour la réalisation de notre mémoire*

*Nous remercions vivement tout le personnel du laboratoire de physico-chimie de la margarinerie «Cevital» pour leurs précieuses aides et leurs disponibilités et surtout Monsieur BOUKHIMA Hammou et Monsieur HADJAL Samir directeur de service recherche et développement de l'entreprise.*

*On n'oublie pas nos parents pour leur contribution, leur soutien et leur patience. Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous nos proches amis, qui nous ont toujours encouragées au cours de la réalisation de ce mémoire.*

*Merci à tous et à toutes.*

## *Dédicace*

*Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la reconnaissance, c'est tout simplement que : Je dédie ce travail à :*

*A Ma tendre Mère Wahiba : Tu représentes pour moi la source de tendresse et l'exemple de dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager. Tu as fait plus qu'une mère puisse faire pour que ses enfants suivent le bon chemin dans leur vie et leurs études.*

*A Mon très cher Père Hakim : Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail et le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation le long de ces années*

*A mes grands-mères : Hlima Yamina*

*A mes chers frères : Elkhier Akram*

*A mes chères sœurs : Sana Rana*

*A mes chers tantes : Khadra Linda Djazia Loubna*

*A mes très chère amies : Yousra, Amina, Imane.*

*A toute la famille AMRANE.*

*A madame HAMOUR Noura : Cette humble dédicace ne saurait exprimer mon grand respect et ma profond estime, que dieu vous procure bonne santé et long vie.*

*Ama Binôme : Asma*

*A tous mes enseignants depuis mes premières années d'études.*

*A tous ceux qui me sens chers et que je n'ai pas cité*

***Amrane Dounia***

## *Dédicace*

*Je dédié ce modeste de travail :*

*A ma chère mère,*

*A mon cher père,*

*Pour leurs sacrifices, leur amour et leurs soutiens*

*Tout Au long de ma vie*

*A mes frères*

*A toute ma famille A tous mes amis (es) et proches et la lumière de mes yeux Km.*

*A madame H Noura : Cette humble dédicace ne saurait exprimer mon grand respect et ma profond estime, que dieu vous procure bonne santé et long vie.*

*A ma Binôme : dounia*

*A tous mes enseignants depuis mes premières années d'études.*

*A tous ceux qui me sens chers et que je n'ai pas cité*

*Aourir asma*

# Sommaire

## Liste des abréviations

## Liste des figures

## Liste des tableaux

<b>Introduction générale.....</b>	<b>1</b>
<b>Etude bibliographiques.....</b>	<b>3</b>
<b>Chapitre I : Présentation de complexe CEVITAL</b>	
I.1 Implantation.....	3
I.2 Principales activités du complexe.....	4
I.3. Organigramme.....	4
I.4 Présentation de la raffinerie d’huile.....	4
I.5 Présentation de la margarinerie (CEVITAL) .....	4
I.5.1 Rez-de-chaussée.....	4
I.5.2 Premier étage.....	5
I.5.3 Deuxième étage.....	5
I.6 Présentation de la direction de recherche et développement (Cevital)	5
<b>Chapitre II : Contexte et fondements de La margarine et du beurre</b>	
<b>II.1.Généralités sur la margarine</b>	
II.1.1. Historique.....	7
II.1.2. Définition.....	7
II.1.3. Composition de la margarine.....	7
II.1.3.1 Phase grasse.....	8
II.1.3.2. Phase aqueuse.....	9
II.1.3.3 Additifs.....	10
II.1.3.3.a Ingrédient liposolubles.....	10
II.1.3.3.b Ingrédients hydrosolubles.....	11
II.1.4 Différents types de margarine.....	12
II.1.4.1 Margarine classique.....	12
II.1.4.2 Margarines allégées {santé} .....	12
II.1.4.3 Margarines destinées à l’industrie agro-alimentaire.....	12

II.1.4.4 Margarine à tartiner.....	13
II.1.5 Caractéristiques de la margarine.....	13
II.1.5.1 Caractéristiques physiques.....	13
II.1.5.2 Caractéristiques chimiques.....	13
II.1.5.3 Caractéristiques bactériologiques.....	14
I II.1.5.4 Caractéristiques nutritionnels .....	14
I.1.5.5 Caractéristiques organoleptiques .....	14
II.1.6 Conservation.....	15
II .1.6.1 Influence de la température.....	15
II.1.6.2 Influence de l’humidité relative.....	15
II.1.6.3 Influence du mouvement d’air.....	15
II.1.7 Altération de la margarine.....	15
II.1.7.1 Altérations chimiques.....	15
II.1.7.2 Altérations physiques.....	16
II.1.7.3 Altérations microbiologiques.....	16
<b>Partie 2 : Généralité sur le beurre</b>	
II.2.1 Définition.....	17
II.2.2 Compositions physicochimique du beurre.....	17
II.2.3 Différents types du beurre.....	18
II.2.4 caractéristiques du beurre.....	19
II.2.4.1 Caractéristiques physico-chimiques.....	19
II.2.4.2 Caractéristiques microbiologiques.....	20
II.2.5. La Conservation du beurre.....	20
II.2.6 Altération du beurre.....	20
II.2.7 Comparaison générale entre le beurre et la margarine.....	21
<b>Chapitre III : Technologie de fabrication</b>	
III.1 Fabrication de la margarine selon le complexe de CEVITAL.....	22
III.1.1 Raffinage d'huiles.....	22
III.1.1.a Raffinage chimique.....	22
III.1.1.b. Raffinage physique.....	25
III.1.2 Traitement des huiles raffiné.....	25
III.1.2.a L’inter-estérification.....	25
III.2.b Fractionnement.....	26

III.1.3. Préparation de la phase aqueuse.....	26
III.1.4. Préparation de la phase grasse.....	26
III.1.5 Préparation des émulsifiants.....	26
III.1.6. Préparation de l'émulsion.....	27
III.1.7. Pasteurisation.....	27
III.1.8. Cristallisation et refroidissement.....	27
III.1.9. Malaxage.....	27
III.1.10. Conditionnement.....	28
III.1.11. Conservation.....	28
III.2 Contrôle de qualité de la margarine.....	28
III.2.1 Tests physiques.....	28
III.2.2 Tests chimiques.....	28
III.2.3 Tests microbiologiques.....	28
<b>Chapitre IV : Biscuits</b>	
IV.1 Définition du biscuit.....	30
IV.2 Classification du biscuits.....	30
IV.3 Fabrication des biscuits.....	30
IV.3.1 Pétrissage.....	30
IV.3.2 Façonnage et découpage de la pate.....	30
IV.3.3 Cuisson.....	30
IV.3.4 Refroidissement.....	30
IV.3.5 Conditionnement.....	30
IV.4 Critères d'évaluation de la qualité du biscuit.....	31
IV.4.1 Texture.....	31
IV.4.2 Couleur.....	31
IV.4.3.Gout, flaveur et arôme.....	31
IV.5. Qualité des biscuits.....	31
IV.5.1 Qualité nutritionnelle.....	31
IV.5.2 Qualité organoleptique.....	32
IV.6 Exemples des biscuits.....	32
IV.6.1 Sablés.....	32

**Partie pratique**

I.1 Analyses physico-chimiques.....	33
<b>I.1.1 Détermination de la teneur en eau (Humidité) .....</b>	<b>33</b>
I.1.1.1. Définition.....	33
I.1.1.2. Principe.....	33
I.1.1.3. Matériels .....	33
I.1.1.4. Mode opératoire.....	33
I.1.1.5 Expression des résultats.....	33
<b>I.1.2 Détermination la teneur en chlorure de sodium .....</b>	<b>34</b>
I.1.2.1 Définition.....	34
I.1.2.2 Principe.....	34
I.1.2.3 Réactifs.....	34
I.1.2.4. Matériels .....	35
I.1.2.5 Mode opératoire.....	35
I.1.2.6 Expression des résultats.....	35
<b>I.1.3 Détermination du potentiel hydrogène (PH) .....</b>	<b>35</b>
I.1.3.1 Définition.....	35
I.1.3.2 Principe.....	36
I.1.3.3. Matériels .....	36
I.1.3.4 Mode opératoire.....	36
<b>II.1.4 Détermination du point de fusion.....</b>	<b>37</b>
II.1.4.1 Définition.....	37
II.1.4.3. Matériels .....	37
II.1.4.2 Principe.....	37
II.1.4.4 Mode opératoire.....	37
I.1.4.5 Expression des résultats.....	38
<b>I.1.5 L'indice de peroxyde.....</b>	<b>38</b>
I.1.5.1 Définition.....	38
I.1.5.2 Principe.....	38
I.1.5.3 Réactifs.....	39
I.1.5.4. Matériels .....	39
I.1.5.5 Mode opératoire.....	39
I.1.5.6 Expression des résultats.....	40
<b>I.2 Confection des biscuits et préparations artisanales.....</b>	<b>40</b>

I.2.1 Matériel requis.....	41
I.2.2 Ingrédients.....	42
I.2.3 Préparation des sables.....	42
I.2.4 Analyse sensorielle et organoleptique .....	43
II.2.5. Test de dégustation.....	44
<b>Résultats et Discussion</b>	
<b>II.1. Analyses physico-chimique.....</b>	<b>44</b>
II.1.1 Teneur en eau (humidités %)......	44
II.1.2 Teneur en sel.....	45
II.1.3 PH de la phase aqueuse.....	46
II.1.4. Point de fusion.....	47
II.1.5 Indice de peroxyde.....	48
<b>II.2. Résultats du test de dégustation.....</b>	<b>49</b>
II.2.1. Classification des attributs.....	49
II.2.2 Acceptabilité générale des préparations.....	50
II.2.2.1 Acceptabilité selon la forme.....	51
II.2.2.2. Acceptabilité selon la couleur.....	52
II.2.2.3 Acceptabilité selon l'arôme.....	53
II.2.2.4 Taux d'acceptabilité selon Le goût.....	54
II.2.2.5. Acceptabilité selon la texture.....	55
<b>Conclusion .....</b>	<b>57</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>58</b>

# *Liste des Abréviations*



## Liste des abréviations

**AG** : Acide gras

**Ag NO<sub>3</sub>** : Nitrate d'argent

**AGC** : Acide saturé

**AGMI** : Acide gras mono Insaturé

**AGPI** ; Acide gras poly Insaturé

**AGT** : Acide gras trans

**Cal/kg** : Calorie /Kilogramme

**CG** : Corps gras

**COI** : Comité International de l'olivier.

**K** : Potassium

**Méq** : Milliéquivalents

**ML** : Millilitre

**NaCl** : Chlorure de sodium

**NH<sub>3</sub>** : Ammoniac

**PH** : Potentiel d'hydrogène

**SO<sub>2</sub>** : Sulfure dioxyde

**t/j** : Tonne par jour

**U.I** : Unités Internationales

# *Liste des Figures*

## Liste des figures

<b>Figure 1 :</b> Situation géographique du complexe CEVITAL .....	3
<b>Figure 2 :</b> Organigramme de la macro structure CEVITAL Agro-industrie. ....	6
<b>Figure 3 :</b> Composition de la margarine (Miroslav, 2005).....	8
<b>Figure 4 :</b> Structure d'un glycérol et d'un triglycéride (Keirsse Julie, 2003).....	9
<b>Figure 5 :</b> Différentes huiles et graisses utilisées pour la formulation de margarines (Laventurier, 2013).....	9
<b>Figure 6 :</b> Classification des margarines disponibles sur le marché mondial (O'Brien, 2009). ....	13
<b>Figure 7 :</b> Schéma général des étapes de raffinage chimique .....	23
<b>Figure 8 :</b> Procédure de séparation de la phase aqueuse .....	36
<b>Figure 9 :</b> Détermination de PH la phase aqueuse. ....	37
<b>Figure 10 :</b> Procédure de détermination de point de fusion .....	38
<b>Figure 11 :</b> les quatre margarines utilisées au niveau de laboratoire.....	41
<b>Figure 12 :</b> les quatre types de préparation à différentes margarine.....	43
<b>Figure 13 :</b> Teneur en eau (humidité) pour Fleurial (b, p), Matina et margarine inconnue (x). ....	45
<b>Figure 14 :</b> Teneur en sel pour Fleurial (b, p), Matina et margarine inconnue (x). ....	45
<b>Figure 15:</b> PH de la phase aqueuse pour la margarine Fleurial (b, p) Matina et la margarine inconnue (x). ....	46
<b>Figure 16 :</b> Point de fusion pour la margarine Fleurial (b, p), Matina et la margarine inconnue (x). ...	47
<b>Figure 17 :</b> Indices de peroxyde pour la margarine Fleurial (b, p), Matina et la margarine inconnue. ....	48
<b>Figure 18 :</b> Taux d'acceptabilité de différentes préparations selon la forme. ....	51
<b>Figure 19:</b> Taux d'acceptabilité de différentes préparations selon la couleur.....	53
<b>Figure 20:</b> Taux d'acceptabilité de différentes préparations selon l'arôme.....	54
<b>Figure 21:</b> Taux d'acceptabilité de différentes préparations selon le goût.....	55.
<b>Figure 22:</b> Taux d'acceptabilité de différentes préparations selon la texture.....	56

# *Liste des Tableaux*



## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> : Principaux composants du beurre (Apfelbaum et Simpoulos, 2004). .....	18
<b>Tableau 2</b> : Différents types du beurre (Veisseyre, 1975). .....	19
<b>Tableau 3</b> : Avantages et inconvénients du beurre et margarine (Laurie et Mathilde, 2008). .....	22
<b>Tableau 4</b> : Types de margarines choisis.....	40
<b>Tableau 5</b> : Ingrédients utiliser.....	42
<b>Tableau 6</b> : Acceptabilité des préparations lors de l'analyse sensorielle .....	50
<b>Tableau 7</b> : Taux d'acceptabilité générale des biscuits.....	50
<b>Tableau 8</b> : Taux d'acceptabilité des biscuits pour la forme.....	51
<b>Tableau 9</b> : Taux d'acceptabilité des biscuits pour la couleur .....	52
<b>Tableau 10</b> : Taux d'acceptabilité des biscuits pour l'arôme .....	53
<b>Tableau 11</b> : Taux d'acceptabilité des biscuits pour le goût.....	54
<b>Tableau 12</b> : Taux d'acceptabilité des biscuits pour la texture .....	55

# **Introduction**



## Introduction

Dans les pays où l'élevage est développé, l'importance des critères de qualité est devenue primordiale. Les producteurs doivent fournir à l'industrie des produits dont la composition est optimisée pour la fabrication des produits recherchés par les consommateurs.

L'Algérie est connue pour sa longue tradition dans la production laitière et se distingue en tant que plus grand consommateur de lait parmi les pays du Maghreb. Le beurre est une émulsion de matière grasse dans l'eau, fabriquée à partir de composants laitiers par des procédés physiques. Il existe différentes catégories de beurre, telles que le beurre cru, pasteuriser, fin, extra-fin (**Karleskind, 1992**).

Depuis des temps immémoriaux, les corps gras ont été utilisés pour leurs multiples propriétés. Leur utilisation s'est étendue à divers secteurs industriels tels que la fabrication du savon, des peintures, des produits cosmétiques. Les corps gras sont consommés soit directement sous forme d'huiles (raffinées ou vierges), soit indirectement à travers divers produits transformés de l'industrie agroalimentaire tels que la margarine (**Denise, 1992**).

La margarine, connue sous le nom de "margaron" en grec, est un produit alimentaire qui se présente sous forme d'une émulsion plastique. Elle est principalement composée de deux phases : une phase grasse et une phase aqueuse. Environ 82% de sa composition est constituée d'un mélange d'huiles, et elle contient également environ 2% d'additifs solubles dans l'eau et les graisses. Elle fait partie des produits gras les plus populaires en termes de consommation (**Karleskind, 1992**).

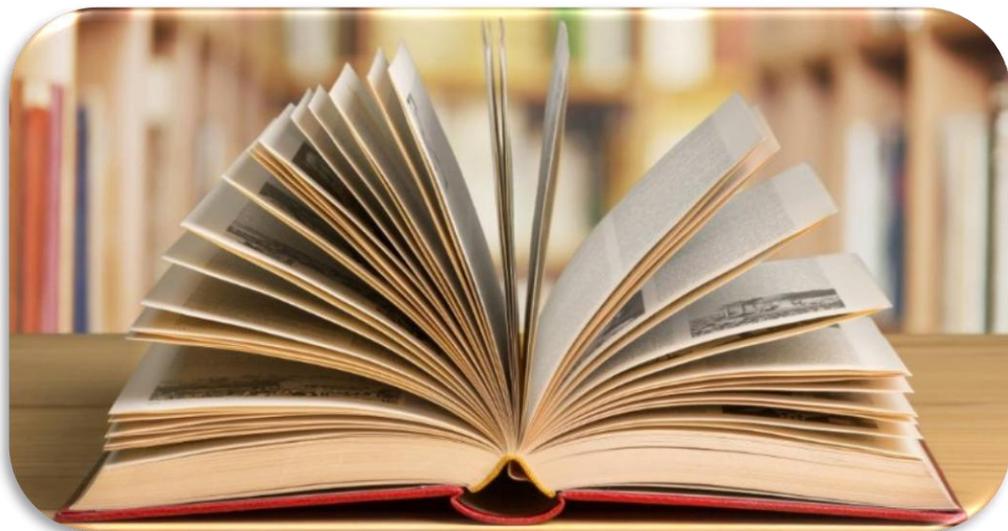
Nous avons entrepris une étude visant à évaluer les caractéristiques physico-chimiques des différentes variétés de margarines produites par le complexe Cevital, ainsi qu'une autre margarine externe que nous avons précédemment analysée.

En conséquence, le présent manuscrit est divisé en deux parties principales dont la première partie est composée de quatre chapitres, le premier chapitre décrit l'organisme CEVITAL suivie par un chapitre deux qui regroupe les contextes fondamentaux des margarines et des beurres, dans le chapitre trois présente la technologie de fabrication des margarines, le chapitre quatre est consacré aux informations générales des biscuits.

La deuxième partie expérimentale de ce travail présentée comme premier chapitre a pour objectif de présenter les différents modes opératoires réalisés pour la détermination des

caractéristiques physico-chimiques des margarines, en deuxième chapitre est consacré aux résultats expérimentaux obtenus et les différentes discussions, en dernier on se focalise par une conclusion générale.

# **Etude bibliographique**



**Chapitre I :**  
**Présentation Du**  
**Complexe CEVITAL**



## Chapitre I : Présentation de complexe CEVITAL

### I.1 Implantation

Le complexe « CEVITAL » est situé sur le nouveau quai du port de Bejaia, à environ 3 km au sud-ouest de cette ville. Il bénéficie d'une excellente situation géographique, à proximité de la route nationale RN° 26 et à environ 280 km d'Alger (**voir la Figure 1**), cette localisation stratégique confère à l'entreprise un avantage économique majeur, notamment en termes de proximité avec le port, l'aéroport et la zone industrielle d'Akbou (Thahrachet). Le port de Bejaia est devenu un pôle économique d'une grande importance.

Le complexe s'étend sur une superficie de 45 000 mètres carrés et bénéficie d'une concession d'une durée de 30 ans, renouvelable. D'une part, il joue un rôle essentiel dans l'économie nationale, ayant créé 2000 emplois directs en seulement 4 ans et demi. D'autre part, il est considéré comme l'un des principaux contributeurs du secteur privé à l'échelle nationale. Le complexe agroalimentaire « CEVITAL » propose des produits de haute qualité.

CEVITAL, s'efforce constamment d'élargir et de diversifier ses secteurs de production, tels que la fabrication du verre et des produits électroniques, en utilisant des unités de production ultramodernes, des contrôles de qualité rigoureux et un réseau de distribution efficace. L'entreprise mobilise tous les moyens humains et matériels nécessaires pour atteindre cet objectif.



**Figure 1** : Situation géographique du complexe CEVITAL

## **I.2 Principales activités du complexe**

Les activités de CEVITAL, à Bejaia se concentrent sur la production et la vente d'huiles végétales, de margarine et de sucre. Ces activités comprennent les opérations suivantes :

- Raffinage des huiles végétales.
- Conditionnement des huiles végétales.
- Production de margarines et raffinage des graisses végétales avec une capacité de production 600 tonne/jours.
- Fabrication d'emballage et des bouchons.
- Raffinage de sucre avec une capacité de production 1600 t/j pour la première raffinerie, et 3200 t/j pour la 2eme raffinerie.
- Crème pâtissière.
- Tourteaux pour l'alimentation des animaux.
- Stockage des céréales.
- Epuration des eaux usées.
- Traitement des pâtes de la neutralisation.

## **I.3 Organigramme**

Les différentes directions et service de Cevital sont schématisés en **(Figure 2)**.

## **I.4 Présentation de la raffinerie d'huile**

La raffinerie d'huile dispose actuellement d'une capacité de production de 800 t/j, Mais cette capacité pourra être augmentée à 1800 t/j après son extension.

Cette installation est conçue pour traiter différentes variétés d'huiles comestibles telles que le colza, le tournesol, l'huile de palme, le soja, et bien d'autres encore.

## **I.5 Présentation de la margarinerie (CEVITAL)**

La margarinerie est un vaste établissement composé de deux niveaux, dédié à la production et au stockage de margarine. Ses dimensions sont d'environ 55 mètres de long, 35 mètres de large et 15 mètres de hauteur. C'est un bâtiment imposant et spacieux où toutes les activités liées à la fabrication et à la conservation de la margarine sont réalisées.

