

*République Algérienne Démocratique et Populaire*  
*Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*  
**Université A. MIRA - Bejaia**



*Faculté de Technologie*  
*Département de Génie des Procédés*

## **Mémoire**

En vue de l'obtention du diplôme

## **MASTER**

*Domaine : Science et Technologie, Filière : Génie des Procédés*

*Spécialité : Génie Chimique*

*Présenté par*

***M<sup>me</sup> BOUDAA FEDWA & M<sup>me</sup> BOUCHEROU SARA***

*Thème*

**ETUDE COMPARATIVE DE LA MARGARINE  
FLEURIAL DE CEVITAL -BEJAIA AVEC  
MATINA ET LA BELLE**

**Soutenu le : Le 06 juillet 2022 Devant le jury composé de :**

<b>ZAMOUCHE Abdelmalek</b>	Professeur	Université de BEJAIA	<b>Président</b>
<b>HAMOUR. Noura</b>	HDR	Université de BEJAIA	<b>Examinatrice</b>
<b>GUESSOUM Khadoudj</b>	HDR	Université de BEJAIA	<b>Encadrante</b>
<b>REMDANI Sonia</b>	Doctorante	Université de BEJAIA	<b>Co-promotrice</b>
<b>FOUDI Samira</b>	Doctorante	Université de SETIF 1	<b>Invitée</b>

**Année universitaire : 2021 / 2022**

*Mémoire Préparé au sein du Laboratoire LPCMC de l'université de BEJAIA en collaboration avec l'entreprise de  
CEVITAL de BEJAIA*

# DÉDICACES

JE DÉDIÉ CE MODESTE DE TRAVAIL :

À MA CHÈRE MÈRE,

À MON CHER PÈRE,

POUR LEURS SACRIFICES, LEUR AMOUR ET LEURS SOUTIENS

TOUT AU LONG DE MA VIE

À MES FRÈRES ET MES SŒURS

À TOUTE MA FAMILLE

À TOUS MES AMIS (ES) ET PROCHES.

**SARA**

# **DÉDICACES**

*JE DÉDIE CE MODESTE TRAVAIL :*

*À MA MÈRE ET MON PÈRE POUR LEUR SOUTIEN, LEUR AIDE,*

*LEUR PATIENCE ET LEUR AMOUR*

*À MES FRÈRES ET SŒURS*

*À TOUTE MA FAMILLE*

*ENFIN, À TOUS MES AMIS ET TOUTE PERSONNE QUI M'AIME.*

***FEDWA***

# Remerciements

*Au terme de ce travail, nous tenons à remercier en premier lieu le bon **Dieu**, qui nous a donné le courage, la force et la volonté pour accomplir ce modeste travail.*

*Nous tenons à remercier vivement notre promotrice: Dr. **GUESSOUM Khadoudj**, 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.*

*Nos remerciements également Mr le président **ZAMOUCHE** .A ainsi que l'examinatrice Mme **HAMOUR.N** d'avoir acceptés d'examiner notre travail.*

*Nous adressons aussi nos plus vifs remerciements à M. **AZOUZ Lounas** 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.*

*Nous remercions tous les membres de nos familles pour leurs soutiens et encouragements, en particulier nos parents.*

*Dans le souci de ne pas oublier personne, nous remercions vivement tous ceux qui ont contribué de près ou de loin au bon déroulement de nos études.*

.....**Merci.**

*Liste Des*  
*Abréviations*

## Liste des abréviations

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

**AG** : Acide Gras

**AGL** : Acide gras libre

**°C** : Degré Celsius

**Cal/kg** : Calorie /Kilogramme

**CG** : Corps gras

**Fe : Fer**

**K** : Potassium

**Méq** : Milliéquivalents

**ML** : Millilitre

**NaCl** : Chlorure de sodium

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

**pH** : Potentiel d'hydrogène

**PVC** : Polyvinyle chlorure

**RMN** : Résonance Magnétique nucléaire

**SFC** : Solid fat content (teneur en solide)

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

**SPA** : Société privée par action

**t/j** : Tonne par jour

**TG** : Triglycérides

**UI** : Unité internationales

**UV** : Ultra-violet

**W/O** : Water/ Oil

*Liste Des*  
*Figures*

## Liste des figures

<i>Figure I.1:L'organigramme de CEVITAL.....</i>	<i>5</i>
<i>Figure I.2:Situation géographique du complexe CEVITAL.....</i>	<i>6</i>
<i>Figure I.3:présente la composition des corps gras.....</i>	<i>8</i>
<i>Figure I.4:Structure d'un phospholipide [Couet, 1998]. ....</i>	<i>10</i>
<i>Figure I.5:Structure d'un phospholipide [Couet, 1998]. ....</i>	<i>10</i>
<i>Figure I.6:la composition de la margarine.....</i>	<i>15</i>
<i>Figure I.7:Schéma général des étapes de raffinage chimique .....</i>	<i>21</i>
<i>Figure I.8:Schéma général des étapes de raffinage physique .....</i>	<i>24</i>
<i>Figure II.1:Les différents matériels utilisés. ....</i>	<i>31</i>
<i>Figure II.2:Les différentes étapes de techniques de détermination de la teneur en eau. ....</i>	<i>32</i>
<i>Figure II.3: Procédure de séparation de la phase aqueuse. ....</i>	<i>35</i>
<i>Figure II.4: Détermination de pH la phase aqueuse.....</i>	<i>35</i>
<i>Figure II.5:Procédure de détermination de point de fusion .....</i>	<i>36</i>
<i>Figure II.6:Appareillage utilisé pour le taux de solide.....</i>	<i>40</i>
<i>Figure II.7: Spectromètre de résonance magnétique nucléaire RMN. ....</i>	<i>40</i>
<i>Figure III.1: La teneur en eau Fleurial et Matina et la Belle.....</i>	<i>42</i>
<i>Figure III.2: La teneur en sel pour Fleurial et Matina et la Belle.....</i>	<i>43</i>
<i>Figure III.3:pH de la phase aqueuse pour Fleurial et Matina et la Belle. ....</i>	<i>45</i>
<i>Figure III. 4:Point de fusion pour Fleurial et Matina et la Belle. ....</i>	<i>46</i>
<i>Figure III.5:Indice de peroxyde pour Fleurial et Matina et la Belle. ....</i>	<i>47</i>
<i>Figure III.6:Taux de solide pour Fleurial et Matina et la Belle. ....</i>	<i>48</i>



*Liste Des*  
*Tableaux*

## Liste des tableaux

*Tableau I.1:les acides gras qui existent dans les huiles comestibles..... 9*

*Tableau III .1:les résultats d'analyse de taux de solide SFC..... 48*

# *Sommaire*

## Sommaire

<b>Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>Chapitre I : Synthèse Bibliographique</b> .....	<b>3</b>
<b>Partie I: Présentation de complexe CEVITAL</b> .....	<b>3</b>
<b>I.I.1. Historique</b> .....	<b>3</b>
<b>I.I.2. Implantation</b> .....	<b>3</b>
<b>I.I.3. Activité et missions</b> .....	<b>4</b>
<b>I.I.4. Commercialisation</b> .....	<b>4</b>
<b>I.I.5. Organigramme</b> .....	<b>5</b>
<b>I.I.6. Présentation de la raffinerie d'huile</b> .....	<b>5</b>
<b>I.I.7. Présentation du laboratoire physico-chimique de la margarine</b> .....	<b>5</b>
<b>I.I.8. La margarinerie</b> .....	<b>6</b>
<b>Partie II: Généralités sur les corps gras</b> .....	<b>7</b>
<b>I.II.1. Définition des corps gras</b> .....	<b>7</b>
<b>I.II.2. Origine des corps gras</b> .....	<b>7</b>
I.II.3. Composition des corps gras .....	<b>7</b>
I.II.3.1. Les triglycérides .....	<b>8</b>
I.II.3.2. Les acides gras libres .....	<b>9</b>
I.II.3.3. Phosphatides ou phospholipides.....	<b>9</b>
I.II.3.4. Les insaponifiables .....	<b>10</b>
<b>I.II.4. Propriétés des corps gras</b> .....	<b>11</b>
I.II.4.1. Propriétés physiques .....	<b>11</b>
I.II.4.1.a. Solubilité.....	<b>11</b>
I.II.4.1.b. Densité .....	<b>11</b>
I.II.4.1.c. Point de fusion .....	<b>12</b>
I.II.4.1.d. Viscosité .....	<b>12</b>
I.II.4.1.e. Indice d'iode.....	<b>12</b>

I.II.4.1.f. Indice d'acide-----	12
I.II.4.2. Propriétés chimiques -----	12
I.II.4.2.a. Propriétés dues à la présence de COOH-----	12
I.II.4.2.b. Propriétés dues à la présence de doubles liaisons-----	12
<b>I.II.5. Intérêt nutritionnel-----</b>	<b>13</b>
<b>Partie III : la margarine -----</b>	<b>14</b>
<b>I.III.1. Historique de la margarine-----</b>	<b>14</b>
<b>I.III.2. La définition et la composition de la margarine -----</b>	<b>14</b>
I.III.2.1. La phase grasse -----	15
I.III.2.1.a. Les ingrédients liposolubles-----	16
I.III.2.2. La phase aqueuse -----	17
I.III.2.2.a. L'eau-----	17
I.III.2.2.b. Le lait-----	17
I.III.2.2.c. Les ingrédients hydrosolubles -----	18
<b>I.III.3. Les différents types de la margarine -----</b>	<b>18</b>
I.III.3.1. Margarine pour usage domestique -----	19
I.III.3.2. Margarine diététique ou spéciales-----	19
I.III.3.3. Margarine enrichies en phytostérols-----	19
I.III.3.4. Margarine pour l'industrie alimentaire -----	19
I.III.3.5. Margarine semi-grasse-----	19
I.III.3.6. Margarine douce battue-----	20
<b>I.III.4. La fabrication de la margarine selon le complexe de CEVITAL -----</b>	<b>20</b>
I.III.4.1. Raffinage des huiles-----	20
I.III.4.1.a. Raffinage chimique-----	21
I.III.4.1.b. Raffinage physique-----	23
I.III.4.2. Traitement de l'huile raffinée-----	24
I.III.4.2.a. L'inter-estérification -----	25

I.III.4.2.b. Fractionnement -----	25
I.III.4.3. Préparation de la phase aqueuse-----	25
I.III.4.4. Préparation de la phase grasse -----	26
I.III.4.5. Préparation des émulsifiants -----	26
I.III.4.6. Préparation de l'émulsion -----	26
I.III.4.7. Pasteurisation -----	26
I.III.4.8. Cristallisation et refroidissement -----	27
I.III.4.9. Malaxage-----	27
I.III.4.10. Conditionnement -----	27
I.III.4.11. Conservation-----	27
I.III.4.12. Stockage et distribution -----	28
<b>I.III.5. Les caractéristiques de la margarine-----</b>	<b>28</b>
I.III.5.1. Caractéristique physiques -----	28
I.III.5.2. Caractéristique chimiques-----	28
I.III.5.3. Caractéristique biologique -----	28
I.III.5.4. Caractéristique organoleptiques -----	29
I.III.5.5. Caractéristiques nutritionnels-----	29
<b>I.III.6. Facteurs d'altération de la margarine -----</b>	<b>29</b>
I.III.6.1. Les facteurs physique -----	29
I.III.6.2. Les facteurs chimiques-----	30
I.III.6.3. Les facteurs bactériologiques -----	30
<b>Chapitre II : Matériel et Méthodes d'Analyses -----</b>	<b>31</b>
<b>II.1. La détermination de la teneur en eau (Humidité) : [J.0.R.A N°65.2012]-----</b>	<b>31</b>
II.1.4. Mode opératoire -----	32
II.1.5. Expression des résultats -----	32
<b>II.2. Détermination la teneur en chlorure de sodium : [J.0. R. A, N°66.2012]-----</b>	<b>33</b>
II.2.1. Définition-----	33

II.2.2. Principe -----	33
II.2.3. Réactifs -----	33
II.2.4. Appareillage-----	33
II.2.5. Mode opératoire -----	33
II.2.6. Expression des résultats -----	33
<b>II.3. Détermination du potentiel hydrogène (pH) : [M.E.2001]-----</b>	<b>34</b>
II.3.1. Définition-----	34
II.3.2. Principe -----	34
II.3.3. Appareillage et réactifs -----	34
II.3.4. Mode opératoire « voir la procédure indiqué dans la figure suivante » -----	34
<b>II.4. Détermination du point de fusion : [M.E. 2001] -----</b>	<b>35</b>
II.4.1. Définition-----	35
II.4.2. Principe -----	35
II.4.3. Appareillage-----	36
II.4.4. Mode opératoire -----	36
II.4.5. Expression des résultats -----	36
<b>II.5. L'indice de peroxyde : [J.O. R. A N°64.2011] -----</b>	<b>37</b>
II.5.1. Définition-----	37
II.5.2. Principe -----	37
II.5.3. Réactifs -----	37
II.5.4. Appareillage-----	38
II.5.5. Mode opératoire -----	38
II.5.6. Expression des résultats -----	38
<b>II.6. Détermination du taux de solide par RMN (teneur en corps gras solides) [ISO 8292 T60-250, 1999]-----</b>	<b>39</b>
II.6.1. Définition-----	39
II.6.2. Principe -----	39

II.6.3. Appareillage-----	39
II.6.4. Mode opératoire -----	40
<b>Chapitre III : Résultats et discussions -----</b>	<b>42</b>
<b>III.1. Teneur en eau (humidités %)-----</b>	<b>42</b>
<b>III.2. Teneur en sel -----</b>	<b>43</b>
<b>III.3. pH de la phase aqueuse -----</b>	<b>44</b>
<b>III.4. Point de fusion -----</b>	<b>45</b>
<b>III.5. Indice de peroxyde -----</b>	<b>47</b>
<b>III.6. Taux de solide -----</b>	<b>48</b>
<b>Conclusion -----</b>	<b>50</b>
<b>Références bibliographiques -----</b>	<b>51</b>
<b>Textes règlementaire -----</b>	<b>59</b>
<b>Annexes-----</b>	<b>60</b>
<b>Résumé -----</b>	<b>64</b>
<b>Abstract -----</b>	<b>64</b>



# *Introduction*

---

## ***Introduction***

---

Les corps gras, utilisés pour leurs différentes propriétés depuis les années des temps. Ils ont servi à diverses fins industrielles : fabrication du savon, des peintures, des produits cosmétiques et à l'industrie agroalimentaire comme la production du beurre et de la margarine **[Denise, 1992]**.

La consommation des corps gras est directement sous forme d'huiles (raffinée ou vierge), ou bien indirectement via de nombreux produits de transformation de l'industrie agroalimentaire comme la margarine. Pour assurer une bonne qualité, il faudrait effectuer différents analyses physicochimiques sur le produit. Les problèmes portent sur tout ce qui contribue à la présentation finale d'un produit de bonne qualité, depuis le choix des matières premières (leurs préparations et les différentes phases du raffinage) jusqu'à la conservation du produit.

Les corps gras constituent l'une des sources énergétiques principales en alimentation humaine. A côté de l'aspect énergétique les graisses sont aussi vecteurs de vitamines liposolubles, d'acides gras essentiels et d'autres constituants mineurs, tous bénéfiques pour notre santé **[De Kock et al, 2005]**.

Les lipides alimentaires, encore appelées matières grasses, corps gras, huiles, ou graisses, représentent une partie d'un ensemble complexe de composés organiques, dans nombreux aliments sont présenté sous forme des gouttelettes dispersées dans une phase aqueuse. Cet état dispersé favorise l'oxydation des lipides insaturés et conduit à la dégradation des qualités.

La margarine, c'est une émulsion plastique constituée essentiellement de deux phases grasse et aqueuse, contient en outre 2 % d'additifs hydro et liposolubles **[Karleskind, 1992]**. C'est un produit riche en lipides qui englobe de multiples acides gras avec des teneurs bien différentes selon les recettes utilisées pour sa confection. Elle est classée parmi les produits gras les plus consommés.

Suite au progrès de la technologie au stade de la fabrication, la margarine a imposé sa présence sur la table du consommateur d'où l'importance de contrôler sa qualité sachant

Qu'elle est comme tous les autres produits alimentaires sujets à des pratiques frauduleuses, à des altérations physico-chimiques.

Notre travail est réalisé au niveau de la margarinerie du complexe CEVITAL (BEJAIA), dans ce travail, nous nous sommes intéressées à une comparaison entre trois types de margarine. En fait deux sont produites par le complexe agro-alimentaire CEVITAL et une hors ce complexe qui est le spa COGB (La Belle).

Pour cela notre travail a été réparti comme suit :

Premier chapitre : Synthèse bibliographique dans laquelle nous rapportons des généralités sur les corps gras, les margarines.

En deuxième chapitre nous décrivons les modes opératoires réalisés pour la détermination des caractéristiques physico-chimiques des margarines (Teneur en eau, en sel, pH de la phase aqueuse, point de fusion, indice peroxyde, taux de solide).

Dans le chapitre trois nous représentons les résultats expérimentaux obtenus et les différentes discussions. Ses analyses physico-chimiques sont effectuées sur les margarines afin de confirmer la conformité des trios produits aux normes recommandées. Nous terminons notre mémoire par une conclusion générale.

***Chapitre I***  
***Synthèse Bibliographique***

***Partie I***  
***Présentation de complexe***  
***CEVITAL***

---

## *Chapitre I : Synthèse Bibliographique*

---

### *Partie I: Présentation de complexe CEVITAL*

---

#### **I.I.1. Historique**

Le complexe « CEVITAL » SPA de Bejaia représente une grande force industrielle économique africaine. C'est le plus grand complexe privé en Algérie, créé par l'homme d'affaires « **ISSADREBRAB** » en 1998. C'est la première entreprise privée dans l'industrie des huiles sur le marché algérien.

C'est une société privée par action (SPA), d'un montant de 97 000 000,00 DA, CEVITAL agroalimentaire offre des qualités supérieures à des prix compétitifs, Grâce à son savoir-faire, ses unités de production ultramodernes, son contrôle strict de qualité, et son réseau de distribution performant. Elle couvre les besoins nationaux et a permis à faire passer l'Algérie du stade d'importateur pour les huiles les margarines et s'apprête à le faire pour le sucre.

L'entreprise CEVITAL de Bejaia (Abréviation de l'expression « C'est Vital », avec sa phonétique) est l'une des plus grands importateurs des huiles brutes en Algérie. Lance le 12 mai 1998. Le complexe CEVITAL a commencé par la mise en bouteille et conditionnement d'une huile raffinée importée le 12 décembre 1998. Pour être parmi les meilleures sur le marché international CEVITAL a fait appel aux leaders mondiaux pour chaque type de machines et d'équipements, faisant ainsi de ce complexe de raffinage I 'un des plus performants et modernes ce qui a permis la raffinerie d'entrer en production le 12 Aout 1999, date d'écoulement des premières gouttes d'huiles raffinées.

#### **I.I.2. Implantation**

Le complexe « CEVITAL » est implanté au nouveau quai du port de Bejaia 3 Km du sud-ouest de cette ville. Proximité de RN°26 soit à 280 Km d'Alger (figure I.2). Cette situation géographique de l'entreprise est d'un grand profil en lui conférant l'avantage de Proximité économique (reçoit des navires au sein du complexe). En effet, elle se trouve proche du port et aéroport ainsi que de la zone industrielle d'Akbou (Thaharachet). Le port de Bejaia est devenu un pôle économique de première importance..

Il s'étend sur 45000 mètre carrée d'installation, le terrain d'implantation est une concession d'une durée de 30 ans renouvelables. D'une part, il joue un rôle important dans l'économie

national (à crée 2000 emplois directs en 4 ans et demi). D'autre part, il est considéré comme l'un des meilleurs contribuant du secteur privé l'échelle nationale. Le complexe agroalimentaire « CEVITAL » offre des produits de qualité supérieure

### **I.I.3. Activité et missions**

L'ensemble des activités de « CEVITAL » de Bejaia est concentré sur la production et la Commercialisation des huiles végétales, margarine et sucre qui se

Présente comme suit :

- ✓ Raffinage des huiles végétales.
- ✓ Conditionnement des huiles végétales.
- ✓ Production de margarines et raffinage des graisses.
- ✓ Fabrication d'emballage et des bouchons.
- ✓ Raffinage de sucre.
- ✓ Crème pâtissière.
- ✓ Tourteaux pour l'alimentation des animaux.
- ✓ Stockage des céréales.
- ✓ Epuration des eaux usées.
- ✓ Traitement des pâtes de la neutralisation.

### **I.I.4. Commercialisation**

Un immense budget est consacré à la publicité pour amener un nombre considérant de commerçants dans les différentes wilayas du pays à se faire agréer par CEVITAL et pour gagner la confiance du consommateur qui devient de plus en plus exigeant. CEVITAL présente et rapproche le maximum de ses produits aux consommateurs dans toutes les régions du pays en offrant le meilleur rapport qualité/prix.

### I.I.5. Organigramme

Le complexe CEVITAL compte à son effectif plus de 3600 employés (permanents et contractuels), répartis sur les différentes structures. Son organigramme est présenté dans la figure suivante :

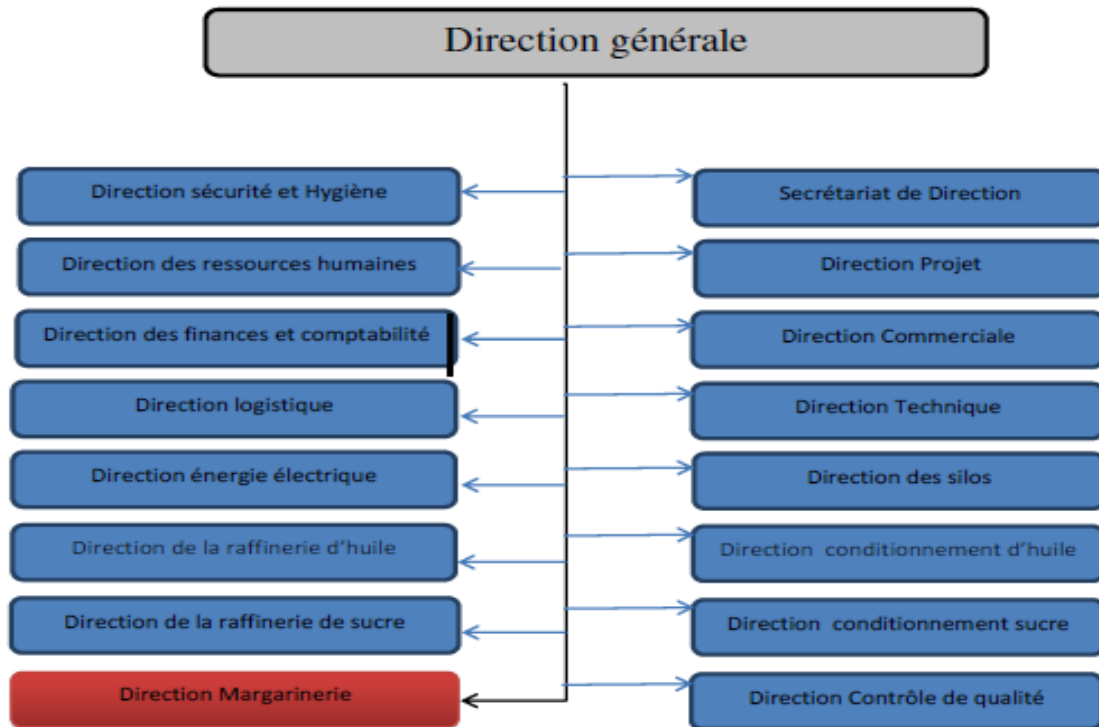


Figure I.1:L'organigramme de CEVITAL

### I.I.6. Présentation de la raffinerie d'huile

La capacité de production de la raffinerie est de 800 tonne/jours, pouvant passer après extension à 1800 tonne/jours.

Cette raffinerie est conçue pour traiter toutes les qualités d'huiles comestibles telles que: le colza, le tournesol, le palme, le soja...etc.

### I.I.7. Présentation du laboratoire physico-chimique de la margarine

Il a pour tâche d'effectuer les différentes analyses physico-chimiques des huiles raffinées destinées à la fabrication de la margarine, ainsi que le suivi permanent du processus de fabrication de la margarine par des analyses physico-chimiques.

Grace à des unités de production ultra-moderne, des contrôles de qualité stricte et un réseau de distribution performant.



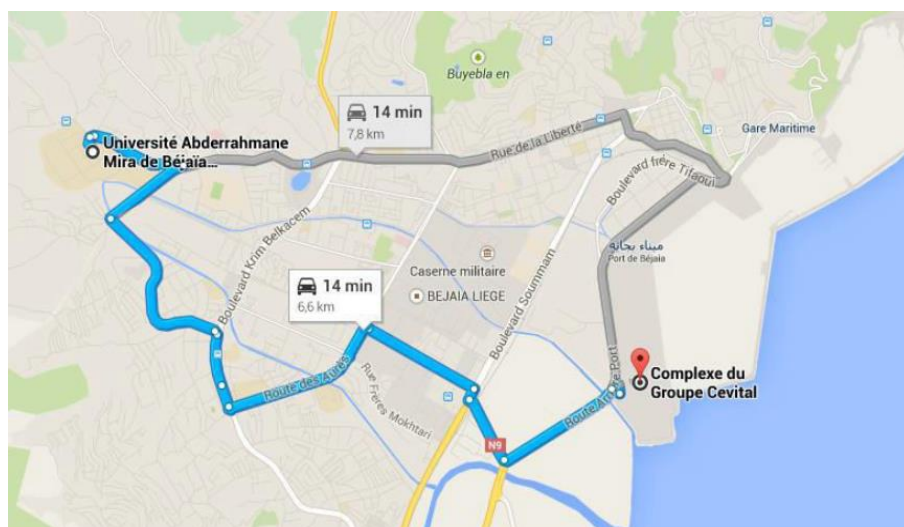
### I.I.8. La margarinerie

CEVITAL produit une gamme variée de margarines et des graisses végétales enrichies en vitamines A, D, E. Certaines margarines sont destinées à la consommation directe telle que « Matina », le beurre gourmand et « Fleurial ». D'autres sont spécialement produites pour les besoins de la pâtisserie moderne ou traditionnelle, à l'exemple de la « parisienne ». Et y'a aussi des graisses végétales qui sont destinées aux besoins de la pâtisserie moderne ou traditionnelle, comme « Smen ». Et y'a ceux qui sont destinées à l'industrie comme « Shortening ».

L'atelier de production de l'unité margarinerie possède cinq (06) lignes de production. Chaque ligne est composée d'un certain ensemble de ressources connectées entre elles. Chacune est assignée à produire un (des) article (s) bien spécifique.

- la ligne (L1) pour la production des barquettes de 250 grammes de Mâtina ET Fleurial, barquette de 500 grammes de Smen.
- la ligne (L2) pour la production des plaquettes de 250 grammes de Fleurial, plaquettes de 500 grammes de Feuilletage.
- la ligne (L3) pour la production des plaquettes de 500 grammes de Feuilletage.
- la ligne (L4) pour la production des barquettes de 900g et 1.8 kg de Smen.
- la ligne (L5) pour la production des cartons de 20 kg de Shortening.
- la ligne (L6) pour la production Fleurial , beurre ,Feuilletage 5kg et Feuilletage 1kg.

L'usine produit et exporte une partie de cette production vers l'Europe, le Maghreb et le Moyen-Orient.



**Figure I.2: Situation géographique du complexe CEVITAL.**

# ***Partie II***

## ***Généralités sur les corps gras***

---

## *Partie II: Généralités sur les corps gras*

---

### **I.II.1. Définition des corps gras**

Les corps gras est une substance composée de molécules ayant des propriétés hydrophobes , qui correspondent à la partie « Graisses neutres » de la fraction lipidique totale sous forme de microgouttelettes dans certains tissus animaux et végétaux, sont désignés également sous le nom de lipides, la partie grasse des aliments [Graille, 2003].

Les principaux corps gras sont les graisses et les huiles qui sont des denrées alimentaires composés de carbone, d'hydrogène et d'oxygène et appartiennent à la catégorie des esters, combinaison d'un alcool, le glycérol et d'acides organiques particuliers, les acides gras. Elles peuvent contenir en faible quantité d'autres lipides comme les phosphatides, les constituants insaponifiables et les acides gras libres (AGL) naturellement présents dans la graisse et l'huile [Anonyme, 1992].

### **I.II.2. Origine des corps gras**

Les CG se répartissent selon leurs origines en deux groupes [François, 1974].

- **Les corps gras d'origine végétale** : ils sont plus riches en AG insaturés, la proportion de ses derniers varie d'une espèce végétale à une autre. Il s'agit des margarines et des huiles végétales fluides comme (arachide, tournesol, colza, soja, maïs, cotonnier, germes de maïs, pépin de raisin, noix, noisettes, amandes, olives...etc.). Les huiles végétales concrètes (ou graisses solides) comme palme (pulpe de fruit), palmiste (amande du noyau), coprah (pulpe de noix de coco) [Werner J.B, et al, 2010].
- **Les corps gras d'origine animale** : Ils sont caractérisés par une teneur plus élevée en AG saturés [Clinquart et al, 1995]. Il s'agit du beurre, de la crème, du suif, du saindoux, de la graisse de bœuf ou d'oie... [Cossut et al, 2002].

### **I.II.3. Composition des corps gras**

Les lipides alimentaires ont des propriétés physiques, chimiques et physiologique très variées selon leur source et leur composition [Werner j. b, et al. 2010].

Les corps gras à l'état naturel sont constitués des triglycérides, des phosphatides, des insaponifiables, des AGL et d'eau [Helme, 1984].

Ils représentent la majorité des composants des triglycérides (90 à 96%) (Figure I.3). [Cuvelier et al., 2004].

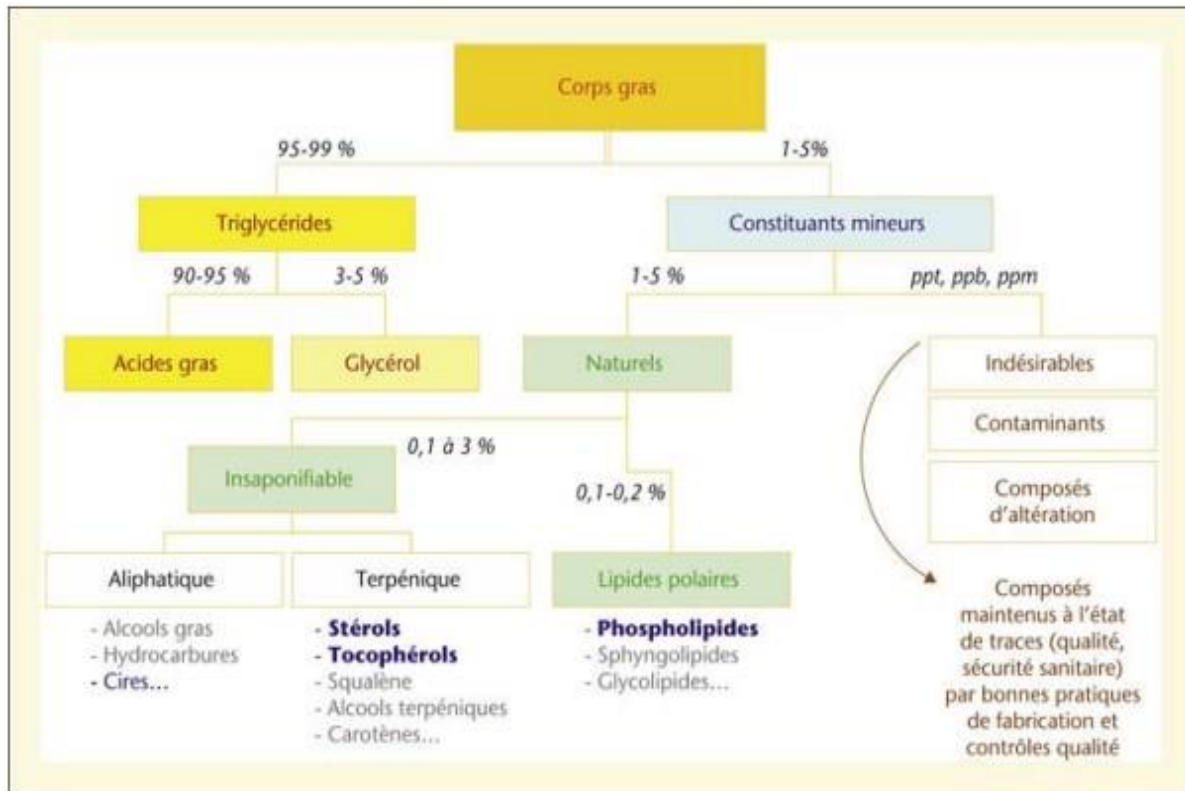
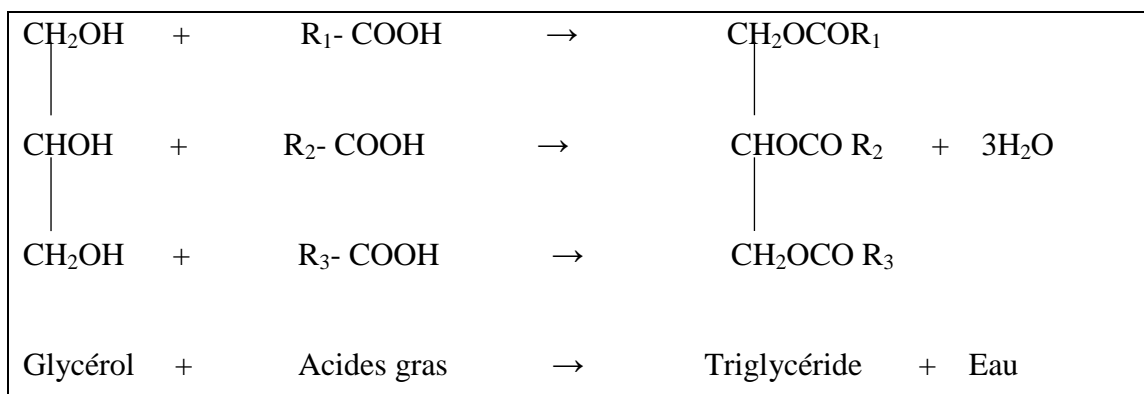


Figure I.3:présente la composition des corps gras

### I.II.3.1. Les triglycérides

Les triglycérides sont des molécules faisant partie de la famille des lipides qui servent de réserve énergétique. Ces molécules résultent de l'estérification d'une molécule de glycérol par trois molécules d'acides gras (AG). Si les trois molécules sont identiques, le triglycéride (TG) formé est homogène. Les TG hétérogènes contiennent deux ou trois AG différents [Garrette, 2000].L'estérification est illustrée dans la réaction suivante :



### I.II.3.2. Les acides gras libres

Les acides gras sont des acides carboxyliques à chaîne aliphatique hydrophobe. Les acides gras à chaîne longue et à nombre pair d'atomes de carbone sont le plus souvent à 16 et 18 atomes de carbone. Ils sont différenciés par leur nombre de double liaison et leur condensation en carbone [George, 2006].