### **I.5.1 Rez-de-chaussée**

Au rez-de-chaussée, ce trouve les bacs d'émulsifiants nécessaires à la fabrication de la margarine. Il y a également une chambre froide où la margarine produite est conservée à une

Température de 6° à 12°. De plus, la palettisation et l'étiquetage de la margarine sont effectués à ce niveau.

### **I.5.2 Premier étage**

A ce niveau la margarine est conditionnée et il y a 5 lignes de production réparties comme suit :

- Ligne N° 1 : conditionnement de la margarine en pots de 500g.
- Ligne N° 2 : conditionnement de la margarine en plaquettes de 250g et 500g.
- Ligne N° 3 : conditionnement de la margarine de feuilletage.
- Ligne N° 4 : production de matière grasse 100% végétale (shortening).

Les produits de ces différentes lignes sont acheminés vers l'encartonneuse. Il est ensuite acheminé vers le palettiseur et l'étiqueteuse et stocké en chambre froid.

### **I.5.3 Deuxième étage**

Le deuxième étage abrite la salle de contrôle responsable de la gestion et du suivi des paramètres de fabrication de la margarine, garantissant ainsi une production de qualité. De plus, des échantillons sont régulièrement prélevés et envoyés au laboratoire pour être soumis à des tests de contrôle afin d'assurer une conservation optimale de la margarine.

Il consiste aussi un laboratoire physico-chimique de la margarinerie a pour objectif d'effectuer diverses analyses physico-chimiques sur les huiles raffinées utilisées dans la production de la margarine, ainsi que de suivre en continu le processus de fabrication de la margarine, du beurre, du Smen et du Shortening grâce à des analyses physico-chimiques.

### **I.6 Présentation du la direction de recherche et développement (Cevital)**

La direction de recherche et développement (R&D) de Cevital est le département chargé d'explorer de nouvelles opportunités, d'améliorer d'innover et de développer de nouvelles technologies, service ou processus dans le cadre des activités du groupe. Les activités de R&D peuvent inclure la recherche fondamentale, la recherche appliquée, le développement expérimental, les essais et la validation, ainsi que la recherche de solutions technologiques avancées.

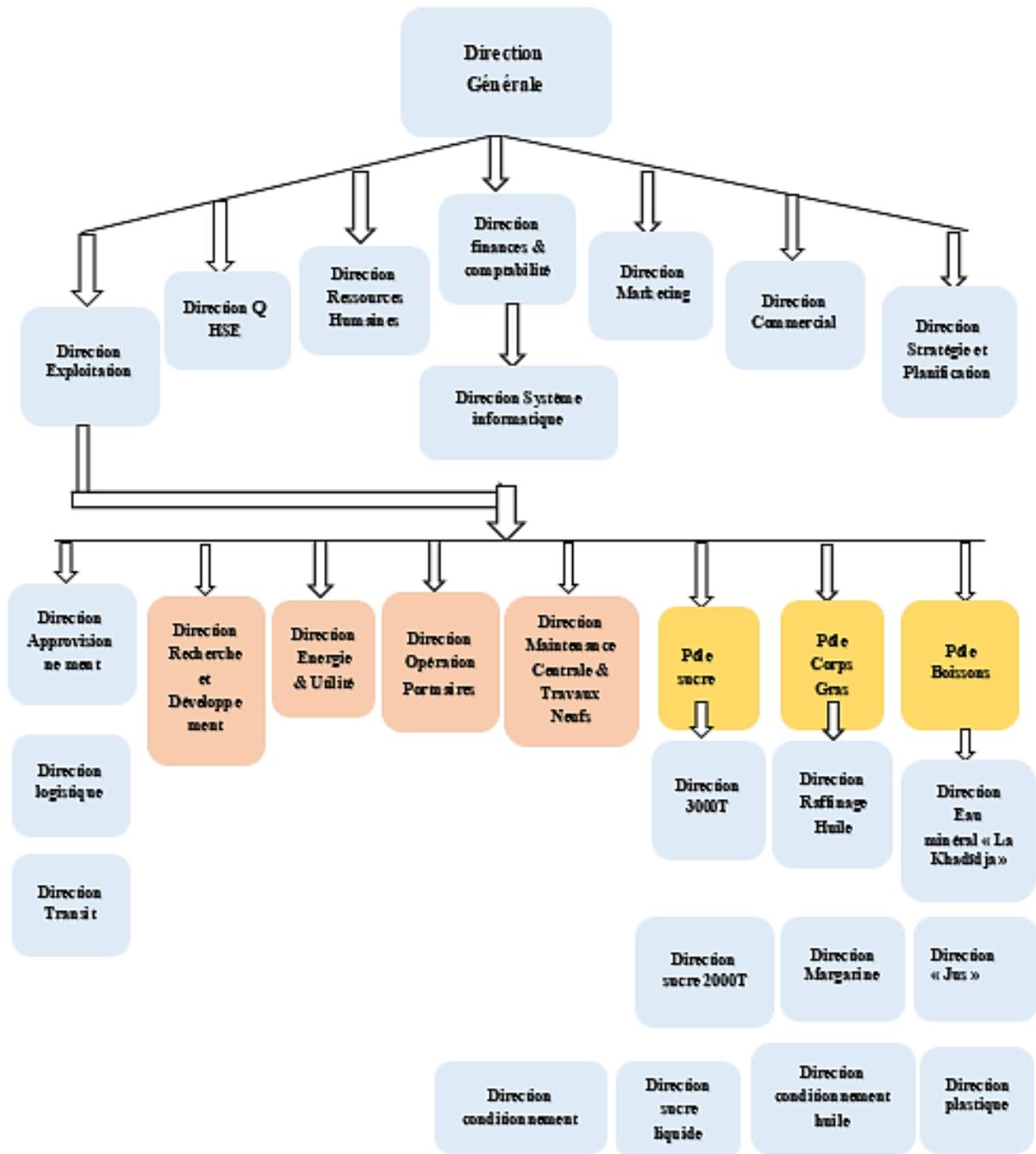


Figure 2 : Organigramme de la macro structure CEVITAL Agro-industrie.

# **Chapitre II**

## **Contexte et fondements de La margarine et du beurre**



## Chapitre II : Contexte et fondements de la margarine et du beurre

### II.1 Généralités sur la margarine

#### II.1.1 Historique

La margarine a été créée pour la première fois en France en 1869 par le pharmacien français Mège Mouriés. Son invention a été le résultat d'un concours lancé par Napoléon III afin de trouver un produit pouvant remplacer le beurre, qui était alors cher, rare et difficile à conserver. À l'époque, le produit n'était pas encore désigné par le nom "margarine". Après la guerre de 1870, une nouvelle usine plus grande a été construite, ce qui a permis une fabrication à grande échelle de ce produit, qui a rapidement été appelé margarine. D'autres usines de fabrication de margarine ont été installées dans d'autres pays, et d'ici 1873, pratiquement tous les pays européens en possédaient une ou plusieurs. Il n'a fallu que quelques années pour que la margarine traverse l'Atlantique, avec les premières usines américaines de margarine apparaissant entre 1880 et 1885. À l'origine, la margarine était préparée à partir de graisses animales telles que le suif et le saindoux. L'utilisation d'huiles végétales n'a commencé qu'après la mise au point de l'hydrogénation des (CG) au début du XXe siècle (**François, 1979**).

#### II.1.2 Définition

La margarine est un mélange d'eau et d'huile sous forme d'émulsion, composée d'une phase grasse (phase continue) et d'une phase aqueuse dispersée (**Graille, 2003**).

Elle est fabriquée à partir de matières grasses végétales et/ou animales, avec une teneur en matières grasses égale ou supérieure à 80% et inférieure à 90%. De plus, elle contient environ 2% d'additifs ou d'auxiliaires de production tels que la lécithine, les mono-glycérides, les sels colorants, les antioxydants, les conservateurs et les vitamines. Ces ingrédients sont répartis dans la phase grasse, ainsi qu'en partie dans la phase aqueuse (**Faur, 1992**).

#### II.1.3 Composition de la margarine

La composition de la margarine peut varier considérablement en fonction de l'origine des graisses utilisées, du type d'huile utilisé et de l'objectif pour lequel elle est destinée. Des substances émulsifiantes et stabilisantes sont systématiquement ajoutées pour garantir la cohérence du produit (**Alias et al, 2008**).

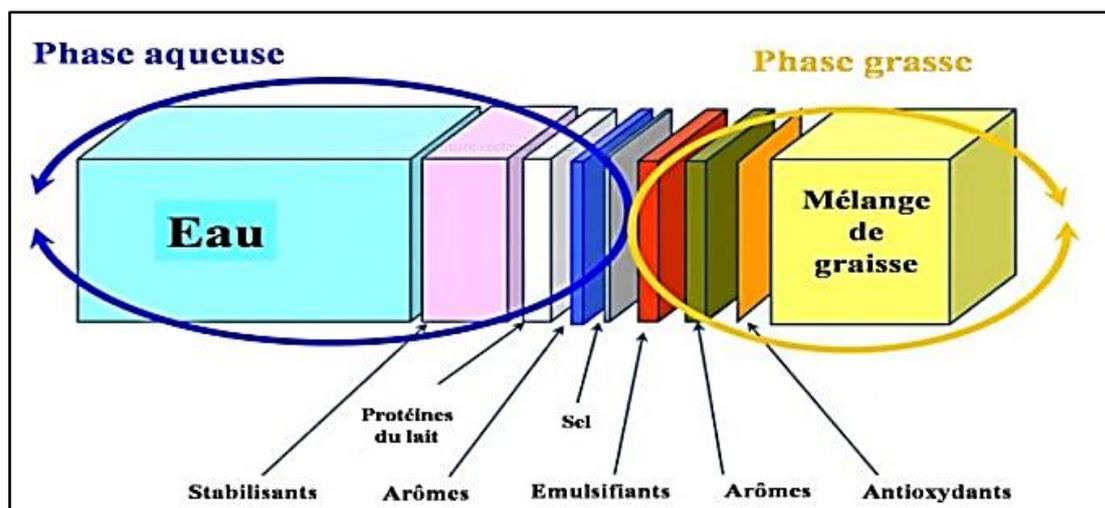
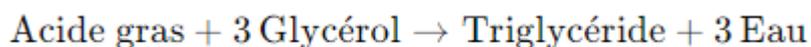


Figure 3 : Composition de la margarine (Miroslav, 2005).

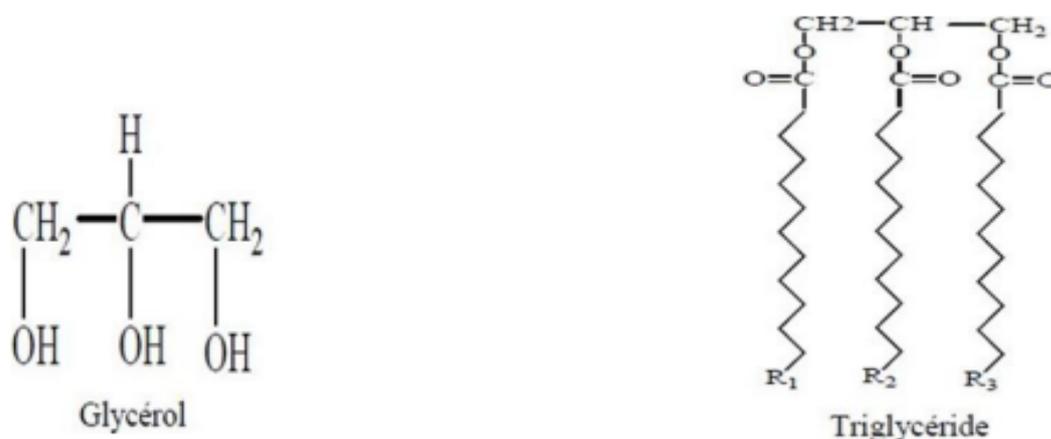
### II.1.3.1 Phase grasse

La phase grasse peut comprendre diverses graisses et huiles alimentaires d'origine végétale, animale ou marine. Les graisses et huiles comestibles peuvent contenir des lipides tels que des phosphatides, des constituants insaponifiables et des acides gras libres. Les graisses et huiles vierges sont obtenues par des procédés mécaniques sans altérer leur nature et peuvent être purifiées par des méthodes telles que le lavage, la décantation, la filtration et la centrifugation. Les graisses et huiles pressées à froid sont également obtenues par des procédés mécaniques sans utilisation de traitement thermique.

La réaction impliquée dans la production de la phase grasse de la margarine est généralement une réaction d'estérification ou de modification des acides gras. Ensuite, ces acides gras sont soumis à une réaction d'estérification pour former des triglycérides, qui sont les principaux constituants de la phase grasse de la margarine. Voici la réaction générale d'estérification des acides gras avec le glycérol pour former un triglycéride :

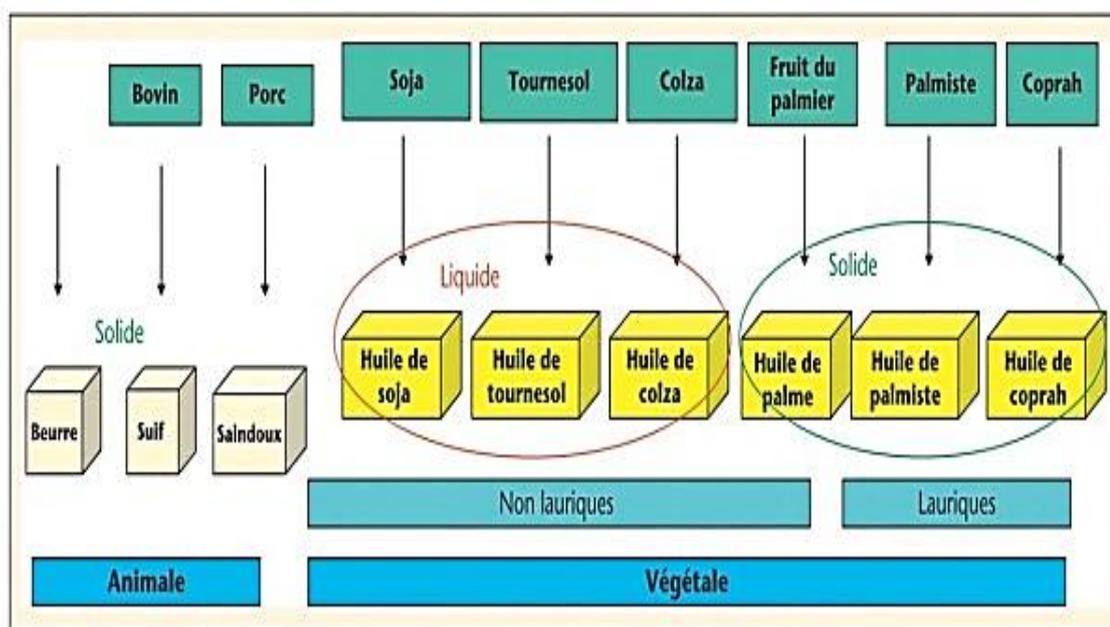


Dans cette réaction d'estérification, chaque molécule d'acide gras réagit avec une molécule de glycérol (ou glycérine) pour former une molécule de triglycéride, tout en libérant une molécule d'eau comme sous-produit.



**Figure 4 :** Structure d'un glycérol et d'un triglycéride (Keirsse Julie, 2003).

Les huiles végétales fluides courantes incluent l'arachide, le tournesol, le colza, le soja, le germe de maïs, le pépin, le raisin et le coton. Les huiles végétales concrètes comprennent le coprah, la palme et le palmiste. Les huiles modifiées comprennent les huiles hydrogénées, les huiles fractionnées et les huiles inter-estérifiées, qui ont des caractéristiques spécifiques en termes de fusion, de composition et de mode de production (Codex Stan, 1994). -0-ddx66t



**Figure 5 :** Différentes huiles et graisses utilisées pour la formulation de margarines (Laventurier, 2013)

### II.1.3.2 Phase aqueuse

La composition globale de la margarine comprend généralement entre 16 et 18% d'un élément qui peut être de l'eau, du lait ou un mélange d'eau et de lait (Karleskind, 1992).

### II.1.3.3 Additifs

Les industriels cherchent à réduire le nombre d'additifs utilisés dans les denrées alimentaires, notamment dans les margarines, en se basant sur les critères de qualité, de fonctionnalité et de coût, tout en prenant en compte les préférences des consommateurs. Cette pratique vise à répondre aux exigences tout en limitant l'utilisation d'additifs autorisés, qui sont souvent nombreux (plus de 110), ou conditionnellement autorisés pour certains types d'aliments spécifiques (**Morin, 2002**).

#### II.1.3.3.a Ingrédient liposolubles

##### ➤ Emulsifiants

Ils vont permettre une bonne dispersion de la phase aqueuse, améliorant à la fois les performances et la stabilité bactériologique du produit, on trouve :

Les mono et di glycérides d'acides gras (E471) sont des substances largement utilisées en tant qu'agents émulsifiants dans l'industrie alimentaire. Dans la production de margarine, on utilise principalement des mono glycérides d'acides gras saturés ou insaturés, à des concentrations allant de 0,05% à 0,2% .Un autre agent émulsifiant couramment utilisé est la lécithine de soja (E322). La lécithine de soja est un phosphoaminolipide de couleur brune, avec une consistance visqueuse. Elle agit comme un agent anti-éclaboussant et stabilisateur d'émulsion, et est généralement ajoutée à hauteur de 0,5%. Elle est principalement utilisée dans les margarines en tant qu'agent anti projection lors de la cuisson à la poêle (friture plate) (**Morin, 2002**).

##### ➤ Agents colorants

Avant la modification de la réglementation en décembre 1988, les margarines en France étaient interdites d'ajouter toute substance naturelle ou synthétique. Toutefois, pour leur donner leur couleur, ces margarines utilisaient des huiles riches en  $\beta$ -carotène, telles que l'huile de palme, qui sont fortement pigmentées. Dans certains pays, le colorant le plus fréquemment utilisé dans les margarines est le  $\beta$ -carotène pur, qu'il soit de synthèse ou extrait, à raison de 25 mg/kg (**François, 1974**), (**Codex stan, 1999**).

##### ➤ Agents aromatisants

L'usage de la plupart de ces ingrédients est interdit, sauf pour le di acétyle. Ce composé, qui peut être obtenu par fermentation ou synthèse, est utilisé en très petites quantités, généralement autour de 0,1 mg pour 100 g (**François, 1974**).

➤ **Anti-oxygènes**

Afin de prévenir l'oxydation et d'améliorer la durée de conservation de la margarine, des ingrédients sont ajoutés au produit. Ces ingrédients comprennent des tocophérols (E307a, b, c) à une concentration de 500 mg/kg, ainsi que de l'hydroxyanisole butylé (E320) et/ou de l'hydroxytoluène butylé (BHA et BHT combinés) à une concentration maximale de 200 mg/kg (**Codex stan, 1995**).

➤ **Vitamines liposolubles**

Les propriétés diététiques de la margarine peuvent être améliorées en ajoutant des vitamines, notamment des vitamines liposolubles. La vitamine A est incorporée dans une proportion de 25 Unités Internationales (U.I) par gramme de produit fini, tandis que la vitamine D2 est ajoutée à raison de 1 U.I par gramme de produit fini. En règle générale, les huiles végétales contiennent une quantité adéquate de vitamine E (**Kone, 2001**).

### II.1.3.3.b Ingrédients hydrosolubles

Ce sont les ingrédients véhiculés par l'eau (sel, conservateurs, correcteurs du PH et antioxydants).

➤ **Sucre et sel**

Les additifs utilisés pour conférer à la margarine sa saveur distincte jouent tous les deux un rôle dans le profil aromatique. Le sucre est ajouté pour donner une couleur dorée appétissante aux aliments rôtis ou cuits. Les quantités utilisées sont généralement de l'ordre de 0,2 à 0,3 % pour le sucre et de 0,2 à 2 % pour le sel. Étant donné que ce sont des produits alimentaires, leur incorporation ne soulève aucune question légale (**Delamarre, 1999**).

➤ **Conservateurs**

Les margarines utilisent l'acide sorbique et ses sels (E200 à 203) à une dose de 2000 mg/kg pour prolonger leur durée de conservation et prévenir leur détérioration (**Codi norm, 2016**).

➤ **Correcteurs de pH**

L'acide citrique (E330) et l'acide tartrique (E334) sont utilisés comme régulateurs d'acidité et agents anti-oxydants. De plus, l'acide citrique est également utilisé comme agent de rétention de couleur, tandis que l'acide tartrique est utilisé comme arôme (**Codex stan, 1995**).

➤ **Amidon**

Il s'agit d'un produit final de couleur blanche qui se dissout dans l'eau. Son utilisation est rendue obligatoire par la loi pour prévenir les fraudes et il est utilisé comme révélateur permettant d'identifier la présence de margarine dans le beurre, à raison d'un taux de 0,04 % (Graille, 2003).

#### **II.1.4 Différents types de la margarine**

Il existe plusieurs types de margarine sur le marché, chacune avec ses propres caractéristiques et utilisations. Voici quelques-uns des types de margarine les plus courants :

##### **II.1.4.1 Margarine classique**

C'est la margarine traditionnelle, généralement fabriquée à partir d'huiles végétales hydrogénées. Leur taux d'acides gras saturés est également plus élevé, généralement situé entre 15 % et 30 %. Ces acides gras saturés jouent un rôle important dans la texture des produits. En termes de composition, le taux de matière grasse varie de 55 % à 80 %. Principalement cette margarine est souvent utilisée pour la cuisson, la pâtisserie et les tartines (Saillard, 2010).