Ces composés peuvent être saturés ou insaturés hydroxylés ou ramifiés [Weil, 1995]. La fonction acide carboxylique réagit avec les alcools et les amines pour former des esters et des amides, c'est sous cette forme combinée qu'ils existent dans les aliments (tableau I.1) [Frenot et al, 2003].

Tableau I.1: les acides gras qui existent dans les huiles comestibles

Acide gras	Nombre d'atome de carbone	Formule	Class
palmitique	C16	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	Saturé
Stéarique	C18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	Saturé
Oléique	C18 :1	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Insaturé
linoléique	C18 :2	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Polyinsaturé
linoléique	C18 :3	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	Polyinsaturé

### I.II.3.3. Phosphatides ou phospholipides

Une molécule de phospholipide est constituée de glycérol au quel sont fixés les acides gras, l'acide phosphorique, et dans certains cas, des bases alcooliques azotées ou des acides aminés [Stryer et al, 2003]. En raison de leurs polarité (hydrophilie liée à la fonction amine et lipophile liée aux acides gras) [Couet, 1998]. Certains phosphatides sont de bons agents émulsifiants (figure I.4) [Weil, 2001].

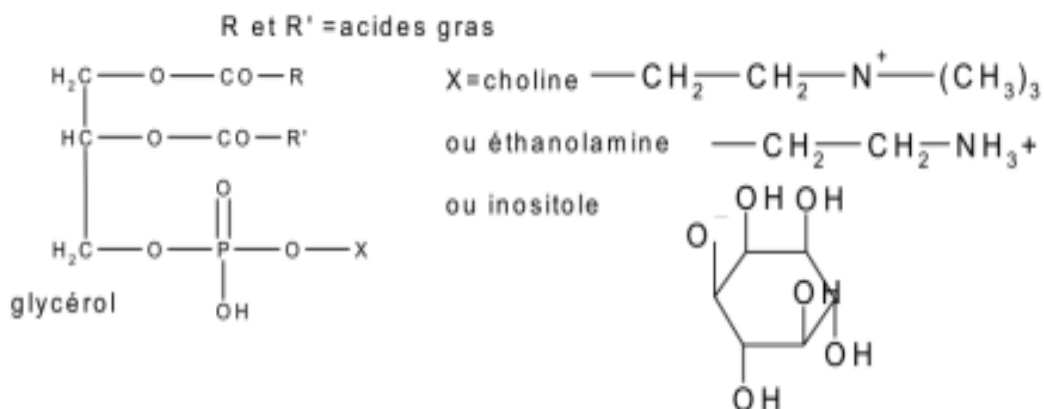


Figure I.4: Structure d'un phospholipide [Couet, 1998].

### I.II.3.4. Les insaponifiables

L'insaponifiable d'un corps gras : La teneur en insaponifiable est généralement faible : 0,3 à 1,5% dans les corps gras naturels. Il comprend, suivant la nature de l'échantillon, du cholestérol, des hydrocarbures, des cires, des pigments et des vitamines liposolubles [Adrian et al, 1998].

- **Hydrocarbures** : Ce sont des composés organiques contenant exclusivement des atomes de carbone (C) et d'hydrogène (H). De structure générale :  $\text{CH}_3-(\text{CH})_n-\text{CH}_3$ . Ils sont parfois ramifiés [Weil, 2001].
- **Cires** : correspondant à des esters d'acides gras et d'alcool gras à longue chaîne (de 18 à 22 atomes de carbone) [Graille, 2003].
- **Cholestérol** : est un lipide d'origine animale, porte une fonction alcool qui peut être estérifiée par un acide gras, ce qui l'identifie encore davantage aux lipides (figure I.5) [Frénot, 2001].

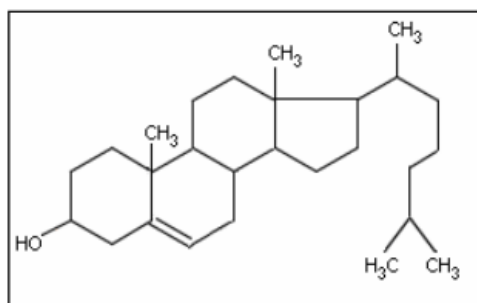


Figure I.5: Structure d'un phospholipide [Couet, 1998].

➤ **Vitamines liposolubles**

Sont solubles dans les graisses, et ce groupe comprend les vitamines A, D, E et K. Elles sont apparentées aux lipides par leur insolubilité en milieu aqueux. Par définition, les vitamines sont des molécules organiques sans valeur énergétique, indispensables au fonctionnement de l'organisme. Par conséquent, elles doivent être apportées par l'alimentation [Moussard, 2004].

➤ **Autres composés**

• **Pigments** : les pigments naturels des corps gras sont essentiellement des caroténoïdes et des chlorophylles et leurs dérivés [Lanfer-Marquez et al, 2005].

• **Composés métalliques** : ils en existent sous forme de traces, les plus gênants sont le fer et le cuivre, puissants catalyseurs de l'oxydation.

• **Composés responsables de l'odeur et du goût** : aldéhydes et cétones [Helme, 1984].

➤ **L'eau**

Naturellement présente dans la graine chargée d'impuretés solubles, il faut l'éliminer pour retarder les réactions d'hydrolyse enzymatique (par centrifugation plus séchage sous vide par exemple) [Helme, 1984].

## **I.II.4. Propriétés des corps gras**

### **I.II.4.1. Propriétés physiques**

#### **I.II.4.1.a. Solubilité**

Les acides gras sont très peu solubles dans l'eau. Plus la chaîne hydrocarbonée est longue plus la solubilité est faible. De même, la solubilité est d'autant plus faible que le nombre des doubles liaisons est élevé [Guilloton et Quintard, 2003].

#### **I.II.4.1.b. Densité**

Les acides gras ont une densité inférieure à celle de l'eau (densité de référence), ce qui explique pourquoi l'huile remonte à la surface de l'eau ou du vinaigre quand l'émulsion n'est pas stabilisée [Olivier Masson, 2005].

### **I.II.4.1.c. Point de fusion**

Le point de fusion des acides gras est d'autant plus élevé que la chaîne aliphatique est longue. La présence de doubles liaisons abaisse le point de fusion pour un même nombre de carbone [Hennen, 2006].

### **I.II.4.1.d. Viscosité**

Dépend de la composition chimique et de la température et aussi elle augmente avec l'augmentation du poids moléculaires et diminue avec l'augmentation de la température [Karleskind, 1992].

### **I.II.4.1.e. Indice d'iode**

Permet de calculer l'insaturation totale de la graisse [Francois, 1974].

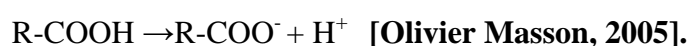
### **I.II.4.1.f. Indice d'acide**

Permet la neutralisation des corps gras [Debruyne, 1999].

## **I.II.4.2. Propriétés chimiques**

### **I.II.4.2.a. Propriétés dues à la présence de COOH**

La fonction carboxylique a par définition un comportement acide c'est-à-dire le carbone porteur de la fonction est relié simultanément à un atome d'oxygène par une double liaison et à un groupe hydroxyle -OH par une simple liaison, comme cette dissociation est partielle, on parle alors d'acide faible. La réaction de dissociation est donnée comme suit :

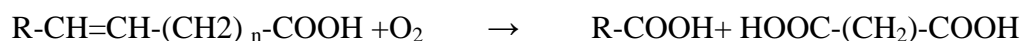


La fonction carboxylique se caractérise également par son implication dans la réaction d'estérification. Il s'agit d'une condensation avec une fonction alcool.

### **I.II.4.2.b. Propriétés dues à la présence de doubles liaisons**

- **Oxydation**

Dans les acides gras les doubles liaisons sont facilement oxydables. Si l'oxydation est très énergétique, la chaîne carbonée peut être rompue au niveau de la double liaison avec formation de deux fragments acides comme le montre la réaction suivante :

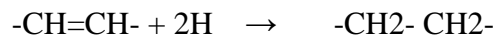




Alors à partir de cette réaction permet de connaître la place de la double liaison dans la molécule [Boulangier et al, 1979].

- **Fixation des halogènes**

Les acides gras sont chimiquement inertes sauf ceux qui sont insaturés. D'ailleurs, pour donner un acide gras saturé l'hydrogène peut se fixer sur la double liaison des acides gras insaturés, ils peuvent aussi fixer des halogènes comme l'iode, selon les réactions suivantes :



La mesure de la quantité d'iode fixée sur les liaisons éthyléniques des corps gras constitue l'indice d'iode.

### I.II.5. Intérêt nutritionnel

L'intérêt nutritionnel des corps gras est directement lié aux principaux rôles physiologiques des lipides [Pagès et Morin, 2012] :

- **Reserve d'énergie** : stockés sous forme de triglycérides dans les tissus adipeux. Les lipides sont une importante source d'énergie mobilisable (1g de lipides donne environ 9,3 Kcal par contre les hydrates de carbone (les sucres) fournissent 4Kcal).
- **Un rôle de messenger** : les acides gras sont les précurseurs de plusieurs messagers intra et extracellulaires. Par exemple, l'acide arachidonique est le précurseur des eicosanoïdes, hormones intervenant dans l'inflammation et la coagulation sanguine.
- **Un rôle de transport de vitamines** : les corps gras alimentaires véhiculent quatre vitamines liposolubles : A, D, E et K.

Certains acides gras polyinsaturés sont dits « essentiels » parce qu'ils sont indispensables et doivent être apportés par l'alimentation (ces derniers ne sont pas synthétisés par l'organisme) tel que l'acide linoléique et linolénique [Touitou, 2006].

# ***Partie III***

## ***Généralité sur la margarine***

---

## *Partie III : la margarine*

---

### **I.III.1. Historique de la margarine**

La dénomination de margarines, utilisée pour les différencier du beurre dont elles présentent, l'aspect et peuvent avoir les usages, résultent des anciens textes législatifs.

La margarine a été introduite aux États-Unis en 1874, après son invention en France par le chimiste français Hippolyte Mège-Mouries en 1869, en réponse à un concours initié par le gouvernement français sous Napoléon III pour un substitut moins cher que le beurre [Brownl C, 1956 et Ericf, 1997].

Ce sont des commerçants hollandais qui ont développé cette nouvelle matière grasse alimentaire permettant ainsi le développement d'une grande industrie.

Cette industrie propose aujourd'hui une gamme très diversifiée de produits grâce aux développements de la recherche, aux évolutions technologiques, à la prise en compte des recommandations nutritionnelles et de la réglementation, tout en intégrant les attentes des consommateurs et la réalité de consommation.

Sur le plan réglementaire, les margarines comme les beurres font partie des matières grasses tartinables, définies essentiellement par leur teneur en matière grasse et par leur propriété rhéologique, à savoir une consistance solide à 20 °C et leur tartinabilité à côté des dispositions communes à cette catégorie de produit [Beatrice De Raynal, et Multon J-L, 2009].

### **I.III.2. La définition et la composition de la margarine**

La margarine est une émulsion de type eau dans l'huile W/O, qui comprend deux phases essentielles c'est-à-dire constituée d'une phase grasse, et une phase aqueuse dispersée comme montrer dans la figure I.6.

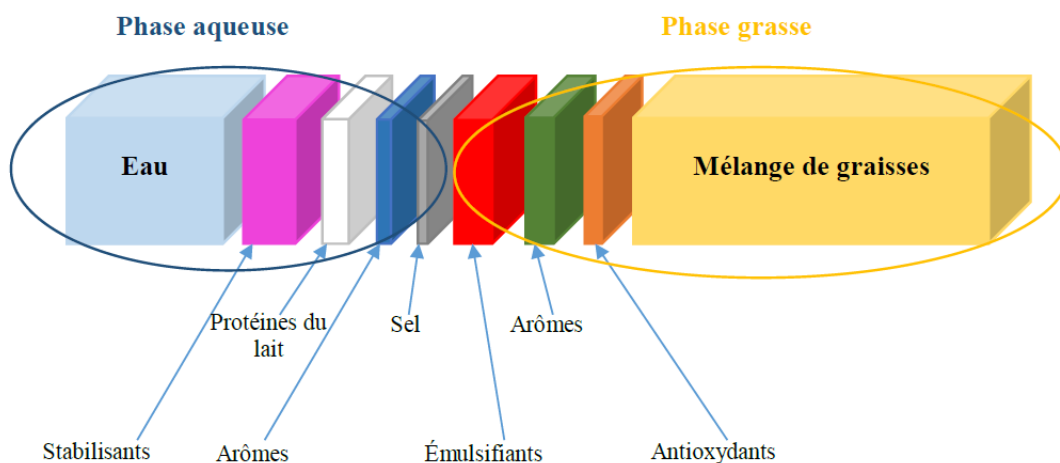
Elle contient aussi des additifs (lécithines, mono glycérides, sel, colorant, antioxydants, conservateurs, vitamines) répartis en partie dans la phase grasse (solubles ou disperser dans les CG et en partie dans la phase aqueuse (solubles ou disperser dans l'eau et/ou le lait) [Faur, 1992].

Le point en commun de toutes les margarines est sa composition globale très proche, dont elle renferme :

- Une phase grasse contient 80% à 82% de lipide.
- Une phase aqueuse contient 16% d'eau et/ou lait.

Additif, obligatoire ou facultatifs environs 2% [Djouab, 2007].

La définition complète de la margarine est donc celle d'un système poly dispersé de corps gras à l'état solide et à l'état liquide, d'eau et/ou lait, d'ingrédients et quelquefois de bulle de gaz [Karleskind A, 1992].



**Figure I.6: la composition de la margarine**

### **I.III.2.1. La phase grasse**

La phase grasse représente la partie la plus importante de l'émulsion dans les margarines traditionnelles, elle est présentée à hauteur de 82 à 84% avec une teneur maximale en eau de 16%. Dans les nouvelles margarines dite allégées elles ne présentent que 60% d'émulsion qui peut être d'origine végétal, animal ou marine selon les performances souhaitées par la production [Tremolieres et al, 1980].

En effet, le choix des huiles de cette phase détermine les qualités des produits fini, notamment le point de fusion, la texture, la consistance et la stabilité, et par conséquent leur utilisation comme margarine de table, pâte à tartiner, plats cuisinés, produits divers [Morin, 2005].

### I.III.2.1.a. Les ingrédients liposolubles

#### ➤ *Les émulsifiants*

Les émulsifiants sont des composés qui apportent à la margarine la stabilité, la texture et le goût désiré pour obtenir une dispersion fine des gouttelettes d'eau dans la phase huileuse [Leyral et Vierling, 2001].

L'eau et les corps gras n'étant pas naturellement miscibles, on recourt à des auxiliaires spéciaux appelés émulsifiants. Ils ont un caractère hydrophile et lipophile qui les rend très adaptés aux émulsions de type eau dans l'huile (W/O). Ils vont permettre une bonne dispersion de la phase aqueuse, et maintenir le mélange homogène de deux ou plusieurs phases non miscibles. On margarinerie on se sert des dérivés de lécithine et de Mono glycérides d'acides gras comme émulsifiants. Les quantités à utiliser varient de 0,05 à 1,5% du poids de la fraction grasse [Kone S, 2001. et Beatrice De Raynal, al].

#### ➤ *Les colorants*

La couleur de la margarine doit être assez voisine de celle du beurre. Une coloration jaune orange de carotène pour cela, on ajoute à la phase grasse des béta carotènes elle est bien appréciée chez la margarine. On peut faire recours à l'huile rouge de palme (environ 5% de la fraction grasse) à cette fin [Djouab A, 2007. et Kone S, 2001].

#### ➤ *Les arômes*

Les arômes sont interdits dans la margarine, à l'exception du diacétyle. Lorsque la phase grasse contient du lait, une partie de la flaveur de la margarine provient de ce produit [François, 1974].

Les margarines sont aromatisées par des arômes de synthèse (par exemple 2, 3-butanedione, l'un des nombreux composants de l'arôme de beurre, ou par des préparations plus complexes conforme aux dispositions réglementaires relatives à ces substances. Extraits d'acides gras de beurre [Beatrice De Raynal, et Multon J-L. 2009].