##### **II.1.4.2 Margarines allégées {santé}**

Les margarines allégées sont des produits qui contiennent moins de matières grasses que les margarines classiques. Elles sont généralement fabriquées en réduisant la quantité d'huiles végétales dans la recette et en le remplaçant par d'autres ingrédients, tels que de l'eau ou des agents gélifiants. Les margarines allégées ont souvent une teneur en matières grasses réduite d'au moins 25 % par rapport aux margarines ordinaires utilisée principalement en tartine. Ces produits ont pour but de participer au bon fonctionnement cardiovasculaire (Saillard, 2010).

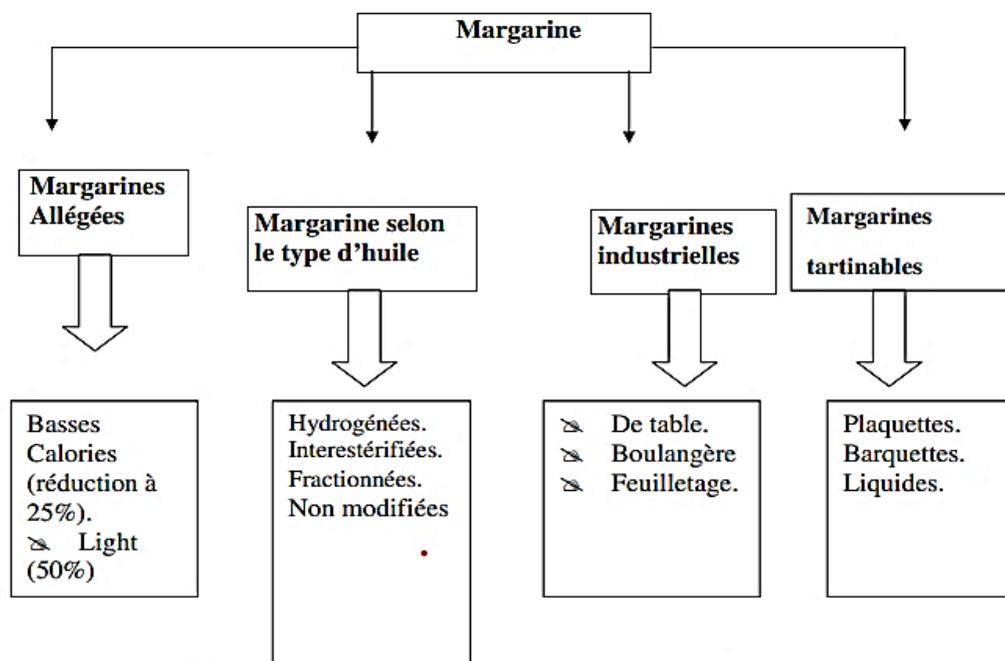
##### **II.1.4.3 Margarines destinées à l'industrie agro-alimentaire**

Est une matière grasse végétale ou une combinaison de matières grasses végétales utilisée comme substitut du beurre dans la fabrication de produits alimentaires. Elle est spécialement formulée pour répondre aux exigences spécifiques de l'industrie agro-alimentaire, notamment en termes de stabilité à haute température, de plasticité dans un large éventail de températures, d'absence d'acides gras libres et de résistance à l'oxydation. Ces caractéristiques permettent à la margarine d'être utilisée dans divers processus de production alimentaire tels que la friture, la biscuiterie et la pâtisserie (Alias, 1997).

### II.1.4.4 Margarine à tartiner

Ces margarines doivent être suffisamment fermes à 20°C, Cette variante est conçue pour être utilisée principalement comme trainarde sur du pain, des biscottes ou des craquelins. Elle a une consistance plus molle et est souvent aromatisée avec des épices, des herbes ou d'autres ingrédients pour ajouter de la saveur (Alias et al, 2003).

En 2009, O'Brien a proposé une classification des margarines les plus couramment disponibles sur le marché. La figure 5 illustre cette classification, qui regroupe les principaux types de margarine.



**Figure 6** : Classification des margarines disponibles sur le marché mondial (O'Brien, 2009).

## II.1.5 Caractéristiques de la margarine

### II.1.5.1 Caractéristiques physiques

Les caractéristiques physiques de la margarine sont liées à son état plastique, qui se situe entre la solidité et la liquidité. De plus, la margarine se présente sous forme d'une émulsion très fine, composée d'eau et d'huile (Champtier, 1956).

### II.1.5.2 Caractéristiques chimiques

Les caractéristiques chimiques de la margarine peuvent varier en fonction des différents types de margarine disponibles sur le marché, ainsi que des méthodes de fabrication utilisées. Les paramètres importants à connaître, qui sont souvent analysés, sont les suivants :

- La composition centésimale du produit.
- La composition en acides gras de la phase grasse et, en particulier, la teneur en acide gras essentiels.
- La nature et la teneur en divers élément non glycérique (tocophérol)
- Les indices du degré de fraîcheur : acidité, indice de peroxyde (**Champetier, 1956**).

### **II.1.5.3 Caractéristiques bactériologiques**

Comme tout aliment, les margarines peuvent être contaminées par des microorganismes qui, en se développant, altèrent les qualités organoleptiques telles que la saveur, l'apparence et la texture. Afin de réduire les risques de contamination, il est essentiel de contrôler les matières premières et de respecter les règles d'hygiène et de propreté tout au long de la fabrication et du stockage (**Frey, 1992**).

### **II.1.5.4 Caractéristiques nutritionnelles**

Les margarines sont principalement des matières grasses alimentaires qui fournissent des éléments nutritifs importants, ainsi qu'une énergie métabolisable d'environ 750 calories par kilogramme. Elles sont une excellente source de vitamines liposolubles (A, E, D) et présentent une bonne digestibilité, facilitée par l'état d'émulsion dans lequel elles se trouvent, favorisant ainsi leur absorption et leur utilisation (**Champetier et al, 1956**), (**Gomes et al, 2008**), (**Guesnet et al, 2005**).

De nos jours, différents types de margarines sont disponibles sur le marché, offrant des propriétés diététiques ou thérapeutiques particulières, tels que les margarines à faible teneur en matières grasses ou riches en acide linoléique, destinées aux personnes atteintes de maladies cardiovasculaires (**Champetier, 1956**), (**Gomes et al, 2008**), (**Guesnet, 2005**).

### **II.1.5.5 Caractéristiques organoleptiques**

L'analyse sensorielle consiste à évaluer les propriétés physico-chimiques et organoleptiques des aliments en se basant sur la capacité de l'homme à percevoir et à exprimer ses propres sensations. Cette évaluation a pour but d'étudier de manière systématique les réponses humaines vis-à-vis de l'apparence, de la saveur et de la texture des aliments, incluant la résistance et la consistance (**Faur, 1992**).

### **II.1.6 Conservation**

La margarine subit des altérations au fil du temps lorsqu'elle est réfrigérée, ce qui peut affecter ses qualités marchandes et parfois hygiéniques à des degrés variables. Différents facteurs peuvent contribuer à ces altérations (**Plank, 1965**).

#### **II .1.6.1 Influence de la température**

Lorsque la température diminue jusqu'à environ 4°C, la perte de poids due à l'évaporation de l'eau diminue également, car la tension de vapeur est plus faible. De plus, les réactions chimiques et biochimiques sont ralenties à des températures plus basses. Chaque réduction de 10°C augmente la résistance à la détérioration, ce qui peut parfois doubler la durée de conservation (**Plank, 1965**).

#### **II.1.6.2 Influence de l'humidité relative**

L'humidité relative joue un rôle crucial aux côtés de la température dans l'influence exercée sur la margarine réfrigérée. Plus l'humidité relative augmente, moins la margarine perd de poids par évaporation. Pour réduire ces pertes de poids, un emballage approprié de la margarine peut considérablement les diminuer (**Plank, 1965**).

#### **II.1.6.3 Influence du mouvement d'air**

Le mouvement de l'air lors de la réfrigération joue un rôle important dans la préservation de la margarine en empêchant la prolifération des bactéries et l'oxydation. En favorisant la circulation de l'air, on évite l'accumulation d'humidité à la surface de la margarine, ce qui limite la croissance des microorganismes. Toutefois, cette circulation d'air accélère également le processus d'oxydation des couches extérieures de la margarine, entraînant ainsi des changements plus rapides de couleur, d'odeurs et de goût (**Plank, 1965**).

### **II.1.7 Altération de la margarine**

La margarine, tout comme les autres produits alimentaires, peut subir des altérations qui peuvent être de nature chimique, physique ou microbiologique (**Karleskind ,1992**).

#### **II.1.7.1 Altérations chimiques**

Les deux principales formes d'altération des margarines et des corps gras (CG) alimentaires sont dues aux liaisons ester et aux doubles liaisons, qui sont les caractéristiques chimiques principales des lipides. Ces altérations se présentent sous forme d'hydrolyse et d'auto-oxydation.

- **Hydrolyse et acidification**

L'hydrolyse d'une ou deux des trois liaisons esters des triglycérides libère des acides gras et du glycérol, ce qui entraîne le phénomène de rancissement. Ce processus altère la qualité des matières grasses, donnant à la margarine un goût savonneux. Le rancissement peut se produire chimiquement en présence d'eau ou d'humidité, ainsi que par l'action d'une lipase active, une enzyme responsable de cette réaction (**Padley, 1994**).

- **Auto-oxydation**

Se produit lorsque l'oxygène réagit avec les doubles liaisons présentes dans les acides gras pendant le stockage. C'est une réaction auto-catalytique qui nécessite une quantité minimale d'oxygène pour se déclencher et se maintenir (**Morelle, 2003**).

### II.1.7.2 Altérations physiques

Les altérations physiques sont principalement :

- **Défauts d'aspect** : Une coloration peut apparaître à la surface de la margarine en raison d'une dessiccation superficielle.
- **Défauts de structure** : Il existe plusieurs défauts courants dans les produits alimentaires, tels que l'aspect feuilleté résultant d'un malaxage excessif, l'aspect huileux causé par un excès de matière grasse libre, ou encore l'aspect sableux résultant d'une cristallisation trop lente.
- **Défauts consistance** : Ils se traduisent par une margarine qui peut être dure et cassante, ou au contraire molle, en raison respectivement d'une solidification excessive ou insuffisante.

### II.1.7.3 Altérations microbiologiques

La margarine peut être exposée à des risques de contamination microbologique, principalement liés à la phase aqueuse qui contient des éléments nutritifs favorables à la croissance de divers micro-organismes tels que les germes aérobies mésophiles, les coliformes totaux et fécaux, ainsi que les levures et les moisissures. Outre la phase aqueuse, d'autres sources potentielles de contamination incluent l'air, l'équipement de fabrication ou de conditionnement, ainsi que le personnel (**Roger, 1974**).

Lorsque la margarine est altérée par des micro-organismes, cela peut entraîner une détérioration de ses caractéristiques sensorielles telles que l'apparence, la texture et la saveur, voire même la formation de substances toxiques (**Karleskind, 1992**).

## II.2 Généralité sur le beurre

### II.2.1 Définition

Le beurre est un produit riche en matière grasse obtenu à partir du lait ou de produits dérivés du lait, généralement sous forme d'une émulsion où l'eau est dispersée dans la matière grasse. Sa fabrication repose sur des procédés physiques, le beurre doit contenir au moins 80% de matière grasses laitières, avec une teneur en eau maximale de 16% et un taux d'extraits secs non gras ne dépassent pas 2% (**Boutonnier et al, 2002**).

Le beurre est une source naturelle de lipides et de vitamines, contribuant ainsi à un régime équilibré. Il est également un ingrédient essentiel dans la cuisine traditionnelle et la gastronomie. Il joue un rôle important dans la diversité et l'équilibre nutritionnel, ce qui en fait un facteur de santé. Une consommation modérée de beurre permet à l'organisme de bénéficier d'un ensemble d'acides gras dont les scientifiques découvrent progressivement les nombreux bienfaits (**Mendy, 1982**).

### II.2.2 Compositions physicochimique du beurre

La composition du beurre est présentée dans le tableau ci-dessous

**Tableau 1** : Principaux composants du beurre (Apfelbaum et Simopoulos, 2004).

Composants du beurre	Teneurs
<b>Grasse</b>	-Triglycérides (82%) : Acide gras saturés : 58 à 73% Acides gras mono insaturés : 22 à 38% Acides gras poly insaturés : 1.58 à 3.5 % - Matière Phosphatides (de 0.2 à 1%) -cholestérol (de 250 à 270 mg/kg) -Carotène (de 3à 9 mg/kg) -Vitamine A (de 9 à 30 mg/kg) -Vitamine D (de 0.002 à 0.040 mg/kg) -Vitamine E (de 8 à 40 mg/kg)
<b>Matière sèche</b>	-Lactose (de 0.1 à 0.3) -Acide lactique (0.15% dans le beurre de crème acide) -Matières azotées (de 0.2 à 0.8%) dont la caséine (de 0.2à 0.6 %), la lactalbumine (de 0.05 à 0.1 %), les protéines membranaires, les peptides, les acides aminés (traces).rates 0.02% -Métaux lourds dont le cuivre (40 à 300 ug/kg). -Vitamine C (3 mg/kg) et B12 (0.8 mg/kg)

### II.2.3 Différents types de beurre

Il existe plusieurs types de beurre qui se distinguent par leurs caractéristiques, telles que leur teneur en matière grasse, leur teneur en sel et le procédé de traitement de la crème. Le Tableau 2, présente ces différents types de beurre et leurs caractéristiques distinctives.

**Tableau 2** : Différents types du beurre (Veisseyre, 1975).

<b>Types de beurre</b>	<b>Caractéristiques</b>
<b>Beurre cru</b>	C'est le produit émulsionné, obtenu à partir des matières lactiques n'ayant pas subi au préalable une pasteurisation.
<b>Beurre allégé</b>	Produit émulsionné, contenant pour 100 g de produit fini, 41g Min 65g au Max de matière grasse lactique.
<b>Beurre concentré</b>	Produit émulsionné, contenant pour 100g de produit fini 95g de matière grasse lactique.
<b>Beurre de cuisine</b>	Contient aux Min 96% de matière grasse lactique.
<b>Beurre demi-sel</b>	Il a une teneur en sel supérieure à 0.5g et en plus égale à 2g pour 100g.
<b>Beurre salé</b>	Il présente une teneur en sel VV 3%
<b>Beurre fin</b>	Il ne doit pas contenir plus de 30% de matière grasse la crème est congelée ou surgelée.
<b>Beurre extrafin</b>	Il est issu d'une crème pasteurisée, non congelée ni surgelée et fabriquée 72h au plus tard après la collecte, le barattage de la crème a lieu au plus tard 48h après écrémage.
<b>Beurre pasteurisé</b>	C'est un beurre fabriqué à partir du lait ou de la crème pasteurisé.
<b>Beurre baratte</b>	Cette appellation ne peut s'appliquer qu'à des beurres fabriqués à l'aide d'une baratte pour la totalité du cycle de fabrication.

## II.2.4 Caractéristiques du beurre

### II.2.4.1 Caractéristiques physico-chimiques

Peuvent varier en fonction de divers facteurs tels que la race de l'animal, la période de lactation, l'alimentation et les saisons. Pendant le printemps et l'été, on observe une augmentation de la proportion des acides gras insaturés à faible poids moléculaire et à bas point de fusion, ce qui confère au beurre une consistance molle et une texture grasseuse.

En revanche, pendant l'automne et l'hiver, le beurre présente une consistance et une texture collante en raison d'une augmentation de la proportion des acides gras saturés à poids moléculaires élevés et à haut point de fusion. Ces variations saisonnières se fondent en été à une texture plus ferme et collante en hiver (**Carole, 2002**).

### II.2.4.2 Caractéristiques microbiologique

Le beurre peut renfermer une variété de micro-organismes présents dans le lait, tels que les bactéries lactiques responsables de l'acidité et de l'arôme, notamment le *Lactococcus lactis*, le *Lactococcus cremoris*, le *Lactococcus diacetylactis* et le *Leuconostoc citrovorm*. Il est également possible de trouver des bactéries pathogènes telles que le *Staphylococcus aureus* et la *Salmonella* dans le beurre. De plus, des levures comme *Candida* et *Rhodotorula*, ainsi que des moisissures, peuvent entraîner des altérations du goût et provoquer des changements de couleur, de pigmentation et de gonflement dans le beurre (Guiraud, 1998).

### II.2.5 Conservation du beurre

Le beurre est une substance qui peut facilement être altérée par la chaleur ou la lumière, absorbant rapidement les odeurs des produits environnants, et il ne se conserve pas longtemps en raison de ses propriétés bactériologiques. Afin de remédier à cela, différentes méthodes et moyens sont utilisés pour assurer sa conservation dans les meilleures conditions possibles :

- **Le salage** : est généralement réalisé en mélangeant le beurre avec du sel fin et pur. Cette méthode est principalement utilisée pour préparer des beurres peu salés (Veisseyre, 1975).
- **La réfrigération** : est une méthode courante qui consiste à stocker le beurre à une température de 4°C pendant quelques semaines, en moyennes trois semaines. Cela permet d'obtenir une texture et une consistance souhaitables.
- **La congélation** : est utilisée pour une conservation à long terme du beurre, pouvant aller jusqu'à plusieurs mois. Le beurre est congelé à des températures comprises entre -18°C et -25°C, ce qui réduit considérablement l'activité des enzymes responsables de la dégradation des lipides et inhibe la croissance des microorganismes (Roger, 1979).

Il est important de noter que ces méthodes et moyens sont utilisés pour préserver la qualité et la durée de conservation du beurre.

### II.2.6 Altération du beurre

Les matières grasses laitières subissent diverses altérations physico-chimiques, et leur importance augmente avec les conditions de production actuelles. Ces altérations reflètent la capacité de conservation du beurre ainsi que les conditions de stockage (Guiraud, 2003).

- **La lipolyse** : est un processus chimique qui se manifeste par la dégradation enzymatique des liaisons ester des glycérides, entraînant la formation d'acide gras responsables de la saveur rance. Bien que le lait contienne naturellement des lipases, le véritable danger

réside dans la prolifération de micro-organismes psychotropes, en particulier en raison de la présence de leurs enzymes lipolytiques résistantes à la chaleur (**Luquet et al, 1990**).

- **Oxydation** : est une réaction chimique qui se produit lors du stockage du beurre, entraînant la formation de peroxyde. La dégradation de ce peroxyde libère des aldéhydes et des cétones, ce qui donne un goût de suif. Plusieurs facteurs peuvent accentuer ce défaut :
  - ✓ Un pH trop bas causé par une maturation biologique excessive.
  - ✓ La présence de catalyseurs métalliques tels que le fer et le cuivre.
  - ✓ Une exposition prolongée à la lumière.
  - ✓ Un contact prolongé entre l'air et le produit (l'emballage doit être hermétique).
- **La protéolyse**, quant à elle, est causée par des micro-organismes protéolytiques, tels que certains microcoques et espèces de la famille Bacillus, qui dégradent les protéines des produits laitiers. Cette dégradation peut être alcaline et donner un goût amer au lait. Les germes responsables de la protéolyse sont les microcoques, les Pseudomonas, les serratia, ainsi que certaines espèces de Bacillus et de Clostridium (**Luquet, 1986**).

### II.2.7 Comparaison générale entre le beurre et la margarine

La margarine diffère du beurre car elle n'est pas fabriquée à partir de lait. Ses acides gras proviennent de diverses sources, principalement végétales. À l'heure actuelle, elle est composée d'un large éventail de corps gras, allant des huiles végétales plus ou moins hydrogénées. Le beurre et la margarine ont chacun leurs avantages et leurs limites, comme indiqué dans le Tableau 3.

Les margarines actuelles sont préparées à partir d'huiles contenant principalement des acides gras en C18. Elles sont constituées d'un mélange de deux ou trois types d'huiles partiellement hydrogénées. Pour certaines utilisations, la margarine peut être un compromis nutritionnel intéressant entre l'huile et le beurre (**Cheftel, 1977**), (**Bauer, 2004**).

**Tableau 3 :** Avantages et inconvénients du beurre et margarine (Laurie et Mathilde, 2008).

	<b>Avantage</b>	<b>Inconvénients</b>
<b>Beurre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Ne contient pas d'additifs.</li> <li>-Ne contient pas de colorants</li> <li>-Ne contient pas d'arômes artificiels</li> <li>-Contient des vitamines (A, D et E)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Source d'Acide Gras Trans (AGT) d'origine naturelle</li> <li>Riche en Acide Saturé (AGC)</li> <li>-présence de cholestérol</li> <li>-Durée de conservation limitée à 4-5 semaines</li> </ul>
<b>Margarine</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Contient de nombreuses vitamines (A, D et E)</li> <li>-Source d'acide gras poly Insaturé (AGPI) (ex : huile de tournesol)</li> <li>-Source d'acide gras mono Insaturé (AGMI) (ex : huile de colza)</li> <li>-Source d'Omega3 (possible rapport oméga 3 et 6 optimal)</li> <li>-Ne contient pas de cholestérol</li> <li>-Longue durée de conservation (14 semaines)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Source d'AGT d'origine industrielle</li> <li>-Peut contenir de l'huile de palme et de coco (effet identique aux AGC)</li> <li>-Additifs industriels émulsifiants, stabilisateur, colorants, aromes)</li> <li>-Matière grasse d'assaisonnement exclusivement</li> </ul>

# **Chapitre III**

## **Technologie de fabrication**

## Chapitre III : Technologie de fabrication

### III.1 Fabrication de la margarine selon le complexe de CEVITAL

La fabrication de la margarine est une technologie bien établie et maîtrisée. Elle comprend les étapes suivantes :

#### III.1.1 Raffinage d'huiles

Le raffinage joue un rôle essentiel dans la production d'huiles et des CG naturels d'origine végétale ou animale. Comme est une opération destinée à débarrasser les huiles alimentaires des impuretés présentes, Il permet d'obtenir des produits de qualité répondant aux exigences des différents secteurs d'utilisation. Le raffinage permet de standardiser la qualité commerciale et les caractéristiques sensorielles en produisant des huiles neutres, non oxydées, peu colorées et sans odeur. Le raffinage d'un CG comprend plusieurs étapes, chacune ayant ses propres objectifs. Il existe deux principaux types de raffinage : le raffinage chimique et le raffinage physique. Dans le raffinage chimique, les acides gras libres, la plupart des phospholipides et autres impuretés sont éliminés par neutralisation à l'aide de solutions basiques, généralement de la soude. Dans le raffinage physique, les acides gras libres sont éliminés par distillation à haute température. Le choix entre raffinage physique et chimique dépend de la nature de l'huile, de sa qualité et des objectifs visés (**Pagès-Xatart-Parès, 2008**).