#### ➤ *Les vitamines liposolubles*

L'ajout de vitamines permet de rehausser les propriétés diététiques de la margarine. Les plus utilisées sont les vitamines liposolubles telles que la vitamine A incorporée dans une proportion de 25 unités internationales (U.I.) par gramme de produit fini et la vitamine D2 à raison de 1 U.I. par gramme de produit fini. La teneur des huiles végétales en vitamines E est en générale suffisante [Kone S, 2001].

### **I.III.2.2. La phase aqueuse**

La phase aqueuse, représente environ de 16 à 18 % de la composition globale de la margarine.

Constituée généralement de lait, de l'eau ou bien d'un mélange de ces deux composés. Ce dernier est écrémé et pasteurisé avant l'emploi etensemencé de ferments bactériens qui développent un arôme agréable, voisin de celui du beurre [Roger, 1974 ; Termolieres et al., 1980].

Selon la législation, des additifs peuvent être ajoutés comme des antimicrobiens (NaCl, acide sorbique). L'amidon est considéré comme indicateur de fraude [Alais et Linden, 1997]. Elle contient aussi des ingrédients hydrosolubles et des composants de lait [Graille J, 2003].

#### **I.III.2.2.a. L'eau**

L'eau est considérée comme le constituant le plus important de la phase aqueuse des margarines. On utilise l'eau de ville filtrée sur charbon actif et purifiée par ozonation [Faur, 1992].

Il doit présenter les qualités d'une bonne eau potable, donc être hygiéniquement propre, neutre de goût et d'odorat. Elle ne devrait pas non plus contenir des sels de fer ou de manganèse, agent favorisant l'oxydation. Enfin le pH devrait être aux environs de 6 [Kone S, 2001].

#### **I.III.2.2.b. Le lait**

Le lait est à la fois une solution, une suspension et une émulsion. Les sels minéraux et le lactose sont en solution, les matières azotées en suspension et les matières grasses en émulsion [Djouab A, 2007].

Le lait doit être pasteurisée, écrémé et généralement additionnée de ferment lactique qui développe un arôme agréable proche de celui de beurre.

L'emploi du lait dans la fabrication des margarines exige des installations complexes : la laiterie comprend un magasin de réception et de stockage du lait en poudre, bacs de reconstitution du lait, pasteurisateurs, refroidisseurs ...etc.

### I.III.2.2.c. Les ingrédients hydrosolubles

#### ➤ *Le sel*

Il est en premier lieu ajouté pour améliorer la sapidité, mais il peut jouer un rôle protecteur (agent bactériostatique) qui empêche le développement des microorganismes. Le sel utilisé doit être de qualité alimentaire. Pratiquement anhydre, neutre ou faiblement alcalin avec absence de sels de Mg, de Fe et d'ions SO<sub>2</sub> qui accélèrent l'oxydation des graisses. En solution dans l'eau il doit donner une saumure limpide et claire (**Karleskind, 1992**).

#### ➤ *Les conservateurs*

Ce sont les substances qui prolongent la durée de conservation des denrées alimentaires, en les protégeant des altérations dues aux microorganismes.

Les conservateurs les plus utilisés sont les acides faibles tels que l'acide sorbique E (200), qui possède un bon effet fongistatique, dont l'action inhibitrice est en fonction de la concentration de l'acide. L'acide sorbique est autorisé avec une teneur ajoutée de l'ordre de 2 g /Kg de produit fini [**Denis, 1992, Beatrice De Raynal, et Multon J-L. 2009**].

#### ➤ *Correcteur de Ph*

Pour une bonne conservation du produit final, le Ph de celui-ci doit être maintenu entre 4 et 5,5. Pour ce faire on se sert d'acide citrique ou lactique et de sels de et leurs sels de sodium, de potassium ou de calcium [**Kone S, 2001**].

Ils sont autorisés à la dose maximale de 1 gramme par kilogramme de produit fini [**Alaise et Linden-1997**].

#### ➤ *Les antioxydants*

Ils interviennent contre les processus d'oxydation et empêche la formation des produits indésirables [**Beatrice De Raynal, et Multon J-L. 2009**].

### I.III.3. Les différents types de la margarine

Aujourd'hui il existe un grand nombre de margarines qui se différencient par La composition de la phase grasse, mais aussi par le type d'ingrédients ajoutés. Il est difficile De donner une même composition typique des margarines tant celles-ci peuvent varier en Fonction des utilisations, des saisons et des régions [**Zidani, 2008**].

### **I.III.3.1. Margarine pour usage domestique**

Les margarines à usage domestique sont destinées aux emplois ménagers culinaires. Pour cela elles doivent être suffisamment fermes à 20°C. Tartinables facilement et avoir des qualités organoleptiques proches de celles du beurre [Cheftel et al, 1977]. On distingue des margarines standards avec 50% de l'huile végétale (le reste est de la graisse animale). Une margarine de table de haute qualité se fond rapidement avec une sensation de refroidissement en bouche. Les saveurs et les composants salins de la phase aqueuse sont immédiatement perceptibles par les papilles gustatives [Young, 2008].

### **I.III.3.2. Margarine diététique ou spéciales**

Les margarines dite diététiques, apportent des teneurs très réduites en calories sont spécialement fabriquées sur mesure pour certains emplois particuliers : les sportifs, les enfants, les vieillards, certains malades et pour les régimes d'amaigrissement [François, 1947].

### **I.III.3.3. Margarine enrichies en phytostérols**

Les margarines enrichies en phytostérols, visent à réduire de 15 à 20% le taux de cholestérol, correspondant à une réduction de plus de 40% des risques cardiovasculaires. Un enrichissement en certains composés, la phytostérols, stérols d'origine végétale, a une dose de 8% [Djouab, 2007 ; Himed, 2011].

### **I.III.3.4. Margarine pour l'industrie alimentaire**

Les propriétés fonctionnelles que l'on recherche avant tout dans les margarines à usage industriel sont : soit stables à haute température (graissages pour la friture), soit présentant une bonne plasticité dans un large éventail de température (biscuiterie et pâtisserie) [O'Brien, 2009].

### **I.III.3.5. Margarine semi-grasse**

La teneur en matières grasses réduite de moitié. Ce type n'est pas adapté à la cuisson et à la friture [Belitz et al, 2009].



**I.III.3.6. Margarine douce battue**

Contenant jusqu'à 50% d'air injecté, disponible aux Etats-Unis sous forme de six paquets emballés dans du papier aluminium, et enveloppé hermétiquement dans un carton d'aluminium laminé [Djouab, 2007].

**I.III.4. La fabrication de la margarine selon le complexe de CEVITAL**

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

**I.III.4.1. Raffinage des huiles**

Le raffinage est une opération destinée à débarrasser les huiles alimentaires des impuretés présentes, on lui donnant un aspect limpide, un goût et une odeur agréable et d'améliorer les caractères organoleptiques. C'est une garanti de pureté, de stabilité et maintien des qualités nutritionnelles de l'huile et cela suivant plusieurs étapes [Cheftel et al, 1977]. Il existe deux types principaux de raffinage :

### I.III.4.1.a. Raffinage chimique

Comprend plusieurs opérations présentées dans la figure suivante :

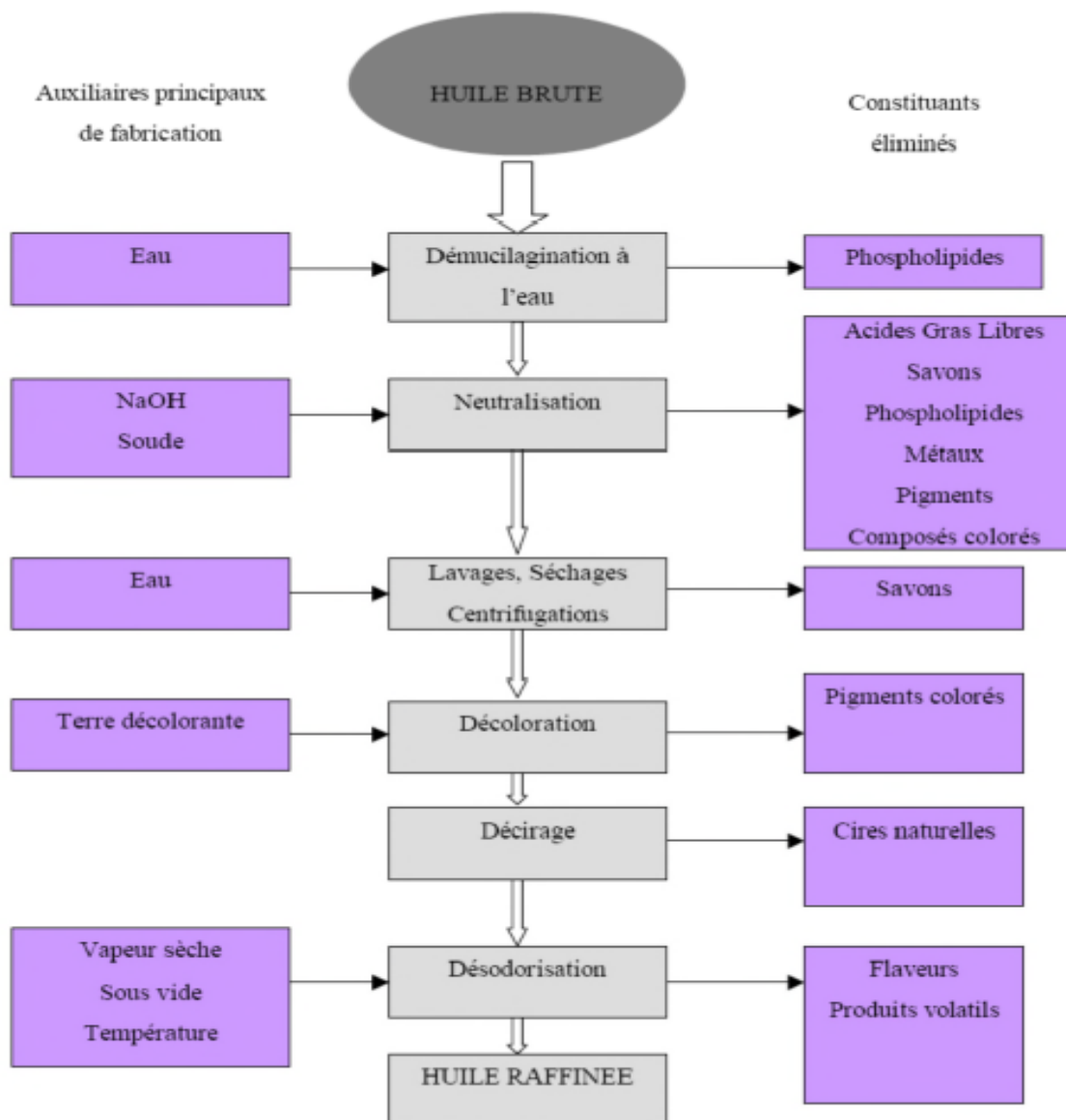


Figure I.7:Schéma général des étapes de raffinage chimique

#### ➤ *Démucilagination (dégommage)*

La première étape dans le raffinage de l'huile, utilisée pour éliminer les sels métalliques, les phosphatides et les matières mucilagineuses susceptibles de se précipiter pendant le stockage, en provoquant des modifications de goût et d'odeur. Bien que certains des phospholipides, comme la phosphatidylcholine qui sont bénéfiques pour la santé, ne sont pas souhaitables dans le produit final, en raison de leurs précipitations et de leur noircissement [Nurhan, 2004].

### ➤ *Neutralisation*

La neutralisation par la base élimine les acides gras sous forme de savon appelée communément « pâte de neutralisation » ou « SOAPSTOCKS ».

Les pâtes contiennent également les mucilages, divers impuretés, et de l'huile neutre entraînée sous forme d'émulsion. Le but n'est pas seulement d'obtenir une huile parfaitement neutralisée avec un entraînement d'huile dans les soapstocks aussi faible que possible mais aussi de laisser le moins possible de savon dans l'huile neutralisée, pour éviter l'émulsion au cours des opérations ultérieures (lavage en particulier). Sous la forme suivante :

**Acide + Base Savon + Eau [Denise, 1992].**



### ➤ *Lavage*

C'est l'opération qui permet d'éliminer les substances alcalines (savon et soude en excès) présents dans l'huile à la sortie de la turbine de la neutralisation, ainsi que les dernières traces des métaux, des phospholipides et autres impuretés. Le lavage est plus efficace lorsqu'il s'effectue en deux stades, l'utilisation d'eau chauffée décalcifiée évite l'encrassement des bois dépôt de savon et de phosphates de calcium [Denise, 1992].

### ➤ *Séchage*

L'humidité présente dans l'huile lavée doit être éliminée avant l'opération de décoloration car elle peut provoquer un colmatage rapide des filtres surtout en présence de Savon. L'huile neutralisée sortant du lavage à une température de l'ordre de 90°C est pulvérisée sous vide à une pression de 30 à 60 Torr [Denise, 1992].

### ➤ *Filtration*

Consiste à séparer l'huile décolorée des gâteaux de décoloration à travers des parois poreuses de diamètre suffisant (filtre, tissus...) pour empêcher le passage des matières solides tout en permettant l'écoulement du liquide [Denise, 1992].

### ➤ *Décirage*

Cette opération de purification complémentaire a pour but d'éliminer les cires naturelles qui deviennent insolubles à température ordinaire. Les cristaux formés provoquent un trouble puis un dépôt qui nuisent à la présentation commerciale du produit.

Un refroidissement qui provoque la cristallisation des composés à haut point de fusion et une séparation qui permet d'éliminer les cristaux formés [Denise, 1992].

➤ **Désodorisation**

Les huiles neutralisées et décolorées présentent une odeur et un goût particulier de par leur origine et aussi en raison des traitements effectués pendant le raffinage. Les produits responsables de ces odeurs sont en générale des substances volatiles diverse (aldéhydes, cétones etc...). Apportés naturellement par la graine ou le fruit mais aussi par les réactifs utilisés au cours de raffinage.

Le but de la désodorisation est donc d'effectuée un entrainement des produits odoriférants sans altérés les triglycérides [François, 1974].

**I.III.4.1.b. Raffinage physique**

Le raffinage physique des huiles brutes supprime les inconvénients de la neutralisation par la soude .Il s'agit en fait d'un entrainement à la vapeur des acides gras, sous vide poussé à une température supérieure à 235°C, dans les appareils bien dimensionnés, les pertes n'atteignent pas 10% de la quantité d'acides gras libres présents initialement dans l'huiles brute .Cette opération est généralement conduite sur des huiles brutes dégommées à l'eau prétraite à l'acide (phosphorique ou citrique) traitée sur terre décolorantes (2 à 3%) (Figure I.8) [Denise, 1992].

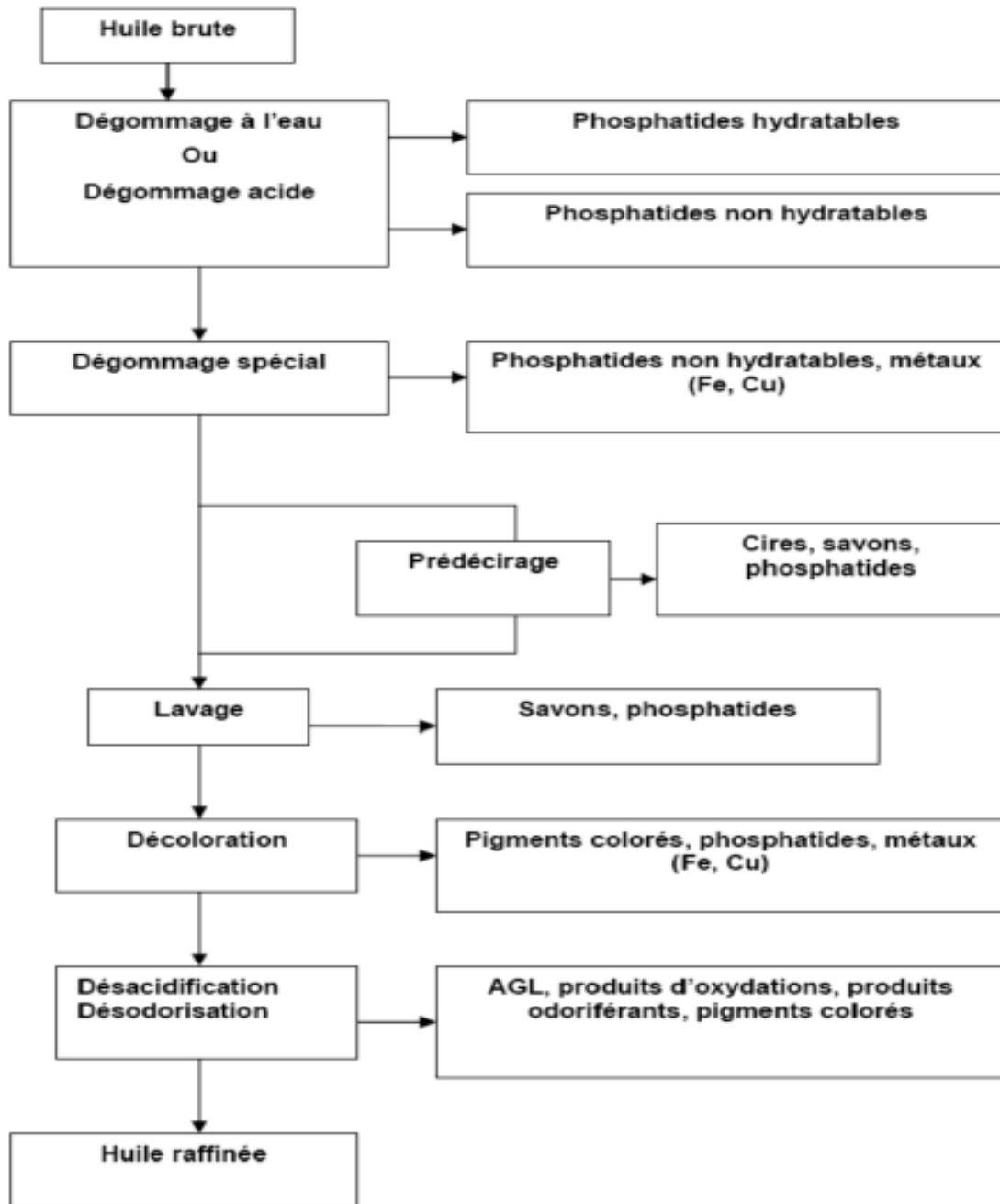


Figure I.8:Schéma général des étapes de raffinage physique

#### I.III.4.2. Traitement de l'huile raffinée

Les huiles et graisses présentent des caractéristiques de fusion spécifiques donc certaines huiles sont naturellement liquides à la température ambiante telle que les huiles de tournesol, de colza, de soja... tandis que d'autres sont semi-solides comme l'huile de palme, et d'autres enfin, sont totalement solides (huile de coprah). Leur utilisation dans des produits alimentaires

(margarines, pâtes à tartiner, plats cuisinés, produits divers), peut nécessiter une « adaptation » de ces caractéristiques rhéologiques.

Deux opérations, réglementairement autorisées dans le domaine alimentaire, permettent à l'industriel de confectionner, par transformation, des matières grasses définies pouvant entrer dans la formulation de ces produits [Pages-Xatart-Pares X. 2012].

Ces traitements sont :

#### **I.III.4.2.a. L'inter-estérification**

Cette technique permet de modifier le profil de fusion d'une graisse, c'est-à-dire ses paramètres de fusion et ses propriétés de cristallisation pour la rendre plus appropriée à la fabrication de margarine [Saillard ,2010].

L'inter-estérification est un procédé chimique ou enzymatique permettant de modifier la distribution des acides gras dans les triglycérides d'une matière grasse, il est possible en inter estérifiant un pré mélange de matière grasse d'obtenir de nouvelles matières premières ayant des propriétés intéressantes au niveau de leur courbe de taux de solide, de leur vitesse de cristallisation influençant directement les caractéristiques organoleptique du mélange [Laventurier, 2013]. Et permettant aussi une meilleure maîtrise de la qualité à la fois fonctionnelle et nutritionnelle des matières grasses, est de nouveau utilisée pour des applications alimentaires.

#### **I.III.4.2.b. Fractionnement**

Le fractionnement est une opération industrielle qui a pour but de réaliser une séparation entre les constituants des huiles et des graisses a point de fusion élevé, souvent les glycérides riches en acides gras saturés, ou même ceux qui a point de fusion faible. Le fractionnement est réalisée le plu souvent selon trois méthodes de fractionnement : La chromatographie, la cristallisation fractionnée et l'extraction (liquide /liquide) [Charles et al ,2003].

#### **I.III.4.3. Préparation de la phase aqueuse**

Cette phase consiste à préparer un mélange d'eau, d'acide lactique, de conservateurs, d'antiseptiques, de sels et de lait qui est préparé indépendamment (le lait est pasteurisé puis refroidi plusieurs fois de suite pour empêcher le développement des bactéries).

Elle constitue 16% à 18% d'eau et/ou lait (écrémé et pasteurisé) de la masse totale [Karleskind, 1992]. Auxquels peuvent être incorporés des ingrédients protéiques, du sel et

des arômes [Saillard, 2010]. La solution de sel doit être préparée séparément dans une portion de la quantité d'eau nécessaire à la fabrication [Kone S, 2001].

#### **I.III.4.4. Préparation de la phase grasse**

La phase grasse est un mélange d'huiles végétales ou animales définies selon la recette [Kone, 2001]. Comprend généralement des huiles raffinées, modifiées, et d'autres ingrédients y compris les vitamines A et D, les arômes de beurre synthétiques et naturels, les colorants (par exemple le  $\beta$ -carotène), et de petites quantités de conservateurs pour assurer un attrait visuel, une texture douce et une fraîcheur. Et comme l'eau et l'huile ne sont pas miscibles des émulsifiants tels que lécithine de soja sont ajoutés pour garder le mélange stable [Aof, 2006]. Ces ingrédients sont dissous dans le mélange de graisse avant l'ajout de la phase aqueuse, avant le processus d'émulsification [Gerstenberg, 2012].

#### **I.III.4.5. Préparation des émulsifiants**

Les émulsifiants : la lécithine, monoglyciride, monoglyciride-lactique sont mélangés, qui seront ensuite diluer avec l'arôme et le colorant [Robert J.Whitehurst. 2004].

#### **I.III.4.6. Préparation de l'émulsion**

L'émulsion est le résultat de combinaison entre la phase aqueuse, la phase grasse et l'émulsifiant, qui seront par suite mélangées dans le bac d'émulsion. A l'aide d'une pompe d'émulsion, le mélange (émulsion) passe vers le pasteurisateur à une température de 80°. Ensuite, il passe vers le combineur sous une température de 45°C grâce à la pompe de haute pression [Aboiron et Hameury, 2004]. Sa formation elle se fait en deux étapes :

- Pendant la première étape de pré émulsion, la phase grasse complète, chauffée à environ 50°C – 60°C, et la phase aqueuse (sans la solution de sel) sont additionnées et remuées continuellement pendant 3 à 4 minutes.
- Pour la formation de l'émulsion fine à la seconde étape, il faut recourir à un malaxage vigoureux, réduisant la taille des gouttelettes de l'émulsion [Kone S, 2001].

#### **I.III.4.7. Pasteurisation**

Une volonté typique de procédé de pasteurisation après la préparation de l'émulsion à 45-55°C inclut un ordre de chauffage de l'émulsion à 75-85 °C pendant 16 Secondes. Et la température à la fin dépend du point de fusion de la phase grasse : plus le point de fusion est

élevé, plus la température est haute [SPX corporation, 2012]. L'émulsion passe par une étape de pasteurisation à fin de tuer les microbes (gérmes). Pour ce faire il faut chauffer l'émulsion à 85°C, et ensuite la refroidir [AOF, 2006].

#### **I.III.4.8. Cristallisation et refroidissement**

La cristallisation est assurée par le combineur qui est composé de deux cylindres et un cristalliseur. Dans le cas où le produit est en plaquette, il passe d'abord vers le tube de repos ensuite vers le conditionnement, tandis que le produit en barquette passe directement vers le conditionnement. Elle est considérée comme la dernière étape de la fabrication de la margarine. L'émulsion préparée est acheminée dans le cylindre refroidisseur par un liquide réfrigérant (l'ammoniac NH<sub>3</sub>) avec une température environ 18°C, elle se fige et cristallise [Aboiron et Hameury, 2004].

#### **I.III.4.9. Malaxage**

Grâce à ce traitement, le produit assimiler ces propriétés plastiques et homogénéité convenable, l'émulsion cristallisée est acheminée par la trémie (contrôle du passage de l'émulsion) jusqu'au malaxeur. Cet appareil va malaxer le mélange en lui donnant consistance, souplesse et homogénéité [Himed et Barkat, 2014].

#### **I.III.4.10. Conditionnement**

Une fois refroidie et cristallisée, la margarine est pompée, grâce à des pompes hautes pressions, puis conditionnée. Selon le type de conditionnement, l'appareillage sera différent (en fonction de la texture de la margarine). Par ailleurs, c'est à cette étape que sont prélevés les échantillons de produit nécessaires au contrôle qualité du produit fini [Cossut et al, 2002].

Les margarines ainsi cristallisées sont conditionnées selon la forme et le poids voulus soit en barquettes PVC ou en plaques (papier aluminium) [Morgane S, 2010].

#### **I.III.4.11. Conservation**

Les margarines étant des produits alimentaires, leurs durées de vie est limitée car elles peuvent subir un certain nombre d'altérations, par un rancissement du à l'oxydation. Pour éviter ces altérations, à la sortie des conditionneuses, le produit est stocké dans la chambre froide à une température de 8.7°C jusqu'à 12°C max.



#### **I.III.4.12. Stockage et distribution**

Le produit fini (margarine) sera stocké au réfrigérateur pour éviter le rancissement et l'altération de ce dernier, puis livrée à l'entrepôt frigorifique d'une chaîne de supermarchés et généralement atteint le consommateur en quelques semaines après la production [Aof, 2006].

#### **I.III.5. Les caractéristiques de la margarine**

##### **I.III.5.1. Caractéristique physiques**

Les caractéristiques physiques de la margarine sont liées à l'état de corps plastique de la margarine et à son état d'émulsion très fine (eau-huile). La margarine est plastique, revient à dire qu'elle n'est ni solide ni liquide, puisque elle contient une phase solide baignant dans une phase liquide. L'eau se trouve dispersée en fines gouttelettes de quelques microns de diamètre grâce à la présence d'émulsifiants amphiphiles reliant la phase aqueuse à la phase grasse [Champtier, 1956]. Un autre caractère important pour la margarine est leur apparence visuelle [François, 1974].

##### **I.III.5.2. Caractéristique chimiques**

Ils sont variables selon les différentes sortes de margarines, les pays, les emplois et les époques de fabrication...etc.

Les valeurs intéressantes à connaître et que l'on détermine le plus souvent, sont :

- La composition centésimale du produit
- La composition en acides gras de phase grasse, et en particulier, la teneur en acides gras essentiels.
- La nature et la teneur en éléments non glycériques de la phase grasse (stérol, vitamines)
- Les indices de degré de fraîcheur : acidité, indice de peroxyde, coefficients d'absorption spécifique dans l'UV [François, 1974].

##### **I.III.5.3. Caractéristique biologique**

Comme tout produit alimentaire, les margarines risquent d'être contaminées par des microorganismes qui se développant en provoquent une altération des qualités organoleptiques (flaveur, apparence, texture). Ainsi des contrôles des matières premières et le respect des règles d'hygiène et de propriété au cours de la fabrication et du stockage sont indispensables pour réduire sensiblement les risques de contamination [Frey et Bach, 1992].

#### **I.III.5.4. Caractéristique organoleptiques**

La nécessité essentielle d'un contrôle organoleptique, l'analyse sensorielle utilise les capacités de l'homme à percevoir et exprimer ses sensations propres, pour déterminer et définir la qualité de produit.

L'évaluation sensorielle a pour but d'étude systématique des réponses humaines aux propriétés physico-chimiques et organoleptiques des aliments, qui sont généralement l'Apparence, le gout, la flaveur, La texture, la résistance et l'arôme [Faur, 1992].

Un profil de flaveur s'établit par des dégustateurs afin de s'assurer que la margarine est parfumée, fraîche et agréable.

#### **I.III.5.5. Caractéristiques nutritionnels**

Les margarines sont avant tout des corps gars alimentaires, qui apportent des éléments nutritifs importants, et une énergie métabolisable d'environ 7500 cal/kg. C'est une excellente source de vitamines liposolubles (vit A, E, D) et elles sont douée d'une bonne digestibilité, qui est expliqué par l'état d'émulsion dans lequel se trouve le produit, qui favorise notablement leur absorption et son utilisation [Champetier, 1956 et al].

#### **I.III.6. Facteurs d'altération de la margarine**

Les facteurs d'altération de la margarine peuvent être d'ordres physique ou chimique et surtout bactériologique. La margarine, étant formée d'un taux élevé de matières grasses, est souvent exposée aux risques de l'oxydation. Cette dernière est à l'origine de l'odeur et du gout désagréable, du changement de la couleur, ainsi que des pertes d'activités vitaminiques. L'oxydation est due le plus souvent à plusieurs facteurs :

##### **I.III.6.1. Les facteurs physique**

Ils sont liées à l'état de corps plastique de la margarine et à son état d'émulsion très fine (eau /huile), un autre caractère important pour la margarine est leur apparence visuelle ainsi que point de fusion qui n'est en fait que le changement de l'état solide, doit être de l'ordre de 34 à 37°C, puisque la margarine doit fondre dans la bouche, elle peut être dure et sa dureté doit résister au travail mécanique qui sera exercé sur elle, ainsi que l'aptitude à l'étalement (tartinabilité) [François, 1974].

**I.III.6.2. Les facteurs chimiques**

Le phénomène d'hydrolyse qui nécessite la présence d'eau ou tout simplement d'humidité, ne s'observe pratiquement jamais sur les corps gras raffinés ; l'inconvénient des acides gras libres tient au fait qu'ils s'oxydent plus vite que les triglycérides, mais aussi à leur goût désagréables [Tremoliere et al, 1980].

**I.III.6.3. Les facteurs bactériologiques**

Les microorganismes qui proviennent généralement de la phase aqueuse de la margarine, de l'air, de l'appareillage de fabrication ou du conditionnement peuvent provoquer une altération de la qualité organoleptique telles que : la flaveur, l'apparence et la texture. Les éléments affectant favorablement ou défavorablement leur développement sont: la température, le pH, l'état de finesse de l'émulsion et la concentration en sels [Roger, 1974].

# *Chapitre II*

## *Matériel et Méthodes*

---

## Chapitre II : Matériel et Méthodes d'Analyses

---

### II.1. La détermination de la teneur en eau (Humidité) : [J.O.R.A N°65.2012]

#### II.1.1. Définition

La détermination de la teneur en eau c'est la perte en masse subie par le produit chauffé à  $103 \pm 2$  °C dans les conditions spécifiques.

#### II.1.2. Principe

Chauffage d'une prise d'essai à  $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  jusqu'à l'élimination complète de l'eau et détermination de la perte de masse, se fait par deux méthodes :

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

Et nous avons utilisé la deuxième méthode (la méthode rapide).

#### II.1.3. Appareillage (Figure II.1)

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



Balance analytique



Plaque chauffante



Bécher en verre



Dessiccateur

Figure II.1: Les différents matériels utilisés.

### II.1.4. Mode opératoire

- Peser le bécher vide soit (P).
- Prés environ 2g d'échantillon dans le bécher (P).
- Maintenir le bécher contenant la prise d'essai, en déposer sur une plaque chauffante, en agitant de temps à autres afin d'éviter la formation des gouttelettes d'eau aux parois du bécher (générer ainsi le phénomène d'éclaboussures).
- Laisser refroidir dans un dessiccateur.
- Après chauffage et refroidissement, Peser le bécher contenant l'échantillon, soit un poids (P2) (FigureII.2).

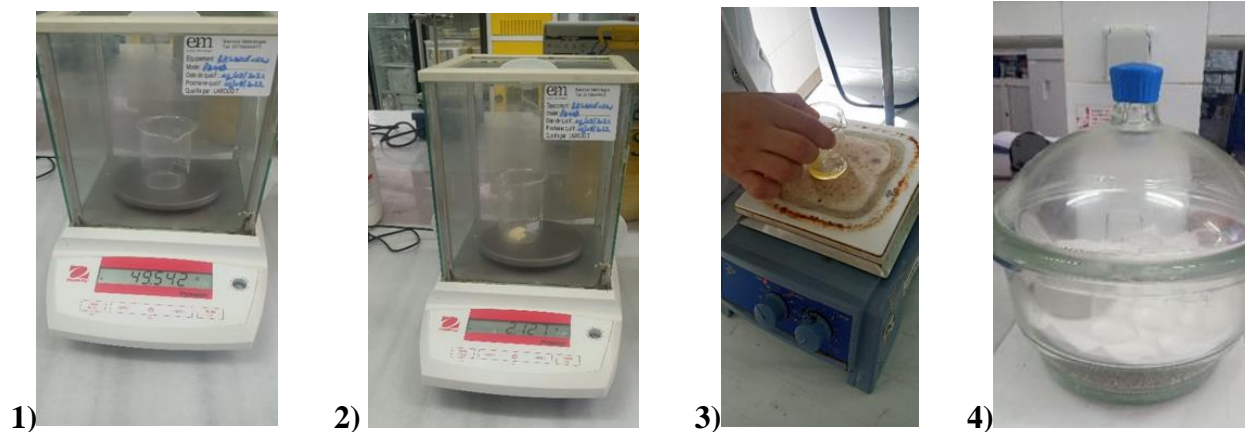


Figure II.2: Les différentes étapes de techniques de détermination de la teneur en eau.

### II.1.5. Expression des résultats

La teneur en eau est déterminée par la formule suivante :

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

Où :

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

**P0** : Poids du bécher vide en gramme (g).

**P1** : Poids du bécher contienne la prise d'essai en grammes avant chauffage (g).

**P2** : Poids du bécher contenant l'échantillon après chauffage et refroidissement.

## II.2. Détermination la teneur en chlorure de sodium : [J.0. R. A, N°66.2012]

### II.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 de margarine (ou la phase aqueuse) sous forme de chlorure.

### II.2.2. Principe

Après avoir fait fondre la margarine par l'adjonction d'eau bouillante, on titre les chlorures du mélange avec une solution titrée de nitrate d'argent (AgNO<sub>3</sub>), en présence de chromate de potassium comme indicateur coloré selon la méthode de Mohr.