##### III.1.1.a Raffinage chimique

Comprend plusieurs opérations présentées dans la figure suivante :

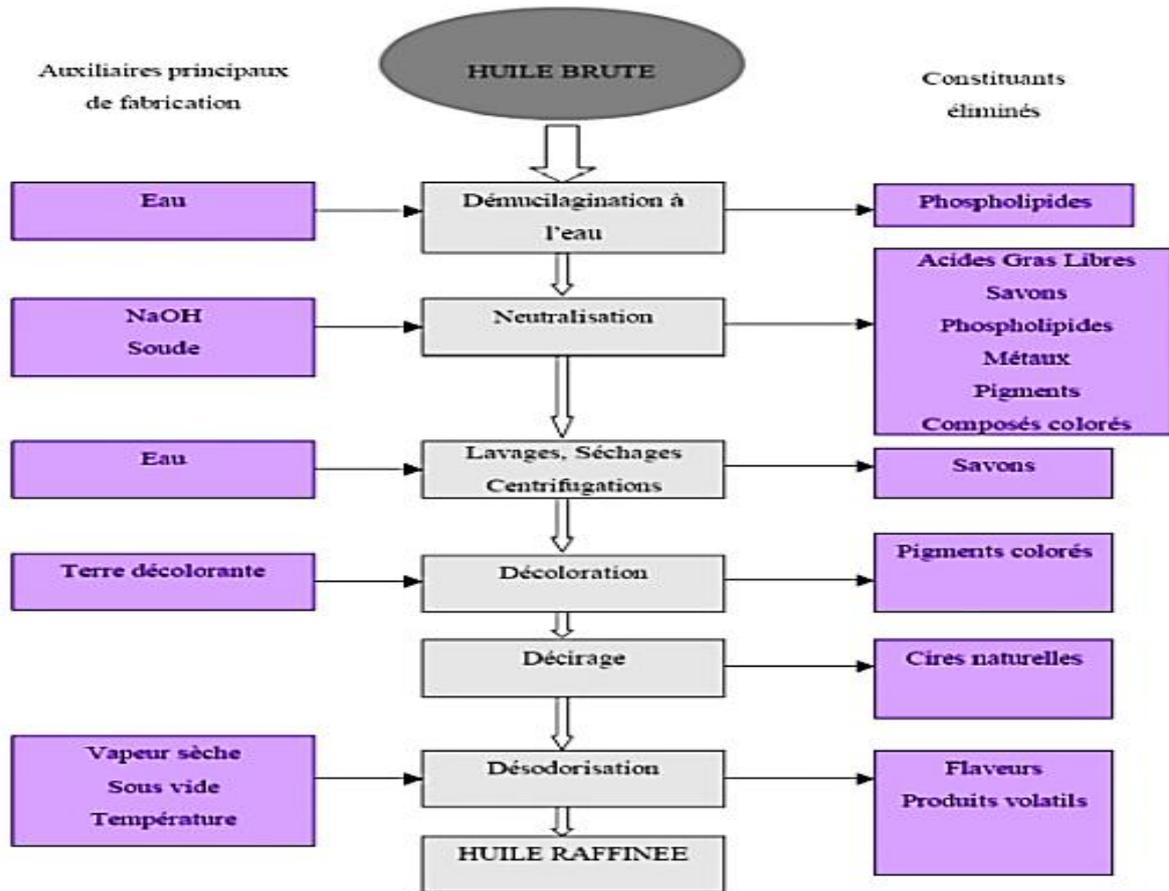


Figure 7 : Schéma général des étapes de raffinage chimique

### ➤ Démucilagination (dégommage)

La première étape du raffinage de l'huile vise à éliminer les sels métalliques, les phosphatides et les matières mucilagineuses qui pourraient se précipiter pendant le stockage, entraînant ainsi des modifications de goût et d'odeur. Cependant, il convient de noter que certains acides cétriques, tels que produit phospholipide, qui sont bénéfiques pour la santé, ne sont pas souhaitables dans le produit final en raison de leur propension à précipiter et à se noircir.

### ➤ Neutralisation

Lorsque la neutralisation est réalisée à l'aide d'une base, les acides gras se transforment en un savon connu sous le nom de "pâte de neutralisation" ou "soapstocks". Ces pâtes contiennent également des mucilages, diverses impuretés et de l'huile neutre qui est entraînée sous forme d'émulsion. L'objectif n'est pas seulement d'obtenir une huile parfaitement neutralisée avec une quantité d'huile entraînée dans les soapstocks aussi faible que possible, mais aussi de minimiser

la présence de savon dans l'huile neutralisée afin d'éviter la formation d'émulsion lors des étapes ultérieures, en particulier lors du lavage.

➤ **Lavage**

Cette opération vise à éliminer les substances alcalines telles que le savon et la soude en excès, ainsi que les dernières traces de métaux, de phospholipides et autres impuretés présentes dans l'huile après la neutralisation dans la turbine. Le lavage est plus efficace lorsqu'il est réalisé en deux étapes. L'utilisation d'eau chauffée décalcifiée permet d'éviter l'accumulation de dépôts de savon et de phosphates de calcium sur les surfaces en bois (**Denise, 1992**).

➤ **Séchage**

Avant de procéder à la décoloration, il est nécessaire de retirer l'humidité contenue dans l'huile lavée. En effet, la présence d'humidité pourrait entraîner un colmatage rapide des filtres, en particulier en présence de savon. La température de l'huile neutralisée après le lavage est d'environ 90°C, et elle est ensuite pulvérisée sous vide à une pression de 30 à 60 Torr (**Denise, 1992**).

➤ **Filtration**

L'huile est filtrée pour éliminer les particules fines et les résidus solides restants. Hydrogénation (en fonction des besoins) : Certaines huiles peuvent être soumises à une étape d'hydrogénation pour améliorer leur stabilité et prolonger leur durée de conservation. Cela peut également rendre l'huile solide à température ambiante, ce qui est utilisé dans la production de margarine et de graisses végétales solides.

➤ **Décirage**

L'objectif de cette opération de purification supplémentaire est d'éliminer les cires naturelles qui deviennent insolubles à température ambiante. Ces cires peuvent former des cristaux qui entraînent une turbidité et un dépôt, ce qui nuit à l'aspect commercial du produit. On procède à un refroidissement pour provoquer la cristallisation des composés à point de fusion élevé, puis on effectue une séparation pour éliminer les cristaux formés (**Denise, 1992**).

➤ **Décoloration**

Le but de la décoloration n'est pas seulement de produire une huile de couleur conforme mais aussi joue un rôle essentielle dans la purification des huiles. Elle fait intervenir un phénomène physique consiste à éliminer les pigments colorés par adsorption sur une terre

décolorante, du charbon actif, suivi d'une filtration qui permet d'obtenir une huile limpide débarrassée de toutes impuretés solides. (Denise, 1992)

#### ➤ Désodorisation

Les huiles neutralisées et décolorées ont une odeur et un goût distincts en raison de leur origine et des traitements subis pendant le processus de raffinage. Les substances responsables de ces odeurs sont généralement divers composés volatils tels que les aldéhydes et les cétones. Ces composés peuvent être présents naturellement dans la graine ou le fruit d'origine, ainsi que dans les réactifs utilisés lors du raffinage.

L'objectif de la désodorisation est donc d'éliminer les composés odorants tout en préservant les triglycérides non altérés (François, 1974).

#### III.1.1.b Raffinage physique

Le raffinage physique des huiles brutes élimine les désavantages de la neutralisation à l'aide de soude. Il consiste essentiellement à vaporiser les acides gras à haute température (supérieure à 235 °C) sous vide poussé dans des équipements bien dimensionnés. Les pertes lors de cette opération ne dépassent pas 10 % de la quantité initiale d'acides gras libres présents dans l'huile brute. Habituellement, cette opération est réalisée sur des huiles brutes préalablement dégommees à l'eau et traitées avec des acides (phosphorique ou citrique), puis traitées avec des terres décolorantes (2 à 3 %) (Denise, 1992).

#### III.1.2 Traitement des huiles raffiné

Certaines huiles et graisses sont liquides à température ambiante, comme l'huile de tournesol, de colza et de soja, tandis que d'autres sont semi-solides, comme l'huile de palme, et d'autres encore sont totalement solides, comme l'huile de coprah. Lorsqu'elles sont utilisées dans des produits alimentaires tels que les margarines, les pâtes à tartiner, les plats cuisinés et autres, il est parfois nécessaire de modifier leurs caractéristiques de fusion. Dans le domaine alimentaire, il existe deux procédés réglementaires autorisés qui permettent à l'industrie de transformer ces matières grasses spécifiques afin de les utiliser dans la formulation de ces produits (Pages-Xatart-Pares X. 2012). Ces traitements sont :

##### III.1.2.a Inter-estérification

La technique de l'inter-estérification est utilisée pour modifier les caractéristiques de fusion et de cristallisation d'une graisse, afin de la rendre plus adaptée à la fabrication de margarine. Ce processus chimique ou enzymatique permet de réorganiser la distribution des acides gras dans les triglycérides de la matière grasse. En inter-estérifiant un mélange préalable

de matières grasses, il est possible de créer de nouvelles matières premières qui présentent des propriétés intéressantes en termes de courbe de solidité, de vitesse de cristallisation et d'influence sur les caractéristiques organoleptiques du mélange. Cette technique permet également d'améliorer la qualité fonctionnelle et nutritionnelle des matières grasses, et elle est à nouveau utilisée dans le domaine alimentaire (**Laventurier, 2013**).

### **III.1.2.b Fractionnement**

Le fractionnement est une opération industrielle visant à séparer les constituants des huiles et des graisses ayant un point de fusion élevé, tels que les glycérides riches en acides gras saturés, ainsi que ceux ayant un point de fusion faible. Trois méthodes couramment utilisées pour le fractionnement sont la chromatographie, la cristallisation fractionnée et l'extraction liquide/liquide (**Charles et al, 2003**).

### **III.1.3. Préparation de la phase aqueuse**

Cette phase de préparation implique la création d'un mélange comprenant de l'eau, de l'acide lactique, des conservateurs, des antiseptiques, des sels et du lait. Le lait est préalablement pasteurisé et refroidi plusieurs fois pour éviter la multiplication des bactéries. Ce mélange représente entre 16% et 18% de la masse totale et peut inclure des ingrédients protéiques, du sel et des arômes. La solution de sel doit être préparée séparément en utilisant une partie de la quantité d'eau nécessaire à la fabrication (**Kone S, 2001**).

### **III.1.4. Préparation de la phase grasse**

La phase grasse est composée d'un mélange d'huiles végétales ou animales, telles que spécifiées dans la recette. Ce mélange comprend généralement des huiles raffinées, modifiées et d'autres ingrédients tels que les vitamines A et D, les arômes synthétiques et naturels de beurre, les colorants (comme le  $\beta$ -carotène) ainsi que de petites quantités de conservateurs pour maintenir l'apparence attrayante, la texture douce et la fraîcheur. Étant donné que l'eau et l'huile ne se mélangent pas facilement, des émulsifiants tels que la lécithine de soja sont ajoutés pour maintenir la stabilité du mélange. Ces ingrédients sont dissous dans le mélange gras avant d'ajouter la phase aqueuse, dans le cadre du processus d'émulsification (**Kone, 2001**).

### **III.1.5 Préparation des émulsifiants**

Les émulsifiants tels que la lécithine, la mono glycéride et le monoglycéride-lactique sont mélangés ensemble, puis ils seront dilués avec l'arôme et le colorant (**Robert J.Whitehurst. 2004**).

### III.1.6 Préparation de l'émulsion

L'émulsion est obtenue en combinant la phase aqueuse, la phase grasse et l'émulsifiant, qui sont ensuite mélangés dans un réservoir d'émulsion à l'aide d'une pompe spécifique. Ce mélange, appelé émulsion, est ensuite envoyé vers un pasteurisateur où il est chauffé à une température de 80°C. Ensuite, il est acheminé vers un combineur sous une température de 45°C grâce à une pompe à haute pression (**Aboiron et Hameury, 2004**). La formation de l'émulsion se déroule en deux étapes :

- Lors de la première étape, appelée pré-émulsion, la phase grasse, préalablement chauffée à environ 50-60°C, est combinée avec la phase aqueuse (sans la solution de sel) et continuellement agitée pendant 3 à 4 minutes.
- Pour obtenir une émulsion fine lors de la seconde étape, il est nécessaire d'effectuer un malaxage vigoureux qui réduit la taille des gouttelettes présentes dans l'émulsion.

### III.1.7 Pasteurisation

La pasteurisation est un processus couramment utilisé après la préparation d'une émulsion, à une température comprise entre 45 et 55°C. Une méthode typique consiste à chauffer l'émulsion à une température de 75 à 85°C pendant 16 secondes. La température finale dépend du point de fusion de la phase grasse : plus le point de fusion est élevé, plus la température finale sera élevée. La pasteurisation est effectuée pour éliminer les microbes présents dans l'émulsion. Pour cela, il est nécessaire de chauffer l'émulsion à 85°C, puis de la refroidir (**AOF, 2006**).

### III.1.8 Cristallisation et refroidissement

Le processus de cristallisation est réalisé à l'aide d'un dispositif composé de deux cylindres et d'un cristalliseur. Selon le type de produit, s'il est en plaquette, il passe d'abord par un tube de repos avant d'aller vers l'étape de conditionnement. En revanche, si le produit est en barquette, il va directement vers le conditionnement. Cette étape est considérée comme la dernière phase de fabrication de la margarine. L'émulsion préparée est refroidie dans le cylindre en utilisant un liquide réfrigérant, l'ammoniac (NH<sub>3</sub>), à une température d'environ 18°C. À cette température, l'émulsion se solidifie et se transforme en cristaux (**Aboiron et Hameury, 2004**).

### III.1.9 Malaxage

Ce procédé permet au produit d'acquies des propriétés plastiques et une homogénéité satisfaisante. Une fois l'émulsion cristallisée, elle est transportée depuis la trémie, qui régule le passage de l'émulsion, jusqu'au malaxeur. Cet équipement va mélanger la substance pour lui conférer une consistance, une souplesse et une homogénéité (**Himed et Barkat, 2014**).

### **III.1.10 Conditionnement**

Une fois refroidie et cristallisée, la margarine est pompée à l'aide de pompes à haute pression, puis elle est soumise à un processus de conditionnement. Le choix de l'appareillage de conditionnement dépend du type de texture de la margarine. De plus, c'est à cette étape que des échantillons du produit sont prélevés pour effectuer les contrôles qualité du produit final. Les margarines cristallisées sont ensuite conditionnées en fonction de leur forme et de leur poids, soit dans des barquettes en PVC, soit sous forme de plaques enveloppées de papier aluminium (Morgane S, 2010).

### **III.1.11. Conservation**

Les margarines sont des produits alimentaires qui ont une durée de conservation limitée en raison de leur susceptibilité à diverses altérations, telles que le rancissement dû à l'oxydation. Afin de prévenir ces altérations, une fois conditionnée, la margarine est entreposée dans une chambre froide dont la température est maintenue entre 8,7°C et 12°C maximum (selon la réglementation). Le produit fini, c'est-à-dire la margarine, est ensuite stocké au réfrigérateur pour éviter le rancissement et toute autre détérioration. Par la suite, il est livré à l'entrepôt frigorifique d'une chaîne de supermarchés et parvient généralement au consommateur en quelques semaines après sa production (Aof, 2006).

## **III.2 Contrôle de qualité de la margarine**

**III.2.1 Tests physiques** : Des tests sont effectués pour mesurer des caractéristiques physiques telles que la texture, la consistance, la couleur et la viscosité de la margarine. Ces tests aident à déterminer si la margarine répond aux spécifications de production.) (François, 1974).

**III.2.2 Tests chimiques** : Des analyses chimiques sont réalisées pour vérifier la composition de la margarine, y compris les teneurs en matières grasses, en eau, en acides gras, en vitamines et en additifs. Ces tests permettent de s'assurer que les ingrédients sont présents dans les quantités appropriées et conformes aux réglementations.) (François, 1974).

**III.2.3 Tests microbiologiques** : Des échantillons de margarine sont prélevés et testés pour détecter la présence de micro-organismes tels que les bactéries, les levures et les moisissures. Ces tests sont essentiels pour garantir l'absence de contamination microbiologique et assurer la sécurité du produit.) (François, 1974).

# **Chapitre IV**

## **Biscuits**



## Chapitre IV : Biscuits

### IV.1 Définition de biscuit

Les biscuits, dont le terme dérive de "Bis-Cuit", désignent des produits subissant une double cuisson. Ce processus implique une première cuisson similaire à celle du pain, suivie d'une seconde étape consistant à placer les morceaux de pâte dans des compartiments situés au-dessus du four afin de réduire leur teneur en humidité. Les biscuits sont fabriqués à partir de farine alimentaire, de matières grasses, de sucre et d'autres ingrédients, leur composition variant considérablement en fonction du type de biscuit (Armand et Germain, 1992 ; Cheblaoui et Yahiatene, 2016).

### IV.2 Classification de biscuits

Il n'existe pas de classification officielle des biscuits en raison de la grande diversité de leurs productions et des multiples ingrédients pouvant être utilisés dans leur fabrication. Cependant, une classification peut être envisagée en se basant sur la consistance de la pâte avant cuisson (Kiger et al. 1967 ; Mohtedji-Lambalais., 1989 ; Feuillet., 2000).

#### ✓ Pâtes dures ou semi-dures

Les pâtes dures ou semi-dures sont utilisées pour produire divers types de biscuits secs sucrés et salés, tels que les casse-croûte, les sablés, les petits beurrés, et bien d'autres. Ces pâtes sont fabriquées sans œufs et représentent environ 60% de la consommation totale de biscuits.

#### ✓ Pâtes molles

Les pâtes molles sont principalement utilisées dans la pâtisserie industrielle, comprenant à la fois des biscuits secs et des produits moelleux comme les génoises, les madeleines, les cakes et les macarons. Ces biscuits se distinguent par leur forte teneur en œufs et en matière grasse, ce qui les rend particulièrement riches. Ils représentent environ 26,5 % de la consommation totale. On note également que ces biscuits se caractérisent par leur abondance en œufs et en matières grasses d'origine végétale (Broutain, 2001).

#### ✓ Les pâtes à gaufrettes sont des pâtes ayant une teneur élevée en lait ou en eau et une faible quantité de matières grasses

Elles représentent environ 10,5% de la consommation de pâtes (Broutain, 2001).

### IV.3 Fabrication des biscuits

#### IV.3.1 Pétrissage

Le processus de pétrissage de la pâte a été réalisé à l'aide d'un pétrin, à l'intérieur d'un bol de pétrissage. Une durée de pétrissage de 5 minutes a donné une pâte non cohérente, ce qui

signifie qu'elle n'a pas été correctement travaillée. Les durées de pétrissage de 15 et 20 minutes ont entraîné un ramollissement de la pâte, la rendant collante. Ces temps correspondent donc à un pétrissage excessif. Par conséquent, le temps de pétrissage optimal retenu est de 8 minutes, ce qui a donné une pâte blanche cohérente, non collante et facile à manipuler (**Benkadri, 2010**).

#### **IV.3.2 Façonnage et découpage de la pâte**

Le processus de façonnage est la première étape pour donner forme à la pâte à biscuits préparée. L'objectif est de créer différentes formes en utilisant des emporte-pièces variés pour découper la pâte et obtenir des motifs diversifiés. Il est essentiel d'appuyer fermement sur l'emporte-pièce dans la pâte étalée, puis de délicatement retirer l'excédent de pâte autour de la découpe. Les formes découpées sont ensuite disposées individuellement sur une plaque de cuisson préalablement recouverte de papier sulfurisé. Pour éviter qu'ils ne se collent pendant la cuisson, il est recommandé de laisser un espace entre chaque biscuit (**Fellueit, 2000**).

#### **IV.3.3 Cuisson**

La cuisson est un processus complexe au cours duquel de nombreuses réactions biochimiques et physico-chimiques se produisent. Ces réactions comprennent la dénaturation des protéines, la gélatinisation partielle de l'amidon, l'expansion de la pâte due à la réduction et à la dilatation thermique des gaz, l'évaporation de l'eau et la formation de la couleur grâce à la réaction de Maillard (**Armand et Germain, 1992**).