### II.2.3. Réactifs

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

### II.2.4. Appareillage

- Balance analytique.
- Erlenmeyer, d'une capacité de 250 ml.
- Burette, graduée en dixième de millilitre (1/10).

### II.2.5. Mode opératoire

- Peser 5g de l'échantillon dans un erlenmeyer.
- Ajouter 100ml d'eau distillé bouillante.
- Laisser reposer 5 à 10 minutes, en agitant de temps à autre.
- Ajouter quelques gouttes de chromates de potassium.
- Titrer avec la solution de nitrates d'argent jusqu'au virage de la couleur (obtention d'une couleur rouge brique).

### II.2.6. Expression des résultats

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

$$Ts (\%) = \frac{V * Eq g (Na Cl) * N}{P * 10}$$

Où :

**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 (Na Cl)**: Equivalent grammes d'Na Cl égal à 58.5.

## **II.3. Détermination du potentiel hydrogène (pH) : [M.E.2001]**

### **II.3.1. Définition**

Le pH d'une solution permet de mettre en évidence les espèces chimiques présentes dans un échantillon. On parle alors de pH acide, de pH neutre ou de pH basique.

Le pH est déterminé sur l'eau de dilution, le lait reconstitué et directement sur la phase aqueuse de la margarine, et exprimé en unité du pH-mètre.

### **II.3.2. Principe**

La mesure du pH est réalisée par une méthode potentiométrique en mesurant la différence de potentiel entre une électrode de verre et une électrode de référence dans la phase aqueuse séparée de la margarine fondue (Figure II.3).

### **II.3.3. Appareillage et réactifs**

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

### **II.3.4. Mode opératoire** « voir la procédure indiquée dans la figure suivante »

- Etalonner le pH mètre.
- Introduire les électrodes dans le bécher contenant la solution à mesurer soit la phase aqueuse, eau et le lait, la température de mesure 20°C.
- Lorsque la lecture devient constante lire la valeur du pH indiquée par le pH-mètre à 0.01 unités de pH sur l'échelle de l'instrument (Figure II.4).



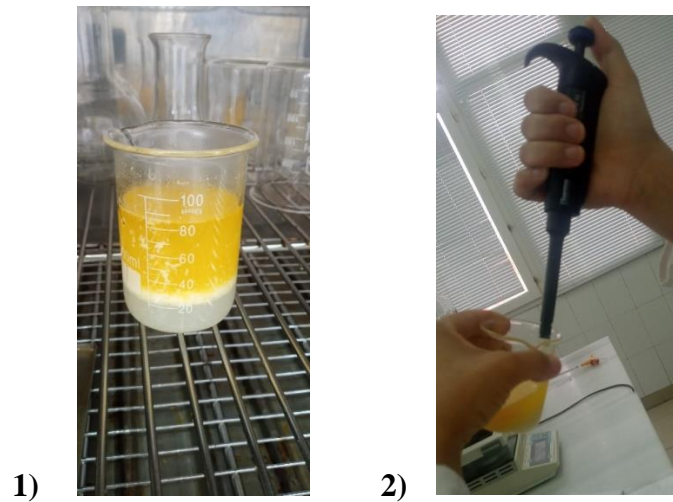


Figure II.3: Procédure de séparation de la phase aqueuse.



Figure II.4: Détermination de pH la phase aqueuse.

## II.4. Détermination du point de fusion : [M.E. 2001]

### II.4.1. Définition

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

### II.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).

### II.4.3. Appareillage

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

### II.4.4. Mode opératoire

Après avoir fait fondre une quantité de margarine, deux tubes capillaires en verre d'environ 1mm de diamètre ont été plongé à une hauteur de 1 cm dans la matière grasse récupère à partir de la margarine fondue, puis ont été refroidi au congélateur pendant 20min. Une fois solidifié les deux capillaires ont été fixé par une pince en bois. La pince a été suspendue sur les côtés du bécher et les deux capillaires ont été immergés dans l'eau osmosée. Un thermomètre a été également immergé pour mesurer la température. Le milieu a été chauffé lentement ( $0.5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ) sur une plaque chauffante agitatrice. Une fois que la margarine commence à monter dans les tubes capillaires, la température correspondante a été notée (Figure II.5).

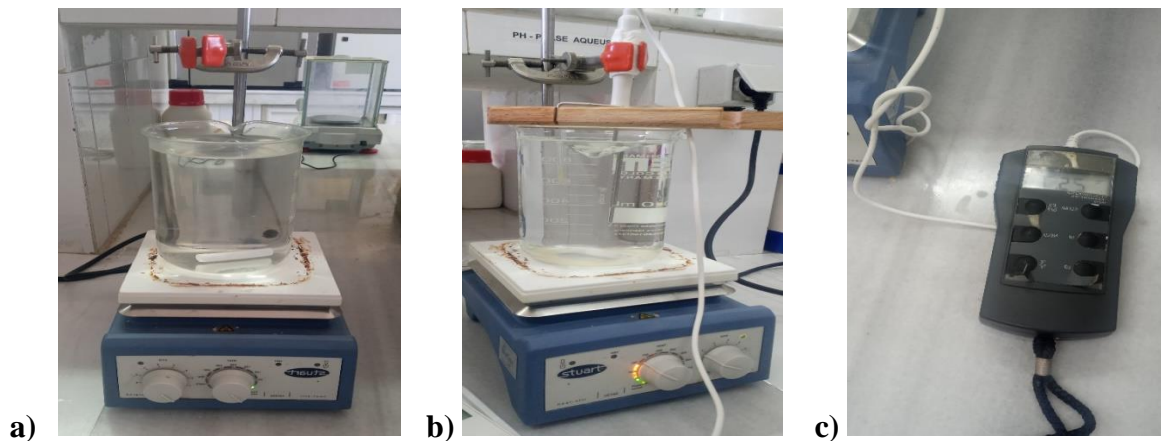


Figure II.5: Procédure de détermination de point de fusion

### II.4.5. Expression des résultats

La température de fusion représentera la moyenne arithmétique des deux valeurs obtenues à partir des deux capillaires. La température notée est celle affichée juste au début de la monte de la margarine dans les deux tubes capillaires exprimé en  $^{\circ}\text{C}$ .

## II.5. L'indice de peroxyde : [J.O. R. A N°64.2011]

### II.5.1. Définition

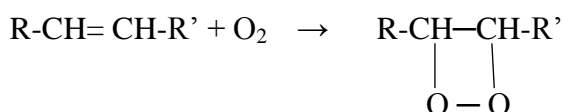
L'indice de peroxyde est la quantité de substance de l'échantillon, exprimé en termes d'oxydation actif qui oxyde l'iodure de potassium dans les conditions spécifiées dans la présente norme internationale.

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

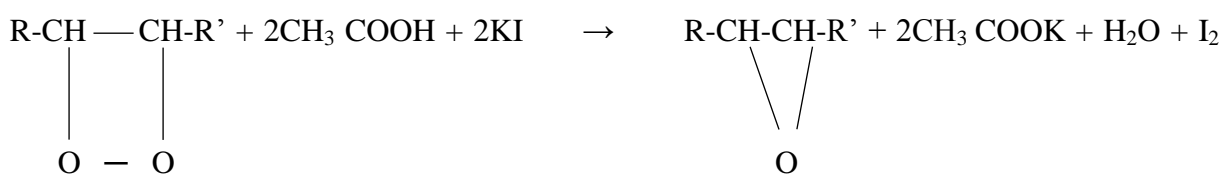
### II.5.2. Principe

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.

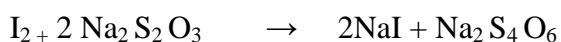
Les acides gras s'oxydent en présence d'oxygène, en donnant des peroxydes.



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 :



### II.5.3. Réactifs

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

- Une solution d'amidon.

#### II.5.4. Appareillage

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

#### II.5.5. Mode opératoire

- Peser 5g de la matière grasse dans un ballon.
- Ajouter 12ml de chloroforme et 18ml d'acide acétique puis 1 ml de la solution d'iodure de potassium (1 ml d'eau distillée + 0.5g d'iodure de potassium).
- Boucher aussitôt le flacon.
- Agiter durant 1 mn et laisser à l'abri de la lumière, à une température de 15 et 25°C
- Ajouter 75ml d'eau distillée (afin d'arrêter la réaction) et quelques gouttes d'empois d'amidon comme indicateur de fin de réaction.
- Titrer l'iode libéré avec la solution de thiosulfate de sodium 0.01N. Effectuer un essai à blanc.

#### II.5.6. Expression des résultats

Les résultats sont exprimés selon la formule suivante :

$$\text{IP (még d'O}_2\text{/Kg)} = V * 2$$

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.

## II.6. Détermination du taux de solide par RMN (teneur en corps gras solides) [ISO 8292 T60-250, 1999]

### II.6.1. Définition

La détermination de la teneur en corps gras solides est effectuée à l'aide d'un Spectromètre de résonance magnétique nucléaire (RMN) pulsée basse résolution, de Type (minispec mq20, Germany).

La teneur en solide d'une phase grasse constitue un élément important pour la connaissance des propriétés rhéologiques d'une graisse. Basée sur la mesure, par Spectrométrie de résonance magnétique nucléaire à basse résolution et à onde pulsée, De la teneur en composés liquides contenant de l'hydrogène. Méthode rapide et non Destructrice, la RMN nécessite de connaître la nature de la matière grasse, car l'appareil doit être étalonné avec un corps gras identique à celui que l'on veut doser.

### II.6.2. Principe

Consiste à déterminer le taux de solides dans la matière grasse à une certaine température. Il est réalisé par RMN (Résonance Magnétique Nucléaire). Ce taux exprimé en pourcentage, constitue une caractéristique physique importante influençant beaucoup les propriétés technologiques et sensorielles des corps gras : la texture.

Après équilibrage électromagnétique dans le champ magnétique statique du spectromètre RMN et l'application d'une impulsion de radiofréquence à 90°, le signal de décroissance de magnétisation des protons dans la phase liquide uniquement est mesuré et les corps gras solides sont calculés en référence à un échantillon étalon constitué entièrement de corps gras liquides. Qui se fait par deux méthodes :

**Méthode standard** : Les températures de mesure sont : 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40°C.

**Méthode rapide** : les températures de mesures sont : 20, 30, 40 °C

Et nous avons utilisé la deuxième méthode (la méthode rapide)

### II.6.3. Appareillage

- Des tubes en verre.
- Etuve (Figure II.5).

- Bain marie
- RMN (Figure II.7).



Etuve



Bain marie

**Figure II.6:Appareillage utilisé pour le taux de solide.****Figure II.7: Spectromètre de résonance magnétique nucléaire RMN.**

#### II.6.4. Mode opératoire

La méthode standard :

- Faire fondre la margarine dans un bêcher à température 70°C.
- Filtrer sur un papier filtre préalablement séché.

- Remplir trois tubes propres et secs à 2 cm et les mettre dans un bain marie : l'un 15 min à 100°C ; un autre 05 min à 60°C et le troisième 60 min à 0°C.
- Placer les tubes dans l'appareil RMN et lire la première valeur en % à 5 °C après 30 min Réchauffer les tubes dans le bain marie 30 min à 10°C (2ème lecture), puis 30 min à 15°C (3ème lecture).
- Noter les valeurs de SFC chaque 30 min à des températures différentes.
- Ensuite tracer la courbe de SFC (%) en fonction de la température (°C).

La méthode rapide :

Faire fondre la margarine dans un bûcher à 70°C, puis filtrer sur un papier filtre préalablement séché, et remplir deux tubes propres et secs à 2 cm et les mettre au congélateur pendant 20 min, puis les mettre dans un bain marie : à 20°C, puis les mettre à 30°C et on dernier à 40°C.

Placer les tubes dans l'appareil RMN et lire les valeurs de SFC qui sont notées chaque 20min à des températures différentes.

# *Chapitre III*

## *Résultats et discussion*



---

## Chapitre III : Résultats et discussions

---

### III.1. Teneur en eau (humidités %)

La teneur en eau à une influence sur la qualité de la margarine .En effet, elle varie selon les conditions et la période de stockage [NaudetAndré, 1995]. L'augmentation de la teneur en eau favorise le développement de certains microorganismes [Galzy, 1980], ainsi que l'hydrolyse enzymatique et l'oxydation de la margarine [Ming et al, 1999]. La diminution de la teneur peut au contraire résulter un produit trop sec et donc moins apprécié par le consommateur [Blanc, 1992].

Les résultats obtenus durant cette période sont reportés sur la figure III.1.

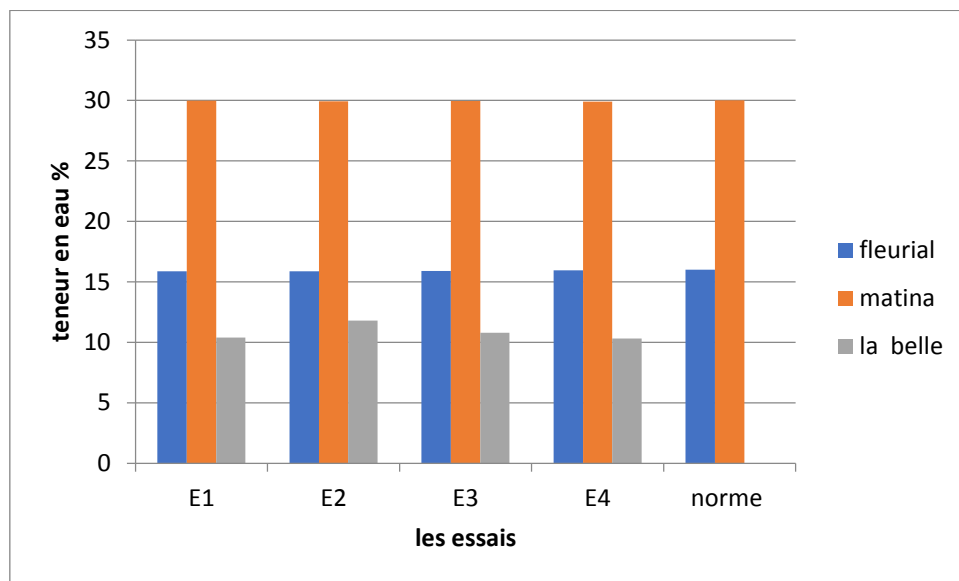


Figure III.1: La teneur en eau Fleurial et Matina et la Belle.

➤ **La norme du codex alimentarius:** 16 % max pour FLEURIAL et 30 % max pour MATINA.

L'ensemble des essais analysés pour Fleurial et la belle présentent des valeurs inférieures à 16% [ISO 662 Deuxième édition 15-09-1998], avec des valeurs journalières allant de 15,88% à 15,94% pour Fleurial, ce qui atteste de la conformité du produit et 10.3%

À 11.8% pour la belle qui est très faible par rapport à Fleurial ce qui résulte un produit moins conforme. Ainsi que les essais d'analyses pour Matina présentent des valeurs inférieures à 30%, avec des valeurs journalières allant de 29.87% à 29,98% qui est conforme à la norme.

Les résultats de l'humidité pour les trois margarines Fleurial et Matina, la Belle sont compatibles avec leurs formulations initiales qui sont 82 % de la phase grasse et 18% de la phase aqueuse contenant les composés hydrosolubles pour Fleurial et la Belle, et 70% de phase grasse et 30% de la phase aqueuse pour Matina.

### III.2. Teneur en sel

L'ajout de sel à la margarine vient de la nécessité d'améliorer la sapidité à la consommation, faire ressentir la saveur, il permet de ralentir le développement de certains micro-organismes, et prolonge la durée de conservation. L'utilisation des émulsifiants de type cristaux monoglycérides et triglycéride améliore la stabilité de l'émulsion eau dans l'huile grâce à la formation de coquilles solides autour des gouttelettes d'eau qui contiennent le sel. Il est utilisé à une dose précise selon le poids de cette margarine. A forte dose la margarine devient trop salé, sa consommation à cet état provoque l'hypertension et des maladies cardiovasculaires, première cause de mortalité mondial [Sebedio, 2007]. En revanche, à faible dose, le goût devient déplaisant, et la margarine devient désagréable à la consommation.

Les résultats de ce paramètre sont exprimés dans l'histogramme de la figure III.2.

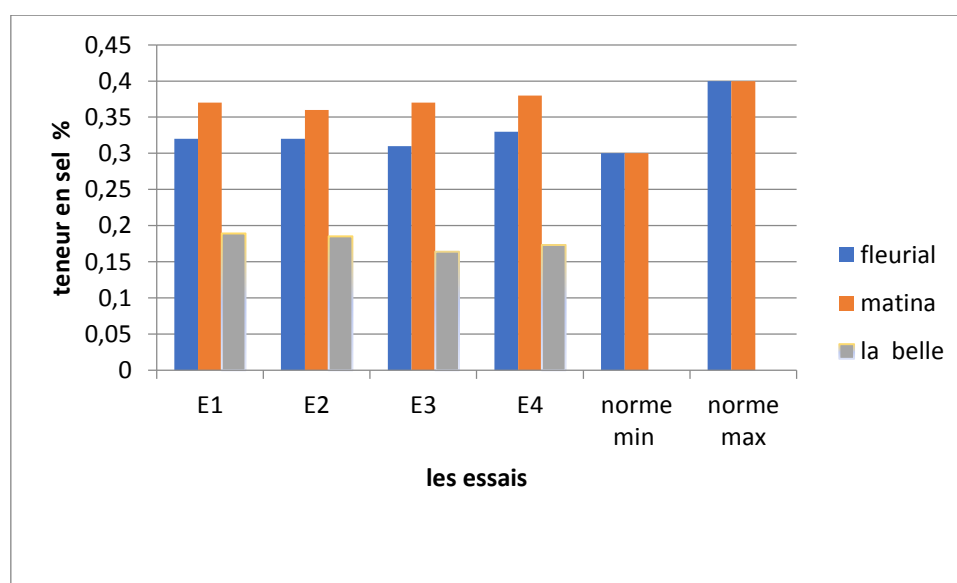


Figure III.2: La teneur en sel pour Fleurial et Matina et la Belle.

- **La norme du codex alimentarius:** de 0,3 % à 0,4 %.

L'ensemble des essais analysés pour Fleurial présentent des teneurs en sel incluses entre 0.3%, et 0.4%, soit des valeurs journalières allant de 0.31% à 0.33% pour Fleurial ce qui est conforme aux normes. Pour des valeurs allant de 0.16% à 0.18% de la belle qui sont inférieure à la norme minimale donc un produit désagréable.

Les résultats obtenus pour Matina sont illustrés ainsi sur la figure précédente. Les teneurs en sel de la margarine sont respectivement de 0,36% à 0.38%. Ces valeurs sont comprises entre les deux normes maximale 0,4 et minimale 0,3. Les résultats sont conformes, 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 caractéristiques (Exigences) propres à l'entreprise.

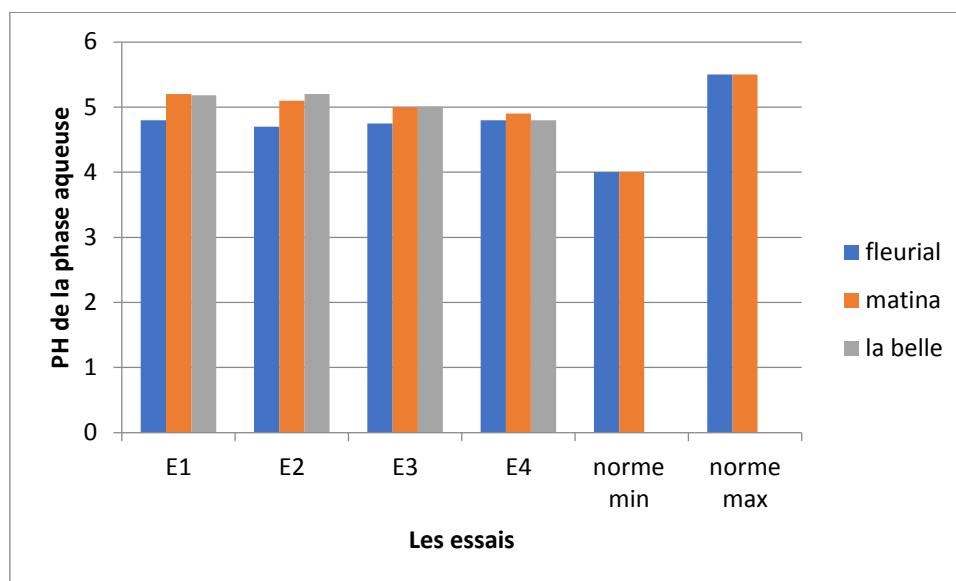
### III.3. pH de la phase aqueuse

Le pH se classe parmi les indicateurs de qualité de la margarine, il est contrôlé à différentes étapes de la préparation et de transformation pour garantir la sécurité, améliorer la production.

Les valeurs du pH mesurées sont comprises dans l'intervalle de la norme signifiant que les doses de l'acide lactique ajoutées aux produits dans le but de donner un bon gout à la margarine et d'éviter le développement microbien sont respectées.

Il est préférable de contrôler le pH de la phase aqueuse, en tenant compte d'une valeur basse de ce dernier freine la croissance des microorganismes. Les faibles valeurs de pH, conduisent à une sensation acide, déplaisante aux consommateurs [Karleskind et Wolff ,1992].

A partir des analyses effectuées sur le pH de la phase aqueuse durant notre travail pratique, des résultats ont été obtenue et représenté sur la figure III.3.



**Figure III.3:pH de la phase aqueuse pour Fleurial et Matina et la Belle.**

**La norme du codex alimentarius:** de 4 à 5,5.

Les valeurs du pH des trois margarines Fleurial et la Belle, Matina répondent aux normes de Cevital car à ces pH les émulsions sont stables. Leur résultats sont respectivement de [4,75 - 4.8], [4.8-5.2], [4.9-5.2] ces trois valeurs sont à l'intérieur de l'intervalle fixée par la norme règlementaire, comprise entre ( $4 < \text{pH} < 5.5$ ). Les résultats obtenus sont conformes à la norme.

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

### III.4. Point de fusion

Point de fusion détermine la consistance de la margarine à une température donnée. Le point de fusion ne doit pas être supérieur à 43 °C pour une graisse alimentaire car elle sera mal digérée par l'organisme mais il doit être inférieur à la température du corps humain (37°C) afin que la margarine puisse fondre facilement dans la bouche alors il répond aux exigences d'une margarine tartinable.

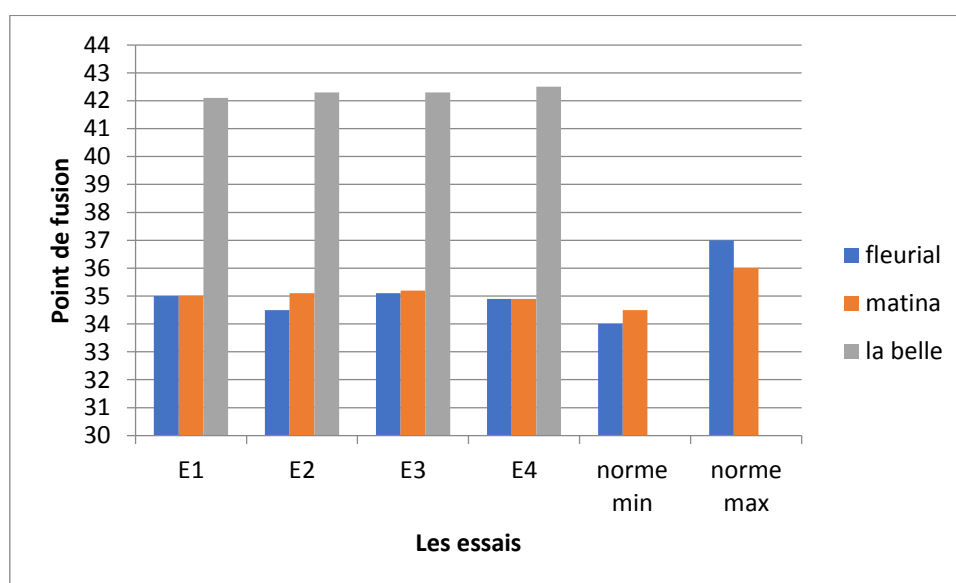
Le point de fusion est en relation directe avec la composition en acides gras de la margarine.

Plus la margarine est riche en acides gras saturés, plus le point de fusion sera important [François, 1974].

Acides gras saturés à longues chaînes → points de fusion plus élevés

Acides gras polyinsaturés ou à courtes chaînes → points de fusion moins élevés [Ghotra et al. 2002].

Les résultats obtenus à partir des échantillons qui ont été analysés sont reportés sur la figure III.4.



**Figure III. 4:Point de fusion pour Fleurial et Matina et la Belle.**

➤ **La norme du codex alimentarius:** entre 34 °C et 37 °C.

Nous avons constaté que les valeurs obtenues pour Fleurial et Matina comprises entre les deux normes maximales minimales [34 – 37°C], avec des valeurs journalières qui sont respectivement de 34.8 à 35.1°C et de 34.9 à 35.2°C d'où la conformité des résultats à la norme de l'entreprise. En effet, les deux points de fusion obtenus sont très proches ce qui dit un choix précieux de matière première, ainsi que les proportions utilisées pour la recette donc les deux margarines sont des produits plus digestibles. Les résultats obtenus pour la belle sont supérieures à 37°C allant de 42.1 à 42.5°C qui est clairement hors l'intervalle des normes de l'entreprise donc elle dépasse la température de corps humain (37°C) c'est-à-dire elle serait mal digérée par l'organisme donc un produit moins digestible .

### III.5. Indice de peroxyde

L'indice de peroxyde sert à caractériser les huiles et corps gras, c'est un indice qui s'intéresse au nombre d'oxygènes actifs dans les chaînes organiques d'un corps gras, cet oxygène actif peut être sous forme de peroxyde ou d'hydroperoxyde. Cet indice permet d'évaluer le degré d'oxydation des acides gras insaturés de la matière grasse.

Plus celui-ci est élevé, plus la matière grasse est oxydée [Himed et Barkat, 2014], là où la margarine devient rance (goût et odeur désagréable). Cependant, cet indice n'est qu'un indicateur du début d'oxydation de cette margarine.

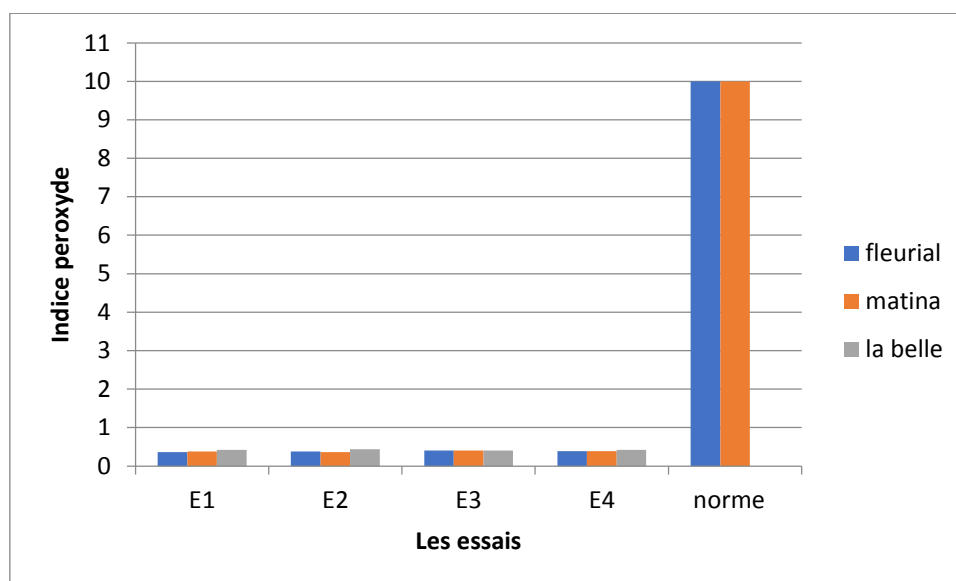


Figure III.5:Indice de peroxyde pour Fleurial et Matina et la Belle.

➤ **La norme du codex alimentarius :** [10 méq g O<sub>2</sub>/Kg CG ]

A partir de l'analyse journalière des échantillons nous avons obtenu des résultats variables de l'indice de peroxyde exprimés en histogramme représenté dans la figure III.5.

Ces résultats présentent des valeurs inférieures à 10 méq O<sub>2</sub>/kg CG qui est la norme maximale. Avec des valeurs allant de 0.36 à 0.4 méq d'oxygène actif par kg de matière grasse pour les deux margarines Fleurial et Matina .les valeurs obtenues pour notre échantillon est largement inférieure à la norme. Les résultats sont presque nuls, ce qui confirme le respect des conditions de production. On constate que l'ensemble des échantillons analysés était conforme. A titre comparatif, les résultats enregistrés pour la belle sont un peu plus élevés par rapport aux margarines précédentes avec des valeurs comprise entre [0.42-0.44] et qui restent toujours conformes à la norme réglementaire.

La conformité de nos résultats revient à l'utilisation de l'entreprise à des huiles fraîchement raffinées pour la fabrication de ses margarines.

### III.6. Taux de solide

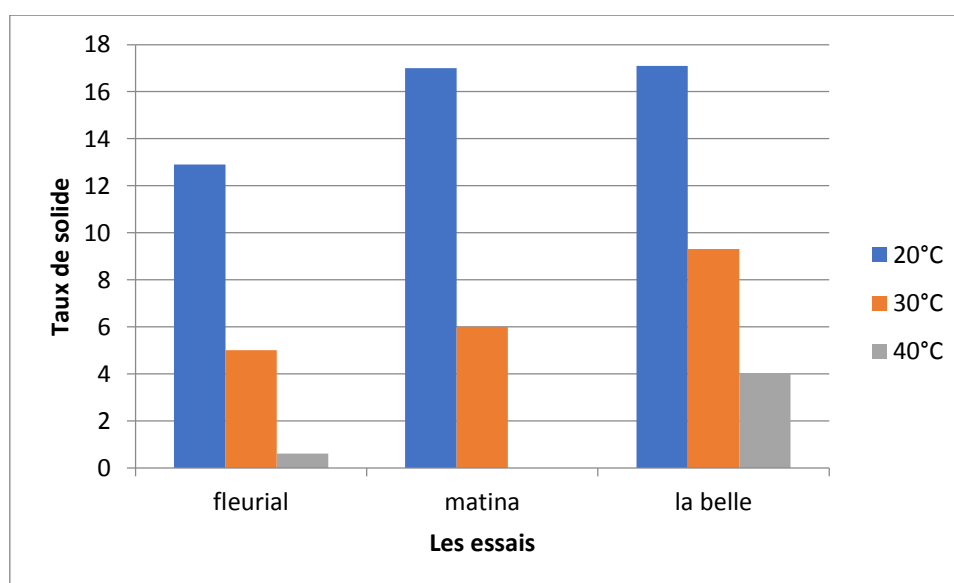
Le SFC est un facteur essentiel à déterminer, car il est responsable de plusieurs caractéristiques du produit, y compris son aspect général et propriétés organoleptiques.

La valeur de SFC nous renseigne sur la qualité du produit tel que la facilité de la tartinabilité à des températures basses comme celles du réfrigérateur, la dureté et la stabilité de la margarine, ainsi que la texture lors de certaines utilisations lors de la dégustation par exemple et la libération de la saveur dans la bouche.

**Tableau III.1: les résultats d'analyse de taux de solide SFC**

Analyses	Fleurial	Matina	La Belle
20°C	12.9	17	17.1
30°C	5	6	9.31
40°C	0.6	0	4.03

Les résultats obtenus pour les échantillons analysés sont reportés sur le tableau III.1 et la figure III.6.



**Figure III.6: Taux de solide pour Fleurial et Matina et la Belle.**

Ce paramètre est très important, il est à la base des différentes recettes des margarines.

D'après le personnel de laboratoire, les valeurs obtenues sont conformes aux normes internes exigées, qui ne nous ont pas été communiquées. D'après l'allure de l'histogramme, on remarque une diminution du taux de solide, en allant des basses températures (20°C) vers les hautes températures (40°C).

L'indice SFC se rapporte au pourcentage des matières grasses qui sont solides à des températures différentes. Pour les margarines à tartiner, les résultats de SFC obtenus pour des prises d'essai en fonction de température (20, 30 et 40 °C) sont présentés dans la figure III.6, en montrant que Fleurial et Matina et la Belle présentent des taux de SFC, respectivement de 12.9% ,17%, 17.1% à 20°C. L'histogramme montre aussi que la margarine Matina et la Belle présentent des taux de SFC plus élevé que celle de Fleurial jusqu'à la température environ 40 °C où les deux margarines (Fleurial et Matina) présentent presque le même taux de solide (SFC) qui est nul, par contre le résultat retrouvé pour la belle est loin d'être proche de zéro. Ce qui indique que les deux margarines Fleurial et Matina sont faciles à tartiner et se fondent facilement dans la bouche contrairement à la belle qui est difficile à tartiner et moins digestible.



# *Conclusion*

---

## *Conclusion*

---

Le travail effectué au niveau du complexe CEVITAL à l'unité margarinerie. Cette présente étude a pour objectif de la caractérisation physicochimique de différents types de margarine produite par complexe CEVITAL : margarine de table Matina et Fleurial et une autre margarine du même type qui est le COGB la belle.

Concernent les analyses physico-chimiques effectuées au niveau du laboratoire de formulation de la margarine, l'étude a révélé que :

- Les trois types de margarine présentent presque le même indice de peroxyde
- Le pH, le point de fusion des margarines Fleurial et Matina sont similaires. Toutefois, la margarine de la belle présente le point de fusion les plus élevé.
- Le taux de sel de Matina est supérieur à celui de Fleurial et la belle, ce dernier est très base.
- Le taux d'humidité le plus élevé est observé pour Matina (mélange beurre et margarine), au plus pour Fleurial ceci est due à la déférence de pourcentage de la phase aqueuse. la belle revoit une même norme que Fleurial mais pas la même valeur cela revient aux quantités d'eau ajouter pendant la préparation.
- Le taux de solide mesuré est dans l'ordre suivant : SFC de la Belle >SFC Fleurial > SFC Matina. Cette analyse a permis de déterminer le comportement de la margarine à différentes températures et également permis d'étudier l'influence des huiles dans cette margarine sont également conformes aux normes.