La cuisson s'effectue dans des fours tunnels de grande taille, souvent de plusieurs dizaines voire plus d'une centaine de mètres de long, composés de plusieurs sections présentant des différences de température et d'humidité (**Fellueit, 2000**).

#### **IV.3.4 Refroidissement**

Les biscuits qui viennent d'être cuits à des températures élevées sont laissés à l'air libre pendant quelques minutes afin de les refroidir. Des ventilateurs sont utilisés pour éliminer l'excès d'humidité (**Cheblaoui et Yahiatene, 2016**).

#### **IV.3.5 Conditionnements**

Les sablés nécessitent un emballage qui les protège de l'oxygène, des odeurs et de la lumière. Différents types d'emballage sont utilisés pour préserver les sablés, tels que le carton, l'aluminium et le plastique, qui sont présentés sous forme de barquettes cylindriques ou rectangulaires (**Dugourd, 2009**).

#### IV.4 Critères d'évaluation de la qualité du biscuit

Les caractéristiques sensorielles telles que la texture, la saveur, l'arôme, la taille et la couleur sont les attributs de qualité les plus importants dans les aliments. Pour les biscuits, la qualité se reflète par une stricte maîtrise des caractéristiques physiques telles que les dimensions, la couleur et l'humidité, ainsi que l'apparence de la surface et la texture, telle que la densité, la dureté et la résistance aux bris. Selon Fustier (2006), la qualité des biscuits est influencée par la nature et la quantité des ingrédients utilisés. Dans ce contexte, il est essentiel de contrôler la couleur et la texture, car ce sont des paramètres importants (**Maache-Rezzoug et al, 1998**).

##### IV.4.1 Texture

La texture des biscuits est principalement influencée par leur teneur en humidité, en gras, ainsi que par les types et les quantités de glucides structurels tels que la cellulose, les amidons et les pectines, ainsi que les protéines présentes (**Fellows, 2000**). La texture joue un rôle essentiel dans la perception du consommateur. L'expansion, qui est un événement important dans la formation de la texture des biscuits, est déterminée par les propriétés rhéologiques de la pâte, qui dépendent du comportement et des interactions de ces composants, ainsi que de la solubilité du gaz dans la phase continue. Lorsque les biscuits subissent une expansion importante, leur densité diminue, ce qui entraîne une grande porosité.

Pour cela, La texture est un critère de qualité essentiel lorsqu'on souhaite obtenir une miette douce et flexible dans les aliments (**Lara et al, 2011**).

##### IV.4.2 Couleur

La couleur joue un rôle essentiel pour évaluer la qualité de tout aliment, et c'est un aspect qui est immédiatement remarqué par le consommateur, car elle influence directement l'impression sensorielle subjective (**Lara et al, 2011**).

##### IV.4.3 Gout, flaveur et arôme

Les caractéristiques gustatives comprennent le salé, le sucré, l'amer et l'acidité. Les composés aromatiques volatils sont générés par des processus tels que la chaleur, l'oxydation et des réactions non enzymatiques impliquant des protéines, des matières grasses et des glucides (par exemple, la réaction de Maillard) (**Fellows, 2000**).

#### IV.5 Qualité des biscuits

##### IV.5.1 Qualité nutritionnelle

Les biscuits contiennent une combinaison de sucres et de lipides. Telles que protéines et des nombreuses réactions décrites plus haut la réaction de Maillard, la caramélisation et

l'oxydation des lipides, qui ont été mentionnées précédemment, sont connues pour réduire la qualité nutritionnelle globale des aliments. L'un des principaux effets néfastes de ces réactions est la diminution de la qualité des protéines, ce qui entraîne une diminution de leur digestibilité globale en raison de la formation de liaisons peptidiques résistantes aux enzymes, ce qui limite leur accessibilité. De plus, certains produits résultant de la réaction de Maillard peuvent inhiber certaines protéases (**Benkadri, 2010**).

Les acides aminés présents dans la forme bloquée et inutilisable en termes de RM (valeur biologique) ne sont pas accessibles à l'organisme. Cela entraîne une diminution significative de la qualité protéique, surtout dans le cas des céréales où la lysine est l'acide aminé qui limite la valeur biologique de la protéine (**Benkadri, 2010**).

#### **IV.5.2 Qualité organoleptique**

Le consommateur est attiré par les diverses caractéristiques qui contribuent à la qualité d'un produit, telles que son aspect et sa couleur, sa forme, sa saveur, ses arômes et sa texture (**Haoua et Tingali, 2007**).

### **IV.6 Exemples des biscuits**

#### **IV.6.1 Sablés**

Le sablé est un petit biscuit sec qui a une texture friable et qui s'effrite facilement. Il est généralement rond et possède souvent des bords dentelés. Bien que son origine précise ne soit pas connue, le mot "sablé" est répertorié dans le dictionnaire de la langue française à partir de 1870. Les ingrédients de base pour sa préparation sont la farine, le beurre, le sucre et parfois les jaunes d'œufs. Ces ingrédients sont mélangés rapidement jusqu'à ce que la consistance devienne « sableuse » d'où le nom "sablé". La pâte est ensuite soit étalée et découpée à l'aide d'un emporte-pièce, soit roulée en forme de boudin puis découpée en tranches. On peut parfumer les sablés avec du citron, les agrémenter d'amandes effilées ou de raisins secs, les glacer avec du chocolat ou les garnir de confiture (**Anonyme 01, 2020**).

# Partie Pratique



# Chapitre I

## Matériel et Méthodes



## Chapitre I : Matériels et Méthodes

### I.1 Analyses physico-chimiques

#### I.1.1 Détermination de la teneur en eau (Humidité)

##### I.1.1.1 Définition

La teneur en eau correspond à la quantité de masse perdue par le produit après avoir été chauffé à une température de  $103^{\circ}\text{C} + 2^{\circ}\text{C}$ , selon les conditions spécifiées dans cette méthode, et elle est exprimée en pourcentage de la masse.

##### I.1.1.2 Principe

Le chauffage d'une prise d'essai à une température de  $103^{\circ}\text{C} + 2^{\circ}\text{C}$  est effectué jusqu'à ce que toute l'eau soit complètement évaporée et détermination de la perte de masse de la prise d'essai, en utilisant deux méthodes différentes (**J.0.R.A N°65.2012**).

- **Méthode standard** : utilisant une étuve de séchage.
- **Méthode rapide** : utilisant un bain de sable ou une plaque chauffante.

##### I.1.1.3 Matériels

- Balance analytique.
- Bécher en verre.
- Bain de sable ou plaque chauffante pour la méthode rapide.
- Dessiccateur garni d'un agent déshydratant.

##### I.1.1.4 Mode opératoire

Commencer par peser le bécher vide afin d'obtenir sa masse initiale (P1). Après, ajouter environ 2g d'échantillon dans le bécher et noter sa masse (P2). Placer ensuite le bécher contenant l'échantillon sur une plaque chauffante et chauffer-le doucement tout en agitant de temps en temps pour éviter la formation de gouttelettes d'eau sur les parois. Une fois chauffé, laisser l'échantillon refroidir dans un dessiccateur. Enfin, peser à nouveau le bécher avec l'échantillon pour obtenir sa masse finale (P3).

##### I.1.1.5 Expression des résultats

La teneur en eau est déterminée par la formule suivante :

$$H (\%) = ((P_1 + P_2) - P_3 / P_2) * 100$$

Ou :

**H (%)** : Humidité exprimée en pourcentage massique.

**P1** : poids du bécher vide en gramme (g).

**P2** : poids du bécher contienne la prise d'essai en grammes avant chauffage (g).

**P3** : poids du bécher contenant l'échantillon après chauffage et refroidissement.

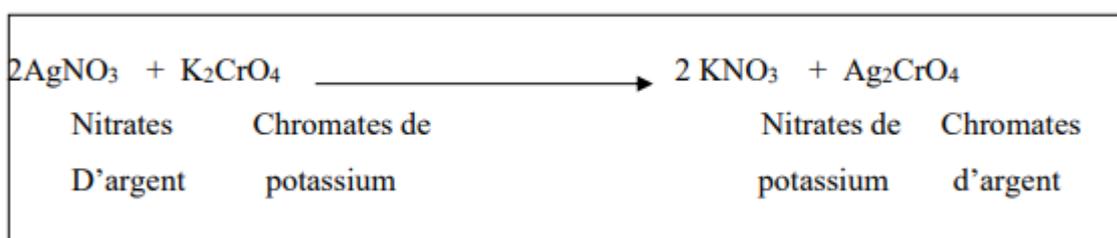
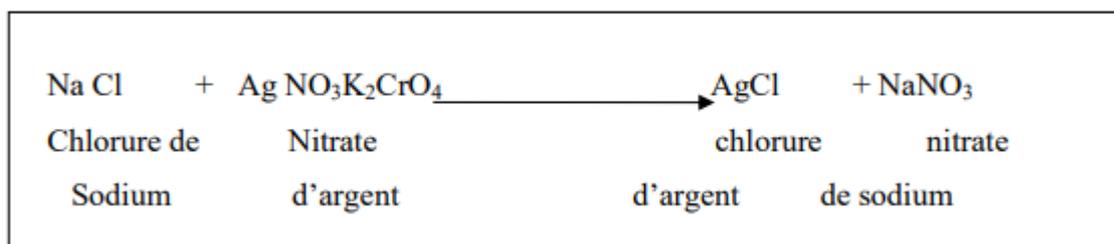
## I.1.2 Détermination la teneur en chlorure de sodium

### I.1.2.1 Définition

C'est la teneur en chlorures de sodium (NaCl), autrement dit c'est la quantité centésimale des sels présents dans l'échantillon (ou la phase aqueuse) sous forme de chlorure.

### I.1.2.2 Principe

Les chlorures présents dans le mélange sont quantifiés à l'aide d'une solution titrée de nitrate d'argent (AgNO<sub>3</sub>) en utilisant le chromate de potassium comme indicateur coloré suivant les réactions :



### I.1.2.3 Réactifs

- Solution titrée de nitrate d'argent, 0.1 N.
- Solution de chromate de potassium à 0.5 %.

### I.1.2.4 Matériels

- Balance analytique.
- Erlenmeyer, d'une capacité de 250 ml.

- Burette, graduée en dixième de millilitre (1/10).

### I.1.2.5 Mode opératoire

Prélever 5 g de l'échantillon et placer-les dans un erlenmeyer. Ensuite, verser délicatement 100 ml d'eau distillée préalablement portée à ébullition dans l'erlenmeyer. Laisser reposer le mélange pendant 5 à 10 minutes en le remuant de temps en temps. Après ajouter quelques gouttes de chromates de potassium au mélange. Procéder ensuite au titrage en ajoutant progressivement la solution de nitrates d'argent tout en observant attentivement les changements de couleur. Continuer à ajouter la solution de nitrates d'argent jusqu'à ce qu'un changement de couleur observable se produise, où le mélange prendra une teinte rouge brique. Enfin, noter le volume de solution de nitrates d'argent utilisé pour atteindre le point d'équivalence

### I.1.2.6 Expression des résultats

Le taux de sel (ou teneur en sel) est calculé de la manière suivante :

$$Ts (\%) = [(V * Eq \text{ g (NaCl)} * N) / P * 10]$$

Ou :

**Ts** : taux ou teneur en sel exprimée en %.

**N** : normalité de la solution de nitrate d'argent (0.1N).

**V (ml)** : volume en ml d'AgNO<sub>3</sub> ; utilisé pour le titrage.

**P** : prise d'essai en g.

**Eq.g (NaCl)** : équivalent grammes d'NaCl égale à 58.5.

## I.1.3 Détermination du potentiel hydrogène (pH)

### 1.1.3.1 Définition

Le pH de la phase aqueuse de la margarine est la différence de potentiel, à la température de mesure, entre deux électrodes immergées dans la phase aqueuse de la margarine. Détermination selon le mode opératoire, exprimé en unité du pH.

### I.1.3.2 Principe

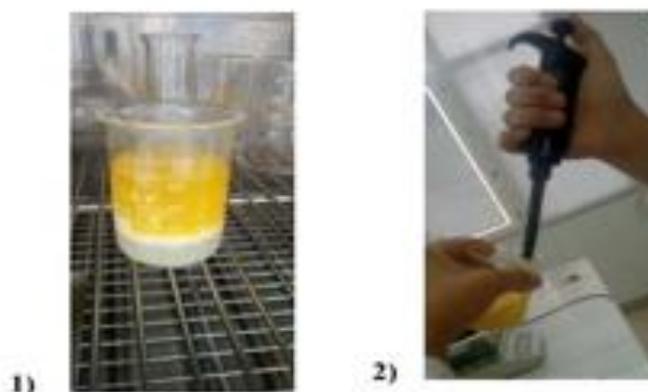
La mesure du pH est effectuée à l'aide d'une méthode potentiométrique qui consiste à mesurer la différence de potentiel entre une électrode en verre et une électrode de référence dans la phase aqueuse séparée de la margarine fondue (M.E.2001).

### I.1.3.3 Matériels

- pH mètre avec électrode.
- Solution étalons (pH= 4 ; pH=7 ; pH= 10).

### I.1.3.4 Mode opératoire

Commencer à préparer un bécher contenant la solution à mesurer, que ce soit de l'eau ou du lait, avec une température de mesure de 20°C. Puis assurer que les électrodes du pH-mètre sont propres et intactes. Ensuite, insérer délicatement les électrodes dans le bécher en veillant à ce qu'elles soient totalement immergées dans la solution. Après allumer le pH-mètre et patienter quelques instants pour qu'il se stabilise. Lorsque la lecture sur l'affichage du pH-mètre devient constante, cela indique que la mesure est stabilisée. À ce stade, laisser simplement la valeur du pH affichée sur l'échelle de l'instrument, en assurant de lire la valeur avec une précision de 0,01 unités de pH. Enfin, pour conclure la mesure, retirer délicatement les électrodes du bécher et rincer-les soigneusement avec de l'eau distillée afin d'éliminer toute trace de solution.



**Figure 8 :** Procédure de séparation de la phase aqueuse



**Figure 9** : Détermination de pH la phase aqueuse.

## II.1.4 Détermination du point de fusion

### I.1.3.1 Définition

Le point de fusion est la température à laquelle une matière grasse solidifiée dans un tube capillaire se ramollit jusqu'au point où elle remonte dans le tube.

### II.1.4.2 Principe

Il est basé 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 (maximum 37°C) (M. E.2001).

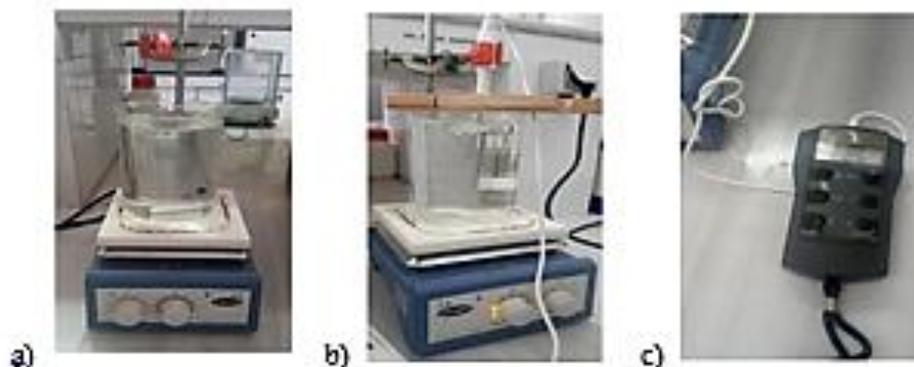
### II.1.4.3 Matériels

- Deux tubes capillaires.
- Agitateur magnétique a plaque chauffent.
- Thermomètre.
- Bécher.
- Pince en bois.

### II.1.4.4 Mode opératoire

Pour commencer, faire fondre une quantité de margarine jusqu'à obtenir une consistance liquide. Ensuite, filtrer le liquide de margarine fondu pour éliminer les impuretés. Une fois filtré, verser le liquide dans deux tubes capillaires en verre sur une hauteur d'environ 1 cm. Après cela, placer les tubes capillaires dans le réfrigérateur et les laisser refroidir pendant 20 minutes. Une fois refroidis, fixer les deux capillaires à l'aide d'une pince en bois. Ensuite, suspendre la pince, avec les tubes capillaires, sur les côtés d'un bécher. Puis, plonger les deux capillaires dans l'eau du bécher, en s'assurant qu'ils sont complètement immergés. Introduire un thermomètre dans l'eau pour mesurer la température du milieu. Ensuite, chauffer lentement le bécher avec une plaque chauffante agitatrice en augmentant la température de 0,5°C par minute.

Pendant cette chauffe, observer attentivement les tubes capillaires et noter la température à laquelle les colonnes d'huile commencent à remonter dans les tubes.



**Figure 10** : Procédure de détermination de point de fusion

#### **I.1.4.5 Expression des résultats**

La température de fusion sera calculée en prenant la moyenne des deux valeurs obtenues à partir des deux capillaires. La température indiquée correspondra au moment où la margarine commence à monter dans les deux tubes capillaires exprimée en °C.

#### **I.1.5 Indice de peroxyde**

##### **I.1.5.1 Définition**

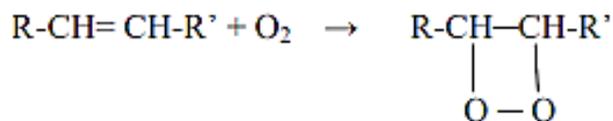
L'indice de peroxyde est la quantité de substance de l'échantillon exprimé en termes d'oxydation actif qui oxyde l'iodure de potassium dans les conditions spécifiées dans la présente norme internationale.

L'indice de peroxyde est également exprimé en milliéquivalent (méq) d'oxygène actif par kilogramme d'un CG, mais il peut également être exprimé (en unité SI) en milli mole (mmol).

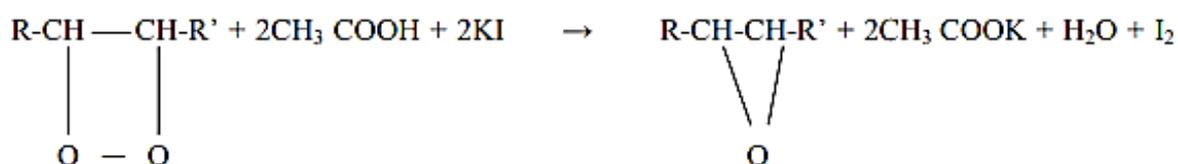
##### **I.1.5.2 Principe**

C'est le traitement d'une prise d'essai en solution dans l'acide acétique et du chloroforme par une solution d'iodure de potassium (K) puis titrage de l'iode libéré par une solution de thiosulfate de sodium (**J. O. R. A N°64.2011**).

Les acides gras (AG) s'oxydent en présence d'oxygène, en donnant des peroxydes.



En présence, de l'acide acétique, l'oxygène actif du peroxyde oxyde à son tour l'iodure de potassium, en libérant de l'iode.



L'iode libéré réagit avec le thiosulfate de sodium selon la réaction suivante :



### I.1.5.3 Réactifs

- Acide acétique (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>).
- Chloroforme (CHCl<sub>3</sub>).
- Solution de potassium iode (KI).
- Solution thiosulfate de sodium a 0.01 N.
- Une solution d'amidon.

### I.1.5.4 Matériels

- Balance analytique.
- Unité de dosage manuel ou automatique, de 20 ml de capacité.
- Ballon avec bouchon à 250 ml.
- Bécher en verre.
- Epruvette à 100 ml.

### I.1.5.5 Mode opératoire

Peser précisément 5 g de matière grasse et placer dans un ballon. Ensuite, ajouter 12 ml de chloroforme et 18 ml d'acide acétique au ballon contenant la matière grasse. Puis, préparer

1 ml de solution d'iodure de potassium en mélangeant 1 ml d'eau distillée avec 0,5 g d'iodure de potassium. Ajouter cette solution au ballon. Ensuite, boucher immédiatement le ballon pour éviter toute évaporation ou fuite. Après, agiter pendant 1 minute, puis laisser le mélange à l'abri de la lumière, à une température comprise entre 15 et 25 °C. Ajouter ensuite 75 ml d'eau distillée au mélange dans le ballon afin d'arrêter la réaction. Enfin, ajouter quelques gouttes d'empois d'amidon comme indicateur de fin de réaction. Titrer ensuite l'iodure libéré en utilisant une solution de thiosulfate de sodium 0,01 N.

### I.1.5.6 Expression des résultats

Les résultats sont exprimés selon la formule suivante :

$$\text{IP (meq d'O}_2\text{/ kg)} = \text{le volume utilisé du titrant} * 2$$

Ou : **IP** : Indice de peroxyde.

**V** : volume en ml de thiosulfates de sodium ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) utilisée pour le titrage.

## I.2 Confection des biscuits et préparations artisanales

Cette partie de notre travail a été réalisé au sein du laboratoire d'innovation de la direction de recherche et développement de Cevital. Notre objectif était d'explorer l'utilisation de différentes variétés de margarines produites par le complexe Cevital, ainsi qu'une autre margarine externe que nous avons précédemment analysée, pour la fabrication de biscuits. Nous avons effectué des essais en utilisant une recette traditionnelle. À la fin, nous avons choisi quatre margarines (comme indiqué dans le tableau ci-dessous) pour poursuivre nos travaux.

**Tableau 4** : Types de margarines choisis

Type de préparation	Type de margarine utilisé
<b>Sablés</b>	Fleurial barquette
	Fleurial plaquette
	Matina
	Margarine inconnu (x)



Margarine Matina



Margarine Fleurial plaquette



Margarine Fleurial barquette



Margarine inconnue (x)

**Figure 11** : les quatre margarines utilisées au niveau de laboratoire

### I.2.1 Matériel requis

- Un grand bol
- Un batteur électrique
- Une balance de cuisine
- Un rouleau à pâtisserie
- Des emporte-pièce pour découper les formes des sablés
- Une plaque à pâtisserie
- Du film alimentaire
- Un réfrigérateur
- Un four préchauffé à 180°C (350°F)
- Une grille de refroidissement

### I.2.2 Ingrédients

Nous avons choisi de formuler quatre types de préparations sablées ont utilisant la même recette de base mais avec quatre margarines différentes. Les ingrédients à utiliser pour ces préparations sont répertoriées dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 5:** Ingrédients utilisé

Ingrédients	Quantité
Margarine	250g
Sucre glace	61.5g
L'huile	73.8g
Œufs	2 œufs
Amidon	61.5g
Leveur chimique	2.6g
Farine	415g
Arôme vanille	3g
Sel	1 pincée

### I.2.3 Préparation des sablés

1. Mettre les quatre types de la margarine dans quatre bols différents puis ajouter le sucre glace les œufs, l'amidon et extrait de vanille à l'aide d'un batteur électrique jusqu'à obtention d'une consistance crémeuse.
2. Ajoutez la farine et la levure chimique ensuite continuer à mélanger jusqu'à ce que la pâte forme une boule homogène.
3. Préchauffer le four à 180 °C.
4. Etalez la pâte à l'aide d'un rouleau à pâtisserie
5. Utilisez les emportes pièces pour découper des formes
6. Faire cuire les sablés pendant 10 minutes.



L'incorporation de la margarine  
Matina



L'incorporation de la margarine inconnue



L'incorporation de la margarine Fleurial  
plaque



L'incorporation de la margarine  
Fleurial barquette

**Figure 12** : les quatre types de préparation à différentes margarine.

#### I.2.4 Analyse sensorielle et organoleptique

L'analyse sensorielle et organoleptique est une étape cruciale pour évaluer l'acceptabilité d'un produit. Selon la définition du Comité International de l'Olivier (COI) et de la norme NF ISO 5492, cette méthode permet d'étudier les caractéristiques sensorielles des produits en utilisant les quatre sens humains : l'odorat, le goût, l'aspect et la texture. En d'autres termes, l'homme est considéré comme un "instrument de mesure" pour évaluer les caractéristiques sensorielles des produits.

Effectivement, la caractéristique principale d'un aliment est de relier sa qualité organoleptique. L'acte de dégustation implique avant tout une analyse minutieuse des sensations ressenties, suivie d'une description précise en utilisant un vocabulaire approprié.

### **II.2.5. Test de dégustation**

#### **❖ Le choix des dégustateurs**

Le jury est composé de 15 dégustateurs qualifiés de "naïfs" selon la définition de l'AFNOR, qui désigne des individus non formés à la dégustation d'un produit ou susceptibles de le consommer. Les participants, notamment des étudiants et d'autres personnes externes, n'ont aucune connaissance préalable sur le produit.

Les dégustateurs sont âgés entre 20 et 50 ans et sont tous motivés à participer au test et à répondre aux questions.

# Chapitre II

## Résultats et discussions



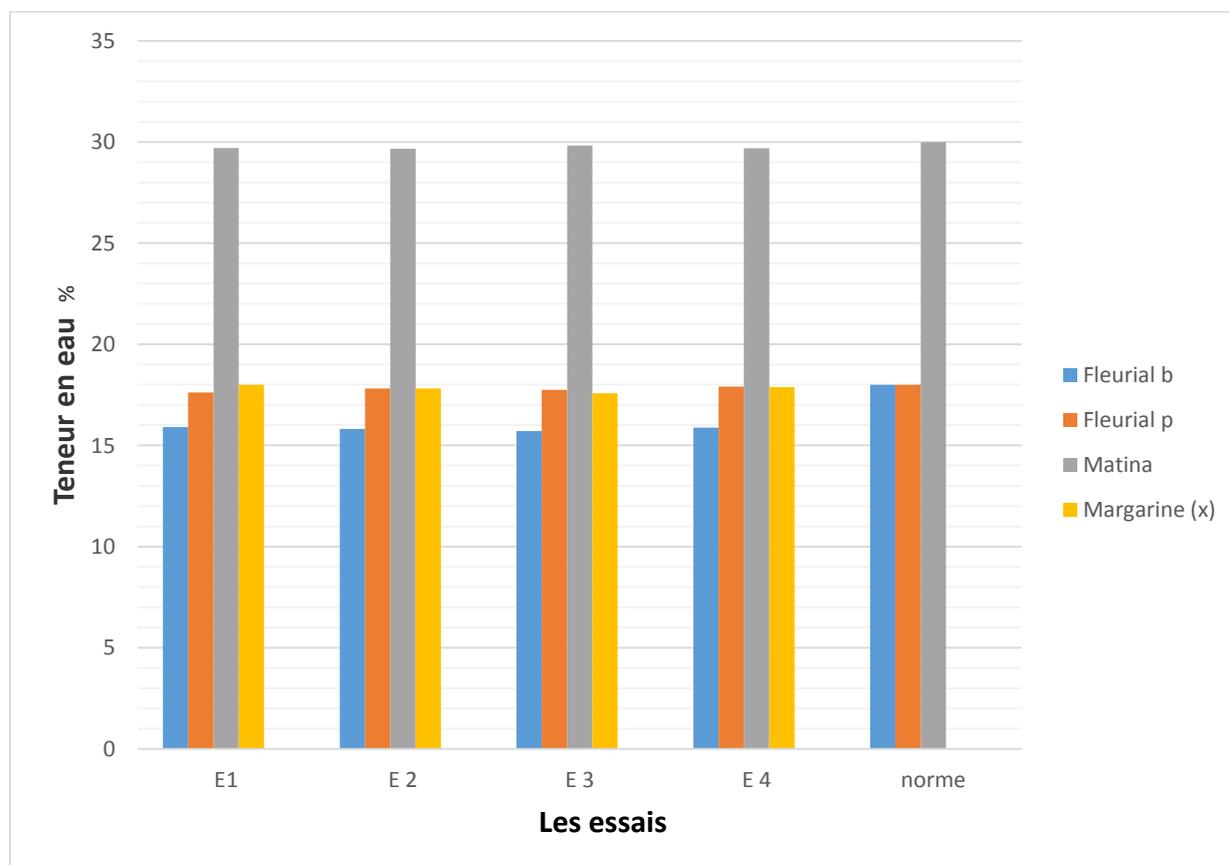
## Chapitre II : Résultats et discussions

### II.1. Analyses physico-chimique

#### II.1.1 Teneur en eau (humidités %)

La norme du Codex Alimentarius établit des critères précis concernant la teneur en eau des margarines (**ISO 662 Deuxième édition 15-09-1998**). Selon cette norme, la teneur maximal en eau autorisée est de 18 % pour les margarines Fleurial barquette, Fleurial plaquette, Inconnue (X) et de 30 % pour Matina.

Les résultats obtenus durant cette période sont reportés sur la figure 13



**Figure 13 :** Teneur en eau Fleurial barquette plaquette Matina et la margarine inconnue (x).

D'après ces histogrammes les résultats ont révélé les valeurs suivantes pour chaque type de margarine :

Pour la margarine Fleurial en plaquette, les valeurs obtenues varient entre 17, 62 et 17, 9 %, ces valeurs sont légèrement proches de la limite autorisée elles indiquent une conformité acceptable du produit.

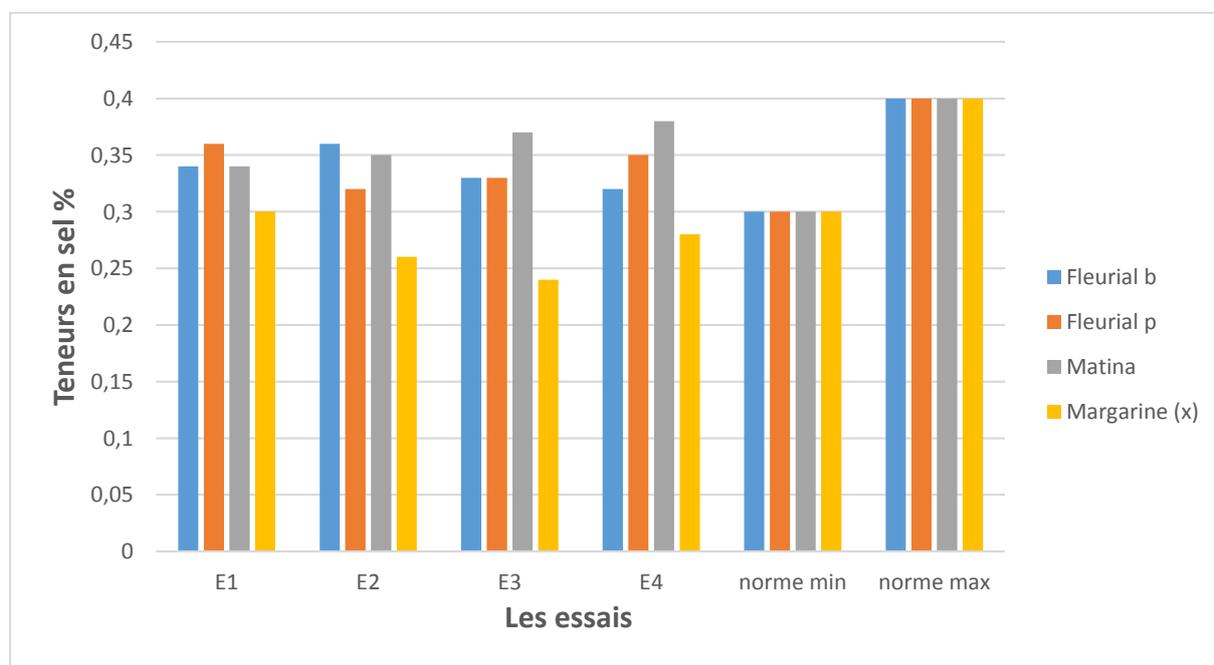
Concernant la margarine Fleurial en barquette, les valeurs mesurées (15,71 % - 15,91 %) sont inférieures à celle trouvée précédemment cela peut être expliqué que sa teneur en eau est plus élevée donc moins conforme à la norme.

En revanche la margarine inconnue (X) présente un taux d'humidité de 17,58 à 18 % et la margarine Matina présentent des valeurs inférieures à 30%, ces résultats sont conformes à la norme du Codex Alimentarius.

Les résultats du taux d'humidité pour les quatre margarines Fleurial, inconnue (X) et Matina affirment la qualité et la conformité des produits dans le respect des normes réglementaires.

### II.1.2 Teneur en sel

Le sel joue le rôle important d'inhibition de la croissance des micro-organismes et prolonger leur durée de conservation. Cependant, une quantité excessive de sel dans la margarine peut la rendre trop salée, ce qui peut entraîner des problèmes de santé tels que l'hypertension et les maladies cardiovasculaires. Une faible quantité de sel rend le goût désagréable et la margarine devient désagréable à consommer (Sebedio, 2007).



**Figure 14 :** Teneur en sel pour la margarine Fleurial (b, p), Matina et margarine inconnue (x).

Les résultats statistiques de ce paramètre sont illustrés en Figure 13. D'après l'ensemble des essais analysés on remarque que les teneurs des deux margarines Fleurial se rapprochent des limites inférieures qui varient entre (0.3- 0.4%), soit des valeurs journalières respectivement allant de (0.32 -0.36%) et (0.32- 0.36%) ce qui est conforme aux normes. Par contre la margarine inconnue (X) varie entre (0.24- 0.3%) qui est inférieure à la norme minimale donc cela explique que le produit est désagréable.

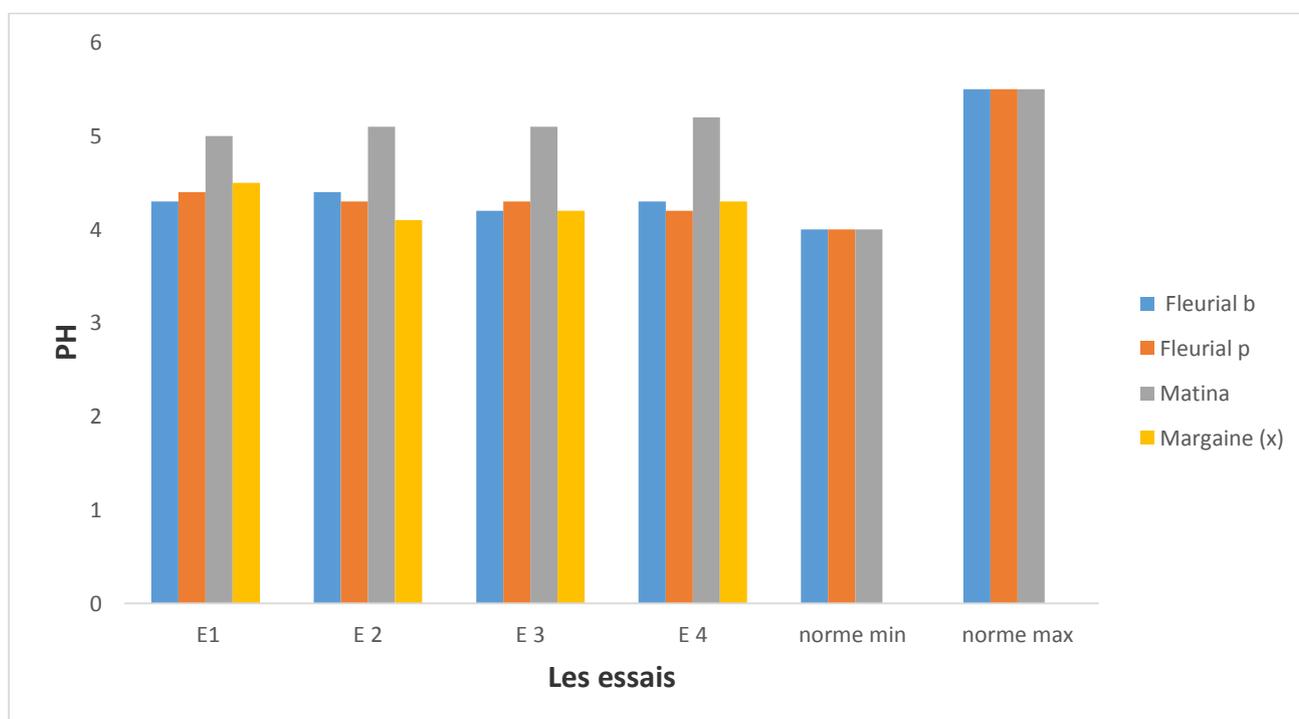
En revanche la teneur en sel de la margarine Matina est dans la gamme (0,34-0.38%). Ces valeurs sont comprises entre les deux normes maximale 0,4 et minimale 0,3. Les résultats sont conformes pour les trois types de margarine (Fleurial et Matina) ceci peut s'expliquer par le bon dosage du sel dans la phase aqueuse. La conformité est due à la spécificité du produit qui répond à des critères spécifiques exigés par l'entreprise.

### II.1.3 PH de la phase aqueuse

Le PH est un indicateur de qualité de la margarine il est contrôlé à différentes étapes de sa préparation pour améliorer la production et assurer la sécurité.

Il est préférable de contrôler le PH de la phase aqueuse dans le but de donner un bon goût à la margarine et d'éviter le développement microbien sont respectée. Des valeurs de PH faibles donnent une sensation acide désagréable aux consommateurs (Karleskind et Wolff ,1992).

Les résultats des analyses effectuées sur le PH de la phase aqueuse sont illustrés en figure 15.



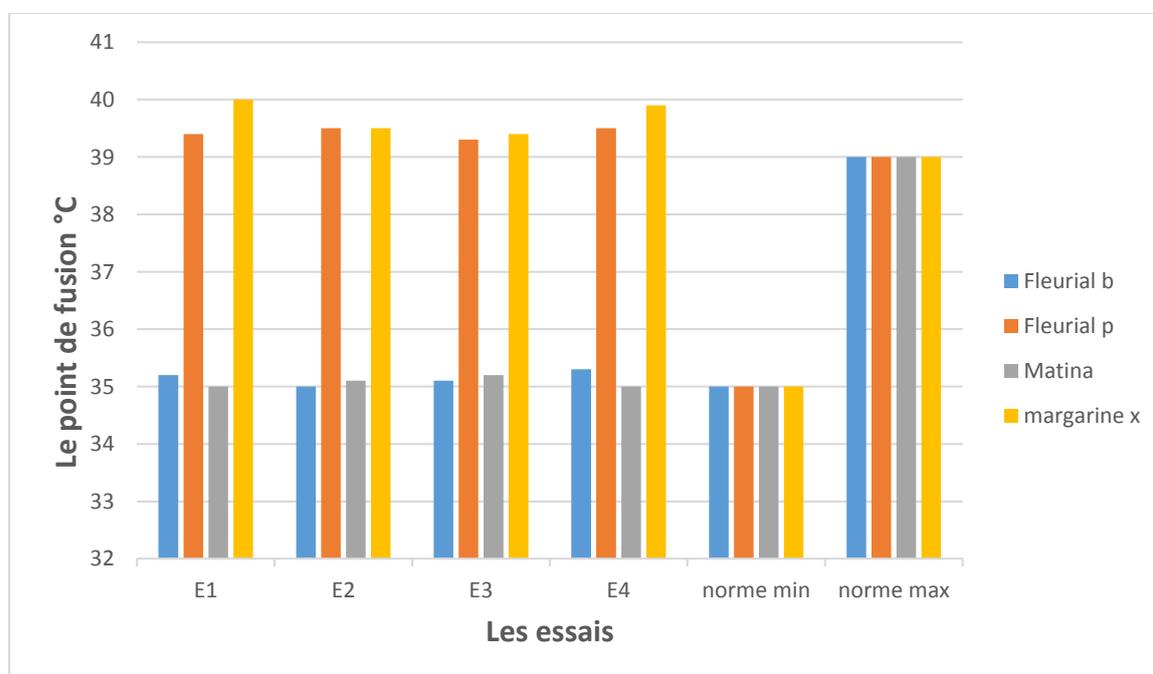
**Figure 15 :** PH de la phase aqueuse pour la margarine Fleurial (b, p) Matina et la margarine inconnue (x).

Les valeurs de PH obtenues pour les différentes margarines, inconnue (X), Fleurial (en barquette et plaquette) et Matina sont respectivement comprises entre [4.2 -4.4], [4,2-4.5], [4,2 -4.4] et [5-5.2]. Toutes ces valeurs se situent dans l'intervalle fixé par la norme réglementaire du CEVITAL, dans l'intervalle  $4 < PH < 5,5$ . Par conséquent, les résultats sont conformes à la norme. Cette conformité est due à la qualité de l'eau utilisée, aux conservateurs et aux correcteurs de PH, ainsi qu'à la précision des quantités ajoutées lors de la fabrication des margarines ce qui garantit la stabilité de leurs émulsions.

#### II.1.4. Point de fusion

Le point de fusion joue un rôle essentiel dans la consistance de la margarine à une température donnée. Il est important que le point de fusion ne dépasse pas  $43\text{ °C}$  pour une graisse alimentaire, car une température plus élevée pourrait rendre la margarine difficile à digérer pour l'organisme. D'un autre côté, le point de fusion doit être inférieur à la température du corps humain ( $37\text{ °C}$ ) afin que la margarine puisse fondre facilement dans la bouche, ce qui la rend plus facilement tartinable (François, 1974).

Les résultats obtenus à partir des échantillons qui ont été analysés sont reportés sur la Figure 16.



**Figure 16 :** Point de fusion pour la margarine Fleurial (b, p), Matina et la margarine inconnue (x).

Nous avons constaté que les valeurs obtenues pour la margarine Fleurial barquette [35-35.3°C] et Matina [35 à 35.2°C] se situent entre les normes minimales et maximales [35-39°C].

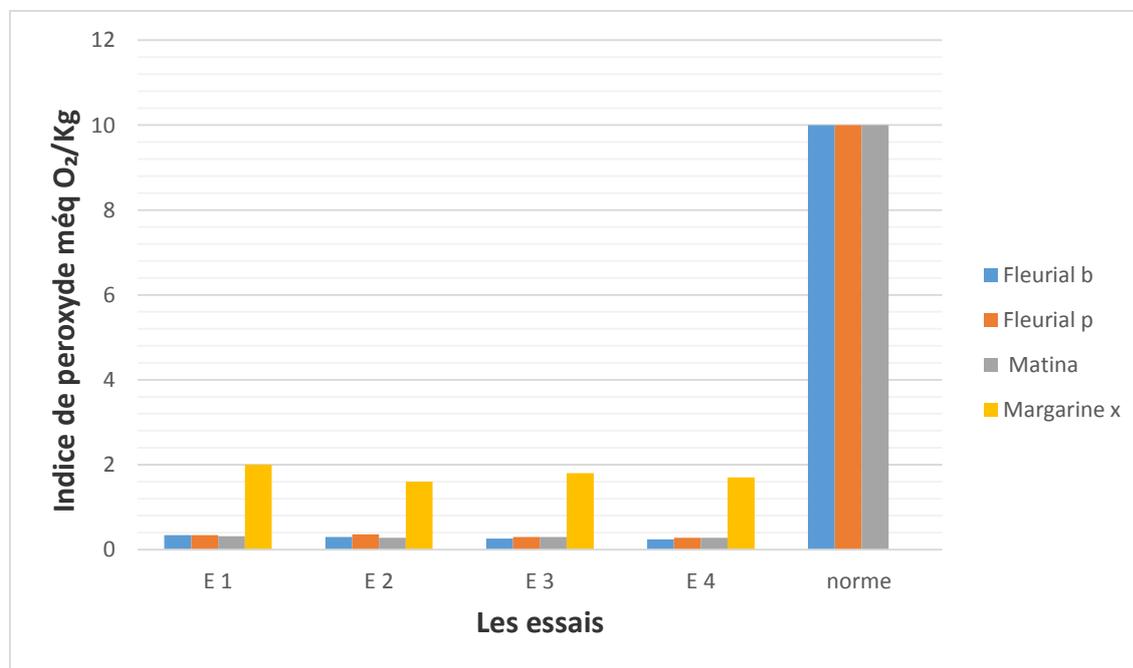
Ces résultats sont conformes aux normes de l'entreprise, Il est intéressant de noter que les deux points de fusion obtenus sont très proches, ce qui indique un choix judicieux des matières premières ainsi que des proportions utilisées dans la recette. Par conséquent, les deux margarines sont des produits plus digestibles.

Cependant, les résultats obtenus pour la margarine Fleurial plaquette et la margarine Inconnue (X) sont supérieurs à 37 °C, variant de 39.3 à 39.5 °C et de 39.9 à 40 °C respectivement. Cela peut être expliqué que le produit est moins digestible dans l'organisme.

### II.1.5 Indice de peroxyde

L'indice de peroxyde est utilisé pour caractériser les huiles et les corps gras. Il mesure le nombre d'oxygènes actifs présents dans les chaînes organiques d'un corps gras, qui peuvent se présenter sous forme de peroxydes ou d'hydro peroxydes. Cet indice permet d'évaluer le degré d'oxydation des acides gras insaturés présents dans la matière grasse.

Plus la valeur de l'indice de peroxyde est élevée plus la matière grasse est oxydée. Cela peut entraîner l'apparition d'un goût et d'une odeur désagréables, typiquement observés lorsque la margarine devient rance (**Himed et Barkat, 2014**).



**Figure 17** : Indices de peroxyde pour la margarine Fleurial (b, p), Matina et la margarine inconnue.

D'après les résultats de l'indice de peroxyde illustrés en Figure 17, on remarque les valeurs sont inférieures à la norme maximale de 10 méq O<sub>2</sub>/kg CG. Pour margarines Fleurial

(barquette et plaquette) et Matina, les valeurs obtenues varient entre 0,24 et 0,36 méq d'oxygène actif par kg de matière grasse. Ces valeurs sont largement inférieures à la norme maximale, ce qui confirme le respect des conditions de production. En fait, les résultats sont presque nuls (< 0), ce qui indique que tous les échantillons analysés sont conformes.

En comparaison les résultats enregistrés pour la margarine Inconnue (X) sont plus élevés que ceux des margarines précédentes, avec des valeurs comprises entre 1,8 et 2 méq O<sub>2</sub>/kg CG. Cependant, ces valeurs restent conformes à la réglementation en vigueur.

## **II.2. Résultats du test de dégustation**

### **II.2.1. Classification des attributs**

Après avoir examiné les résultats du test de dégustation, nous avons essayé de classer les attributs donnés par les dégustateurs en attributs positifs et négatifs afin d'évaluer l'acceptabilité générale des différentes préparations. Les résultats de cette évaluation sont présentés dans le tableau suivant.

**Tableau 6** : Acceptabilité des préparations lors de l'analyse sensorielle

Point d'analyse	Les attributs positifs	Les attributs négatifs
<b>La forme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Attrayant</li> <li>• Commercial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pas attrayant</li> <li>• Moyennement attrayant</li> </ul>
<b>La couleur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Présentable</li> <li>• Peu sombre</li> <li>• Attrayant</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sombre</li> <li>• Pas attrayant</li> </ul>
<b>L'arôme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agréable</li> <li>• Arôme beurre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fade</li> <li>• Désagréable</li> </ul>
<b>Le goût</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riche en beurre</li> <li>• Moyennement Sucré</li> <li>• Agréable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortement sucré</li> <li>• Amertume</li> <li>• Arrière-goût</li> <li>• Désagréable</li> </ul>
<b>La texture</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Friable</li> <li>• Crémeux</li> <li>• Doux</li> <li>• Croustillant</li> <li>• Fondant en bouche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ferme</li> <li>• Granuleux</li> <li>• Latex</li> </ul>

### II.2.2 Acceptabilité générale des préparations

Les attributs donnés par les dégustateurs sont classés dans le tableau suivant :

**Tableau 7** : Taux d'acceptabilité générale des biscuits

	Types de margarine d'incorporation	Taux d'acceptabilité Générale
<b>Série A</b>	Fleurial Barquette	<b>50%</b>
<b>Série B</b>	Fleurial Plaquette	<b>70%</b>
<b>Série C</b>	Matina	<b>80%</b>
<b>Série D</b>	Inconnu (x)	<b>40%</b>

D'après le tableau ci-dessus, il est évident qu'il existe une acceptabilité variable pour l'ensemble des biscuits, allant de 40 % à 80%. En effet, notre appréciation est souvent basée sur ce que nous connaissons déjà. Par conséquent, il est important de prendre en compte les données individuelles lors de l'évaluation.

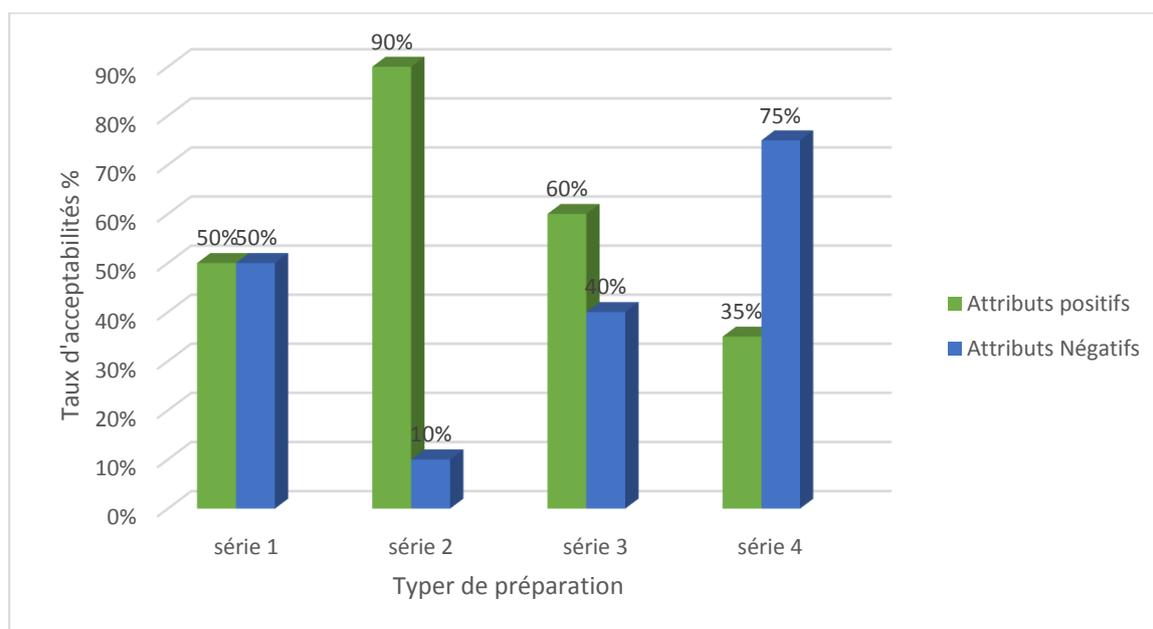
Les attributs tels que la forme, la couleur, l'aspect et l'arôme sont des variables qualitatives difficiles à traiter de manière objective, car leur description peut varier considérablement et reste subjective. Pour cela nous avons essayé de traiter manuellement tous les attributs positifs et négatifs de chaque série.

### II.2.2.1 Acceptabilité selon la forme

**Tableau 8** : Taux d'acceptabilité des biscuits pour la forme

Les séries		Série A	Série B	Série C	Série D
<b>La forme</b>	Attributs positifs	50%	90%	60%	35%
	Attributs Négatifs	50%	10%	40%	75%

La figure suivante présente les pourcentages des caractéristiques positive et négative de diverses préparations en ce qui concerne la forme.



**Figure 18** : Taux d'acceptabilité de différentes préparations selon la forme.

Les résultats obtenus montrent généralement une acceptabilité élevée de la forme des biscuits, en particulier pour la série B (margarine Fleurial barquette) avec un pourcentage de 90%. Cela indique que le changement de la forme classique de certains biscuits a été très apprécié par les dégustateurs. Pour les autres biscuits, la forme reste acceptable et appréciée, à l'exception de la série D (margarine inconnu (x)) qui présente un taux d'acceptabilité très bas (35 %).

### II.2.2.2. Acceptabilité selon la couleur

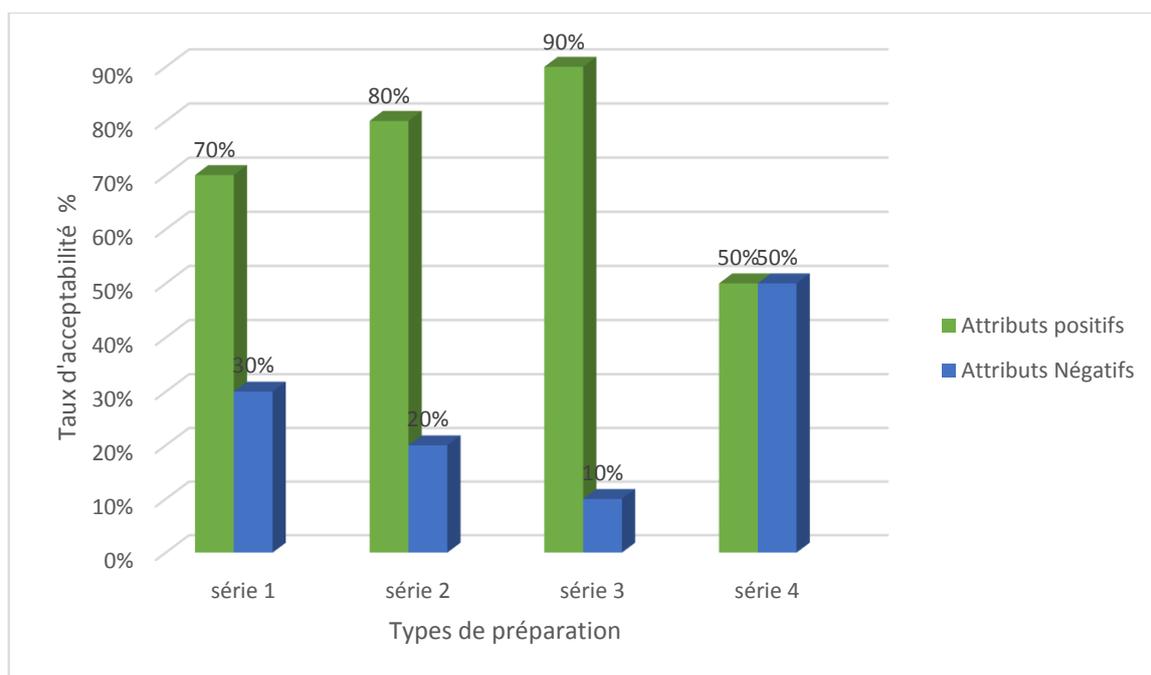
La couleur est le premier aspect que le dégustateur observe, et il lui accorde une importance primordiale pour évaluer la qualité d'un produit. L'incorporation de la margarine dans les différentes préparations peut avoir une influence sur l'appréciation de leur couleur, ce qui peut jouer un rôle crucial dans leur acceptabilité.

La couleur varie généralement selon le type de biscuits, notamment pour ceux qui doivent cuire rapidement comme les sablés. La coloration dépend donc des ingrédients utilisés, de la température de cuisson et du temps de cuisson.

**Tableau 9 :** Taux d'acceptabilité des biscuits pour la couleur

Les séries		Série A	Série B	Série C	Série D
La forme	Attributs positifs	70%	80%	90%	50%
	Attributs négatifs	30%	20%	10%	50%

La figure ci-dessous présente les pourcentages des attributs positifs et négatifs associés à différentes préparations en termes de couleur.



**Figure 19:** Taux d'acceptabilité de différentes préparations selon la couleur.

A partir des résultats obtenus, on constate que les pourcentages d'attributs positifs sont supérieurs à ceux des attributs négatifs, notamment pour le biscuit de la série C (margarine Matina) (90 %). Alors que, la couleur des biscuits, en particulier pour la série D a été jugée moyennement attirante par 50% des dégustateurs. Cela est dû à l'incorporation d'une margarine inconnue (x) qui a dégradé la couleur originale du biscuit.

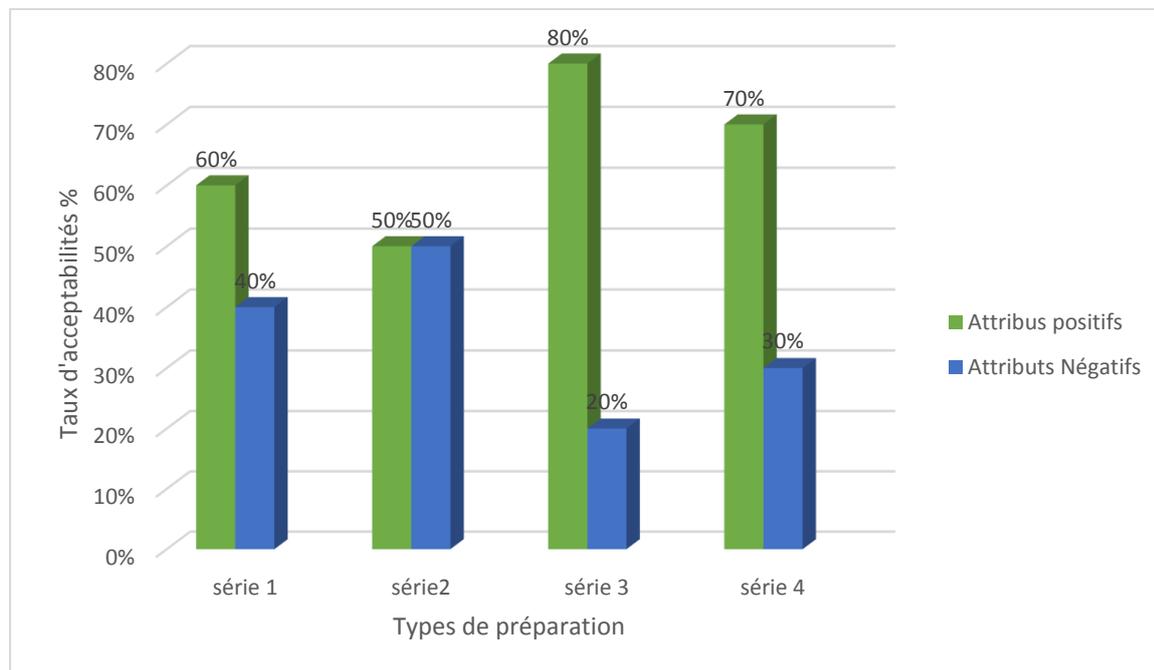
### II.1.2.3 Acceptabilité selon l'arôme

L'arôme joue un rôle essentiel dans la perception gustative d'un produit. Il fournit aux dégustateurs de précieuses informations sur le produit lui-même ainsi que sur sa qualité gustative. La figure 30 présente les taux d'acceptabilité de différentes préparations en fonction de leur arôme. Cela permet de visualiser comment l'arôme influence la perception sensorielle et l'appréciation des produits alimentaire.

**Tableau 10:** Taux d'acceptabilité des biscuits pour l'arôme

Les séries		Série A	Série B	Série C	Série D
L'arôme	<b>Attributs positifs</b>	60%	50%	80%	70%
	<b>Attributs négatifs</b>	40%	50%	20%	30%

Les pourcentages des attributs positifs et négatifs de différentes préparations concernant l'arôme sont illustrés en figure suivante :



**Figure 20:** Taux d'acceptabilité de différentes préparations selon l'arôme.

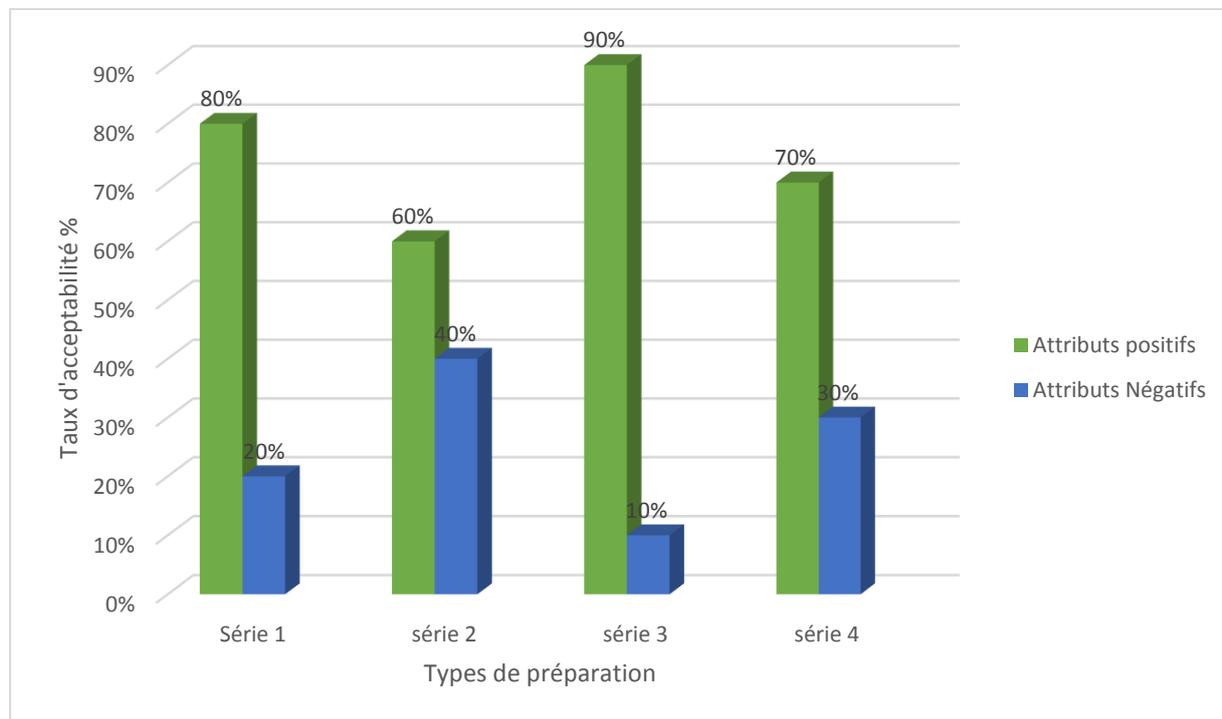
Les résultats obtenus indiquent que les taux d'attributs positifs sont plus élevés que ceux des attributs négatifs, ce qui démontre généralement une acceptabilité élevée de l'arôme dans toutes les séries. Par exemple, le biscuit de série B présente un taux d'acceptabilité de 50%, tandis que la série C atteint un taux plus élevée de 80%.

#### II.2.2.4 Taux d'acceptabilité selon Le goût

**Tableau 11:** Taux d'acceptabilité des biscuits pour le goût

Les séries		Série A	Série B	Série C	Série D
Le goût	Attributs positifs	80%	60%	90%	70%
	Attributs négative	20%	40%	10%	40%

Les pourcentages des attributs positifs et négatifs de différentes préparations concernant le goût sont illustrés sur la figure suivante :



**Figure 21:** Taux d'acceptabilité de différentes préparations selon le goût.

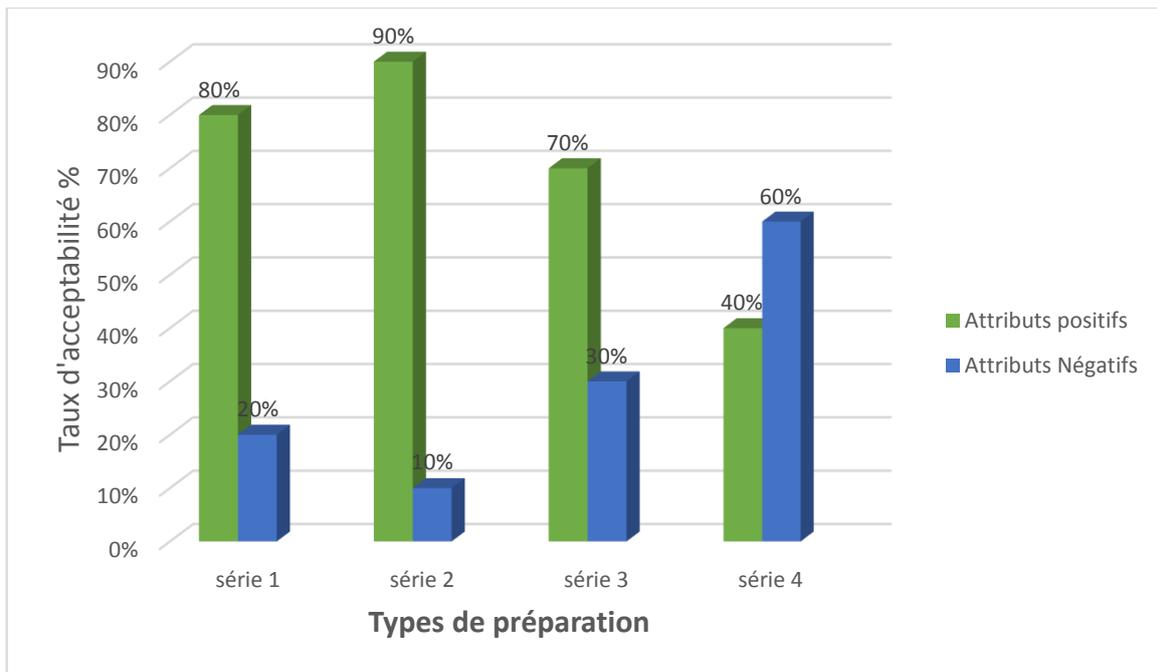
D'après les résultats obtenus, il est observé que les pourcentages d'attributs positifs sont plus élevés que ceux des attributs négatifs qui varient entre 75% et 90% pour les quatre types de préparation à différentes margarine. Cela indique que toutes les séries (A, B, C et D), le goût des biscuits était apprécié. En particulier, la série C a été jugée agréable par un taux de 90% des dégustateurs, ce qui signifie que l'incorporation de la margarine Matina a donné une saveur riche en beurre et agréable au goût.

#### 1.2.2.5. Acceptabilité selon la texture

**Tableau 12:** Taux d'acceptabilité des biscuits pour la texture

		Série A	Série B	Série C	Série D
<b>La texture</b>	<b>Attributs positifs</b>	<b>80%</b>	<b>90%</b>	<b>70%</b>	<b>40%</b>
	<b>Attributs négative</b>	<b>20%</b>	<b>10%</b>	<b>30%</b>	<b>60%</b>

La figure ci-dessous présente les pourcentages des attributs positifs et négatifs de diverses préparations liées à la texture.



**Figure 22:** Taux d'acceptabilité de différentes préparations selon la texture.

A partir des résultats obtenus concernant la texture, il est observé que la majorité des attributs positifs présente un taux d'acceptabilité très élevé, variés entre 70% et 90%. Cependant, il existe une exception avec la série D (biscuit en margarine inconnu x) où le taux d'acceptabilité est faible, seulement 40%.

Les dégustateurs ont évalué globalement les préparations à base de différentes margarines. Ils ont jugé que les biscuits préparés avec la margarine Matina et Fleurial plaquette comme étant très bons, tandis que les autres préparations ont été considérées comme moyennes.

On constate d'après les tableaux des attributs positifs, les pourcentages pour la couleur, le goût et l'arôme sont les plus élevés variant entre 50% et 90%, cela veut dire que dans l'ensemble les biscuits étaient appréciés donc l'effet de la cuisson (temps et température sont plus au moins maîtrisés) mis à part la série D les biscuits sont plutôt sombre.

Par ailleurs, lorsqu'il s'agit de forme et la texture, la situation n'est pas la même. Les pourcentages des attributs positifs ont un peu baissé et variaient à l'exception de taux de la forme et la texture pour la série B (biscuit en Fleurial plaquette) qui atteint 90% et pour la texture de la série A 80%.

# Conclusion

## Conclusion

Notre étude a porté sur l'évaluation de la qualité de la matière grasse de certaines marques de margarines de table disponibles sur le marché Algérien ainsi que sur la caractérisation physico-chimique.

Les analyses physico-chimiques réalisées au laboratoire de formulation de la margarine ont révélé les conclusions suivantes :

- L'analyse de la teneur en eau montre que les quatre types margarines sont inférieurs à la norme fixée par le Codex Alimentarius.
- Les quatre types de margarine présentent des indices de peroxyde pratiquement identiques.
- Les mesures du PH répondent aux normes et le point de fusion des margarines Fleurial barquette et Matina sont similaires, bien que la margarine Fleurial plaquette et la margarine inconnu (X) présentent le point de fusion le plus élevés.
- Le taux de sel de margarine Matina est supérieur à celui de Fleurial (plaquette et en barquette) et celle de la margarine inconnu (X) tandis que cette dernière est proche de la limite inférieure de la norme.
- La margarine Matina présente le taux d'humidité le plus élevé en raison de son mélange de beurre et de margarine comparant à la margarine Fleurial et celle de l'inconnu (X).

Tous les paramètres étudiés révèlent que les produits Fleurial (plaquette et en barquette) et Matina sont conformes aux normes établies par le Codex Alimentarius. Cependant, la margarine inconnue (X), présente une légère différence par rapport aux normes internationales. Cette conformité témoigne du bon choix des matières premières, de la maîtrise du processus de fabrication et des contrôles réguliers effectués tout au long de la production, montrant ainsi le strict respect des paramètres technologiques et la compétence du personnel de l'unité de margarinerie.

Le test sensoriel et le test de dégustation et les analyses statistiques réalisés pour les quatre différents types de margarine au niveau du laboratoire de recherche et développement conclu que l'acceptabilité de ces préparations tel que la forme et la couleur ne risque pas d'influencer sur le choix de consommateur.

## Reference bibliographique

### A

**Aboiron, J., & Hameury, E. (2004).** Additifs alimentaires : Les lécithines. Université Paris Val de Marne, 31.

**Alias, C., Linden, G., & Miclo, L. (2008).** Biochimie alimentaire (6ème édition). Dunod, Paris, pp. 241-250.

**Alias, C., & Linden, G. (1997).** Abrégé de biochimie alimentaire (4ème édition). Dunod, Paris, 272.

**Alias, C. (2003).** Biochimie alimentaire. Paris, Dunod, 271.

**Anonyme. (2020).** "Sablés au beurre : la recette facile et traditionnelle." Culture Crunch. Récupéré le 8 février 2019, à partir de <https://culture-crunch.com/2019/02/08/sables-au-beurre-la-recette-facile-et-traditionnelle/>

**Armand, B., & Germain, M. (1992).** Le blé : éléments fondamentaux et transformation. Saint Foy, France : Éditions Saint Foy, pp. 439-440.

**Apfelbaum, M., & Dubus, M. (2004).** Diététique et nutrition (6e édition). Masson, 535.

**Australian Oilseeds Federation (2006).** Teaching manual: The journey of oilseeds. ISBN : 0 73138505 5. SCIS : 1284406.

### B

**Bauer, M. (2004).** Cristallisation et polymorphisme : Applications. Dans Techniques de l'ingénieur, traité de Génie des procédés, AF 3 642, 16.

**Benkadri, S. (2010).** Contribution à la diversification de l'alimentation pour enfants cœliaques : fabrication de farines-biscuits sans gluten. Mémoire de Magistère en Science alimentaire, Institut de la nutrition de l'alimentation et des technologies agroalimentaires, Université MENTOURI, Constantine, 125.

**Broutain, C. (2001).** Fabrication de biscuits à base de farine composée. PME agroalimentaires, Biscuiteries, 20.

**Boutonnier, J.L. (2007).** Matière grasse crème et beurre standard (Techniques de volume IV).

**Boutonnier, L., et al. (2002).** Science et technologie du lait - Transformation du lait. Fondation de technologie laitière du Québec, 323.

## C

**Carole L. Vingola. (2002).** Science et technologie du lait, transformation du lait. *Proteste Internationales Polytechnique*, 171, 222, 225.

**Charles, A., Guy, L., & Laurent, M. (2003).** Corps gras, biochimie alimentaire (5e édition de l'abrégé). DUNOD, 224-226.

**Cheblaoui, Y., & Yachtmen, N. (2016).** Contribution à la diversification de l'alimentation pour l'enfant cœliaque : fabrication de farine-biscuit sans gluten. Pages 15-16.

**Cheftel, J.C., & Cheftel, H. (1977).** Oxydation des lipides. Dans *Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments* (p. 420). Paris : Tec et Doc.

**Chevalier, S., Colonna, P., Della Valle, G., & Lourdin, D. (1999).** Structural modifications of biscuit dough during baking - Role of ingredients. INRA. Paris : Les Collègues, 191-197.

**CODEX. (1999).** Normes CODEX pour les graisses et les huiles comestibles non visées par des normes individuelles. Codex STAN 19-1981 (Rév. 2-1999).

**CODEX. (1995).** Norme Générale pour les additifs alimentaires.

## D

**Delamarre, S., & Batt, C. (1999).** The microbiology and historical safety of margarine. *Food Microbiology*, 16, 327-333.

**Dugour, D. (2009).** Prévention des emballages : l'engagement des fabricants de biscuits et gâteaux. Le Syndicat des Biscuits et Gâteaux de France, 8.

**Denise, J. (1992).** Raffinage des corps gras. Dans *Manuel des corps gras* (2e éd., pp. 793, 806, 810). Paris : Tec et Doc Lavoisier. ISBN : 2-85206-662-9.

## F

**Faur, L. (1992).** Technologie des margarines. Dans Karleskind (Éd.), *Manuel des corps gras*, Tome II (pp. 932-988). Paris : Tec et Doc, Lavoisier.

**Feuillet, P. (2000).** Le grain de blé : composition et utilisation. Paris : INRA, 308p.

**François, R. (1974).** Industrie des corps gras : biochimie-extraction-raffinage. Technique et Documentation, 431.

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

**Frey, A., C., & Bach. (1993).** Les lipides structures à base d'acides gras à chaîne moyenne : Actualité et perspectives en nutrition artificielle. Laboratoire de la Clinique Médicale A, Hôpital civil, Strasbourg.

## ***G***

**Graille. (2003).** Lipides et corps gras alimentaires. Tec et Doc Lavoisier, 469.

**Guiraud, J.P. (2003).** Microbiologie alimentaire. Paris : Dunod, 652.

## ***H***

**Haoua, R., & Tingali, R. (2007).** Essai d'incorporation de lactosérum en poudre dans la fabrication du biscuit type "Petit BIMO". 35.

**Himed, L., & Barkat, M. (2014).** Élaboration d'une nouvelle margarine additionnée des huiles essentielles de citrus limon. OCL, Vol 21, n°1, A102 (1-5), 4-5.

**Hui, Y.H., Culbertson, J.D., Duncan, S., Guerrero-Legaretta, I., Li-Chan, E.C.Y., Ma, C.Y., Manley, C.H., McMeekin, T.A., Nip, W.K., Nollet, L.M.L., Rahman, M.S., Toldra, F., & Xiong, Y.L. (2006).** Handbook of Food Science, Technology and Engineering. CRC Press, Taylor & Francis Group. Boca Raton, London, New York, 201.

## ***I***

**ISO (1999).** Norme Internationale. Méthode ISO 8292, Corps gras d'origines animales et végétales - Détermination de la teneur en corps gras solides par la méthode de la résonance magnétique nucléaire pulsée (F).

## ***J***

**JORA (2011).** Journal Officiel de la République Algérienne, N°64. Méthode de détermination de l'indice de peroxyde dans les corps gras d'origine animale et végétale. Dans Méthodes Officielles d'Analyses Physico-Chimiques et Microbiologiques (2016).

**JORA (2012).** Journal Officiel de la République Algérienne, N°65. Méthode de détermination de la teneur en eau et en matières volatiles dans les corps gras d'origine animale et végétale. Dans Méthodes Officielles d'Analyses Physicochimiques et Microbiologiques (2016).

**JORA (2012).** Journal Officiel de la République Algérienne, N°66. Méthode de détermination de la teneur en chlorure de sodium dans les corps gras d'origine animale et végétale. Dans Méthodes Officielles d'Analyses Physico-Chimiques et Microbiologiques (2016).

### *K*

**Karleskind. (1992).** Manuel des corps gras. Paris : Technique et Documentation Lavoisier.

**Karleskind, A., & Wolefj, P. (1992).** Raffinage des corps gras. In Manuel des Corps Gras (Tome 2). Paris : Techniques et Documentation. ISBN : 2-85206-662-9.

**Kone, S. (2001).** Fabrication artisanale de la margarine [Document PDF]. Récupéré à partir du fichier F027f.pdf/doc.

### *L*

**Laurie B. et Mathilde R. (2008).** La margarine est-elle une bonne alternative au beurre. Heds, Haute École de Santé Genève, 1-6.

**Laventurier, M. (2013).** Impact des formulations de margarines sur le process en boulangerie et pâtisserie artisanales et industrielles. Vol. 20, n°3, p.160-164. Disponible sur : <http://www.ocl-journal.org> ou <http://dx.doi.org/10.1051/ocl.2013.0504>. (Consulté en février 2017).

**Luquet, M.F., & Moulet, L-M. (1990).** Techniques d'analyses du contrôle dans l'industrie agroalimentaire : analyse des constituants alimentaires. Éditions Tec et Doc Lavoisier-Paris, p. 445.

**Luquet, M.F. (1986).** Techniques d'analyses du contrôle dans les industries agroalimentaires : analyse des constituants alimentaires. Éditions Tec et Doc Lavoisier-Paris, 445.

### *M*

**Malewiak et al. (1992).** Aliments et nutriments in alimentation et nutrition humaines. Pages 139-14

**Mendey, F. (1982).** Le beurre et la nutrition technique laitière. 966 pages.

**Miroslav, B. (2005).** Ingrédients for margarine and spreads. Application Specialist at DANISCO A/S.

**Morelle, J. (2003).** Oxidation des aliments et la santé. Édition Megastare, 174.

**Morgane, S. (2010).** Margarine and spreads. Margarine et matières grasses tartinables. Chambre Syndicale de la Margarine, 118, Avenue Achille-Peretti. Paris : Elsevier Masson SAS.

**Morin O. (2002).** Industrie des corps gras. In : Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agroalimentaires. 3ème édition. Tec & Doc, Lavoisier, Paris. Pages 627-650.

**Morin, O., & Pagès-Xatart-Parès, X. (2012).** Huiles et corps gras végétaux : ressources fonctionnelles et intérêt nutritionnel. ITERG, France.

### *O*

**O'Brien R. (2009).** Fats and Oils: Formulating and Processing for Applications. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, London, New York.

### *P*

**Plank R. (1965).** Utilisation du froid dans les industries alimentaires. Dunod. Page 642.

**Padley F.K., Contrôle de la rancidité.** In : La rancidité dans les aliments. Éd. : Blackie scientifique et professionnel, Glasgow, 1994, pp. 230-255.

### *R*

**Roger R. (1979).** Technologie du lait : constitution, récolte et transformation du lait. Édition La Maison Rustique.

### *S*

**Saillard, M. (2010).** Margarine et matières grasses tartinables. Margarine and spreads. Elsevier Masson, Neuilly-sur-Seine, France, 7.

**Sebedio, J.L. (2007).** Acides gras trans : nature, origine et impact sur la santé. Cahiers de nutrition et diététique, Volume 42, Issue 5, novembre, 239-245.

### *V*

**Veisseryre, R. (1975).** Technologie du lait, constitution, récolte et transformation du lait.  
Edition La Maison Rustique, Paris, 713 pages.

# **Annexes**

**Annexes 1** : Résultats des analyses physico-chimiques de la margarine Fleurial barquette.

Analyses	NaCl	Humidité	Indice de peroxyde	PH (phase aqueuse)	Point de fusion
Unité	%	%	Meq O <sub>2</sub> /KgMG	-	°C
Norme	0.3-0.4	16 max	10 max	4-5.5	34-37
Essai 1	0.34	15.91	0.34	4.3	35.2
Essai 2	0.36	15.82	0.3	4.4	35
Essai 3	0.33	15.71	0.26	4.2	35.1
Essai 4	0.32	15.88	0.24	4.3	35.3

**Annexes 2** : Résultats des analyses physico-chimiques de la margarine Fleurial plaquette.

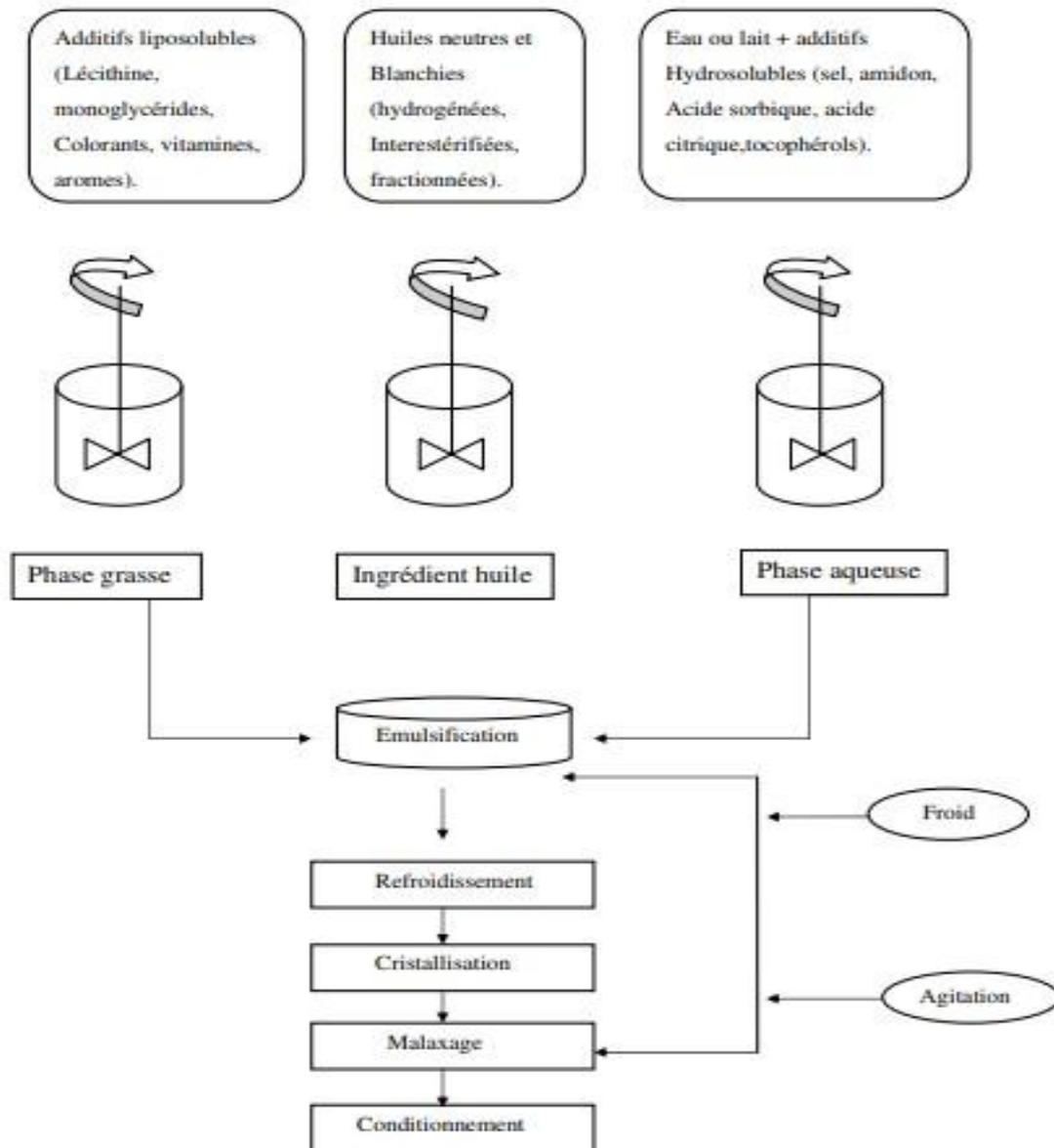
Analyses	NaCl	Humidité	Indice de peroxyde	PH (phase aqueuse)	Point de fusion
Unité	%	%	Meq O <sub>2</sub> /KgMG	-	°C
Norme	0.3-0.4	18 max	10 max	4-4.5	43
Essai 1	0.36	17.62	0.34	4.4	39.4
Essai 2	0.32	17.81	0.36	4.3	39.5
Essai 3	0.33	17.75	0.3	4.3	39.3
Essai 4	0.35	17.9	0.28	4.2	39.5

**Annexes 3** : Résultats des analyses physico-chimiques de la margarine MATINA.

Analyses	NaCl	Humidité	Indice de peroxyde	PH (phase aqueuse)	Point de fusion
Unité	%	%	Meq O <sub>2</sub> /KgMG	-	°C
Normes	0.3-0.4	30 max	Max 10	4 -5.5	34.5-36
Essai 1	0.34	29.71	0.32	5	35
Essai 2	0.35	29.66	0.28	5.1	35.1
Essai 3	0.37	29.82	0.3	5.1	35.2
Essai 4	0.38	29.69	0.28	5.2	35

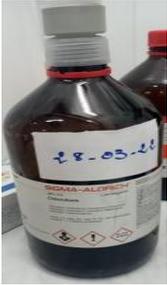
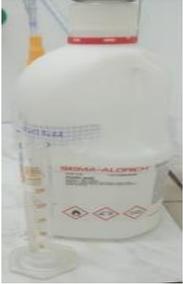
**Annexes 4** : Résultats des analyses physico-chimiques de la margarine inconnue.

Analyses	NaCl	Humidité	Indice de peroxyde	PH (phase aqueuse)	Point de fusion
Unité	%	%	Meq O <sub>2</sub> /KgMG	-	°C
Normes	0.3 -0.4		10 max	4-5.5	43
Essai 1	0.3	18	2	4.5	40
Essai 2		17.81	1.6	4.1	39.9
Essai 3	0.24	17.58	1.8	4.2	38.9
Essai 4		17.88	1.7	4.3	39.9



Annexe 5 : Schéma générale de fabrication de la margarine (Karleskind, 1992)

Annexes 6 : Les différents produits utilisés

	<p>Nitrate d'argent <math>\text{AgNO}_3</math></p>
	<p>Chromate de potassium</p>
	<p>Chloroforme</p>
	<p>Acide acétique</p>