Certaines exceptions trouvées ont été très vite corrigées, et remises en conformité.

Tous les paramètres étudiés révèlent une conformité par rapport aux normes fixées par le Codex alimentaire pour les deux produits Fleurial et Matina contrairement à La Belle qui est légèrement loin des normes internationales. Cette conformité témoigne d'un bon choix de la matière première, de la maîtrise du processus de fabrication, et les contrôles réguliers au cours de la fabrication, ce qui montre le strict respect des paramètres technologiques et la compétence du personnel de l'unité.

*Références*

*Bibliographiques*

## *Références bibliographiques*

---

### **A**

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

**Adrian, J., Potus, J., Poiffait, A et Dauvilier, P. (1998).** Méthodes physicochimiques générales, analyses physico-chimiques particulières in Introduction à l'analyse nutritionnelle des denrées alimentaires. Ed Tec & Doc, Lavoisier, Paris. Pp: 52,165.

**Ahmad M. et Clyde S. (2002).** Les matières grasses destinées aux produits de boulangerie. ASA Américain Soybeau association.

**Alais et Linden 1997.** Corps gras In : abrégé de biochimie alimentaire. Ed Masson, Paris, pp 231-241.

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

**Anonyme. (1992).** Codex Alimentarius. Annexe V, avant-projet de norme pour les huiles végétales portant un nom scientifique.

**A O F, (2006).** AustralianOilseedsFederation. Teachingmanual, the journey of oilseeds. ISBN: 0 73138505 5. SCIS: 1284406.

### **B**

**Beatrice De Raynal, Et Multon J-L. (2009).** Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agroalimentaire. Ed tec & doc Lavoisier Paris. P 19, 608, 612.

**Belitz, H.D,Grosch,W, and Schieberle, P, 2009.** Edible fats and oil, In:Belitz, H.D (Ed), Food and chemistry.Springer Science & Business Media, pp 660.

**Blanc M. (1992).** Analyse des tourteaux oléagineux. In «Karleskind ». Manuel des corps gras Tome 2. Ed. Tec et doc. Lavoisier, paris. Pp : 1332-1341.

**Boulangier, P., Polonovski, J., Biserte, G et Autrevaux, M. (1979).** Abrégé de biochimie médicale, édition: Masson, Paris. pp: 67-78.

**Brown L. C. (1956).** Margarine production. Journal of American OilChemists' Society 33 (10), 506-512.

### C

**Champetier G. (1956).** Les industries des corps gras. Lavoisier.F.75008. Paris. P : 283- 285-286-288.

**Charles, A ., Guy, L ., et Laurent, M., 2003.**Corps gras, biochimie alimentaire 5eme édition de l'abrégé. DUNOD, pp. 224-226.

**Cheftel J-C et Cheftel H. (1977).** Oxydation des lipides « Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments ». Tec & Doc -Lavoisier, Paris, ISBN : 2-85206-827-3, pp.254-264.

**Clinquart A, Didier Micol, Brundseaux C, Dufrasne I et Istasse L 1995.** Utilisation des matières grasses chez les bovins à l'engraissement. INRA Productions Animales, Paris: INRA, 8 (1). pp.29-42. fahal-00896101.

**Cossut J; Defrenne B.et Desmedt S. (2002).** Les corps gras entre les traditions et modernité. Institut agroalimentaire de Lille, pp: 9-29.

**Cossut J, Humbert S, Defrenne B, Roelstraete L, Desmedt C, Vanuxeem M, Ferroul S, Vidal D et Garnet S. (2002).** Les corps gras : Entre Tradition et Modernité. Lille, université des sciences et technologie. pp.27 -28, pp.45-49.

**Couet C. 1998.** Les lipides : 60p.

### D

**Debruyne, I. 2001.** Soja: transformation et aspects industriels. Techniques de l'ingénieur. F6030. pp: 1-12.

**Denise, J. (1992).** Manuel des corps gras : raffinage des corps gras. Tome II, Ed : Tec et Doc Lavoisier, p. 790-793, p. 803-814, p. 866- 867, ISBN : 2-85206.662.9

**Denise J. (1992).** Raffinage des corps gras. In «Manuel des corps gras». Tec et Doc-Lavoisier, Paris. 2 : 793, 806, 810. ISBN : 2-85206-662-9. P : 790-793.

**Djouab A. (2007).** Préparation et incorporation dans la margarine d'un extrait de dattes des variétés sèches. Mémoire de Magister : Génie alimentaire-Boumerdes.

**De Kock J. De Greyt W. Gibon V et Kellens M (2005).** Développements récents en matière de raffinage et de modifications : élimination des contaminants dans les huiles alimentaires et réduction du taux d'acides gras trans, Vol. 12, n°5-6, p.378-384.

### F

**Faur, L. (1992).** Technologie des margarines. In : « karleskind ». Manuel des corps gras Tome II. Paris. Edition : Tec et Doc, Lavoisier. P 932-988.

**François Mendy (2016).** Un regard passionné sur les lipides et les matières grasses EDP Sciences.

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

**Francois, R. (1974).** Généralités, huilerie in les industries des corps gras. EdTec& Doc, Lavoisier: pp : 32, 42, 43, 132, 139-141,164, 192.

**François R. (1974).** Les industries des corps gras : Biochimie, extraction, raffinage, nuisances et réglementation. Edition : Technique et Documentation, Paris, 431p.

**Frenot, M et Vierling, E. (2001).** Les lipides, les vitamines in biochimie des aliments diététiques du sujet bien portant. 2 ème édition. pp: 83, 84, 88, 91, 96,102, 104, 190.

**GEORGE, H. (2006).** Les matériaux biologiques de base in Biochimie 4.

**Frenot M et Vierling E., 2003.** Biochimie alimentaire. 5ème édition .Dunod. Paris. P.250.

### G

**Galzy P. (1980).** L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. ISBN 2.000.2.00112.0, p.43, p.89.

**Genot. C, (2006).** Approche physico-chimique et sensorielle de l'oxydation des lipides en émulsion. INRA Unité biopolymère, interaction, assemblages.

**George, H. (2006).** Les matériaux biologiques de base in Biochimie 4 ème édition Dunod. Pp: 9.

**Gerstenberg Schroder. (2012).** Margarine Production: Technology and Process, SPX Corporation, 9p.

**Ghotra B.S., Dyal S.D.** et Narine S.S. (2002). Lipidshortenings: areview. Food Research International. 35: 1015-1048.

**Graille J. (2003).** Lipides et corps gras alimentaire. Lavoisier. Paris. ISSN : 0243. ISBN : 2-7430.0594-7. P : 183.

**Graille.J, 2003.** Usages des corps gras alimentaires dans les différents secteurs de la technologie alimentaire (Elisabeth.P), dérivés de lipides acaloriques bathécaloriques (Pierre.V), aspects chimiques, biochimiques et nutritionnels (Poisson J.P, Michel. N) in lipides et corps gras alimentaires. Ed Tec & Doc, Lavoisier. pp: 148, 174, 178, 186, 366, 2.

**Gruillot, M et Bernadette, Q. (2003).** Biochimie, édition: Dunod, Paris pp : 95-10.

## *H*

**Helme, J. P. (1984).** Influence des techniques sur la qualité des produits alimentaires dans les industries des corps gras. pp : 33, 35, 40, 42, 1.

**Hennen, G. (2006).** Biochimie, édition: Dunod, Paris. pp:135.

**Himed L. (2011).** Evaluation de l'activité antioxydant des huiles essentielles de Citrus Limon : application à la margarine. Université Mentouri-Constantine.

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

## *I*

**Iso.Norme Internationale. Méthode ISO 8292.1999 (F).** Corps gras d'origines animale et végétale-détermination de la teneur en corps gras solides par la méthode de la résonance magnétique nucléaire pulsée.

## *J*

**J O R A (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. In : Méthodes Officielles D'analyses Physico-chimiques et Microbiologiques 2016.

**J O R A (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. In : Méthodes Officielles D'analyses Physicochimiques et Microbiologiques 2016.

**J O R A (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. In : Méthodes Officielles D'analyses Physico-chimiques et Microbiologiques 2016.

### K

**Kamoun, P, et Lavaunel, A. (2003).** Acides gras et lipides in Biochimie et biologie moléculaire. Ed Flammarion. pp: 58.

**Karleskind A. et WolefJ-P. (1992).** Raffinage des corps gras ; in « Manuel des Corps Gras ». Tome 2, Ed : Techniques et Documentation. Londres, Paris, New York : 2-85206-662-9.

**Karleskind A. (1992).** Manuel des corps gras. Edition : Technique et Documentation, Paris. Volume 1, 787p.

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

**Kovari K. (2004).** Recentdevelopments, new trends in seedcrushing and oil refining.Oléagineux corps gras lipids (OCL). n°8. Vol. 11, p. 381-387

**Kone S, (2001).** Fabrication artisanal de la margarine. File : F027f.pdf/doc.

**Kruh, J. (1982).** Biologie cellulaire et moléculaire, édition: Hermann, Paris. pp : 57-58.

### L

**Lanfer-Marquez U.M., Barros R.M.C. et Sinnecker P. 2005.**Antioxi-dantactivity of chlorophylls and theirderivates. Food Research International, 38, 885-891.

**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/occl.2013.0504](http://dx.doi.org/10.1051/occl.2013.0504). (Consulté le 02/2017).

**Leyral G. et Veirling E. (2001).** Conservation des aliments. In « Microbiologie et toxicologie des aliments, hygiène et sécurité alimentaires ». Doin, Paris, p.146.

**Louisit, P.(1980).**Biochimie générale et médicale, édition: SEPMP.pp :141-279.



**M**

M.E. Manuelle d'entreprise.2001

**Ming L-O., Ghazali H-M. et Let C-C.(1999).** Use of enzymatic trans esterified plamstearins unfower oil blends in the preparation of table formulation. Food chemistry. pp. 83-88.

**Morgane S, (2010).** Margarine and spreads. Margarine et matières gras sestartinables chambre syndicale de la margarine, 118, avenue Achille-peritti. Par Elsevier Masson SAS.

**Morin, O. (2005).** Acides gras trans récents de développent. Monge, parc industriel F 33600 Pssac.

**Morin O, Pages-Xatart-Pares X. (2012).** Huiles et corps gras végétaux : ressources fonctionnelles et intérêt nutritionnel.

**Moussard, Ch. (2004).** Les lipides in Biochimie structurales et métabolique. Ed De bœck et Larcier S.A. pp:148.

**N**

**Nurhan,T.D ., 2004.** Effects of processing on nutritional and bioactive components of oil and oilseeds. AOCS Press.

**Naud C. et André B. (1995).** Conservation préventive dans les musées. Manueld'accompagnement. pp. 15-20. (Revision 2011).

**O**

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

**Olivier, M. (2005).** Biochimie, édition technique et documentation, Paris. pp : 85-98.

**R**

**Richard D., O'Brien. (2009).** Fats and oils. CRC press, Taylor et Francis group.

**Robert J., Whitehurst. (2004).**Emulsifiers in food technology. Black well publishing Ltd.

**Roger F. (1974).** Les industries des corps gras. Lavoider, ISBN : 2-88020-00, p.55, p. 281- 292.

### S

**Saillard M. (2010).** Margarine et matières grasses tartinables. Cahier de nutrition et diététique in Science Direct, vol 45 pp 274-280.

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

**SPX corporation. (2012).** Margarine production. Technology and process. D-23556, Lübeck, Germany. Site: www.SPX.com, P.5-6

**Stryer L., Berg J.M. et Tymoczko J.L. 2003.** Lipides et membranes cellulaires. In «Biochimie». éd 5, Paris : 322p.

### T

**Touitou Y. 2006.** Biochimie : structure des glucides et lipides. 35p.

**Tremolieres J., ServilleY., Jacquot R. Et Dupin H. (1980).** Les aliments ; In : Manuel d'alimentation humaine. Tome 2, 8eme Édition, European Science Fondation, Paris.2-7101-0069-X.

### W

**Weil JH. (1995).** Biochimie général.7ème édition:239.

**Weil JH. (2001).** Biochimie générale 9ème édition Masson, Paris. pp: 274.

**Werner J.B, Raphael B, JurgL, Alain E (ED). (2010).** Science et technologie des aliments. Principes de chimie des constituants et de technologie des procédés. Ed Presse polytechniques et universitaires romandes. P 105, 107, 108, 111, 157, 167-179, 187.

### Y

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

### Z

**Zidani, S., 2008.** Valorisation des pelures de tomates séchées en vue de leur incorporation dans la Margarine, Faculté des Sciences de l'Ingénieur, Laboratoire de Recherche Technologie Alimentaire LRTA.

---

## *Textes réglementaire*

---

- (ISO 662 Deuxième édition 15-09-1998).
- La norme du codex *alimentarius*.

# ***Annexes***

---

## *Annexes*

---

### **Annexes 1 : Résultats des analyses physico-chimiques de la margarine MATINA.**

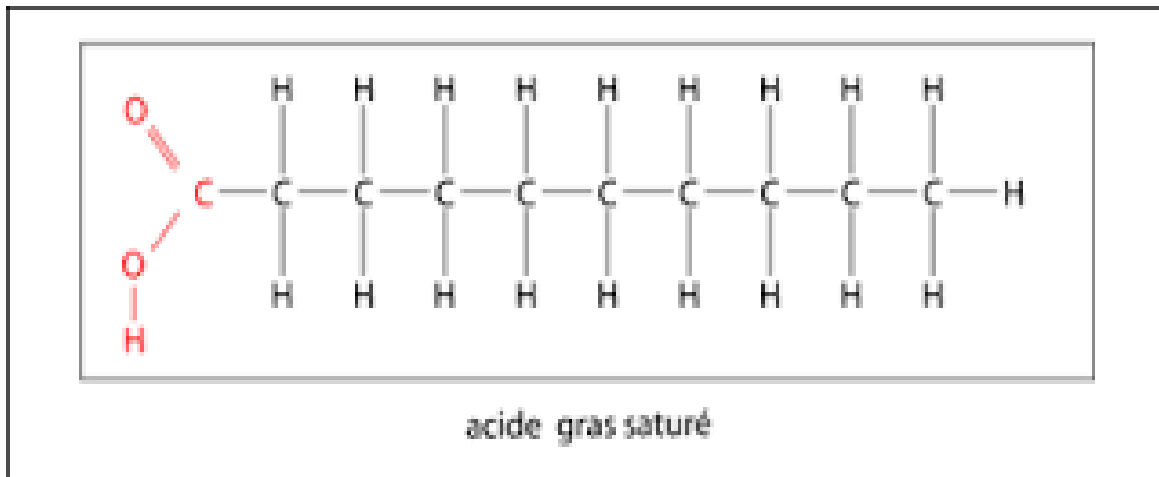
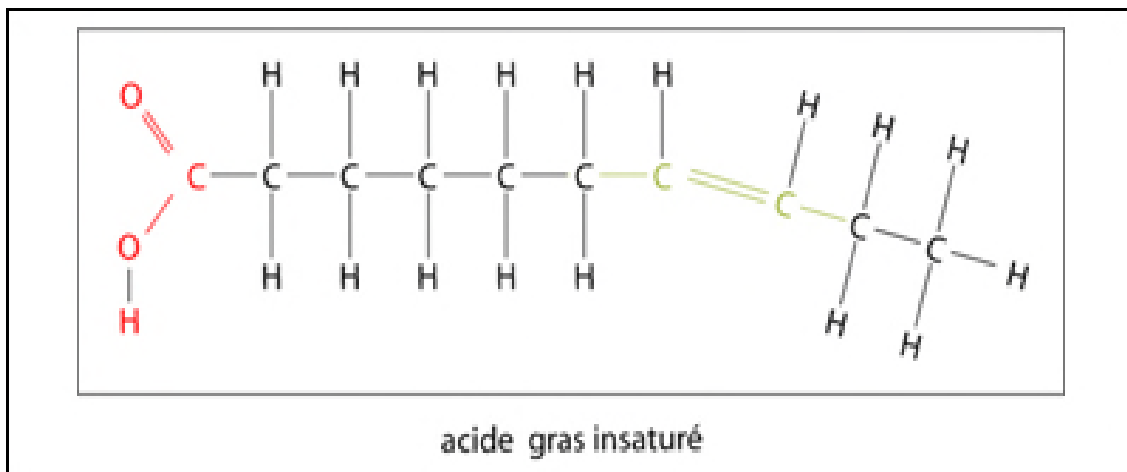
Analyses	NaCl	Humidité	Indice de peroxyde	PH (phase aqueuse)	Point de fusion
Unité	%	%	Meq O <sub>2</sub> /KgMG	-	°C
Normes	0.3 - 0.4	30 max	Max 10	4 - 5.5	34.5-36
Essai 1	0.37	29.98	0.38	5.2	35
Essai 2	0.36	29.93	0.36	5.1	35.1
Essai 3	0.37	29.95	0.40	5	35.2
Essai 4	0.38	29.90	0.39	4.9	34.9

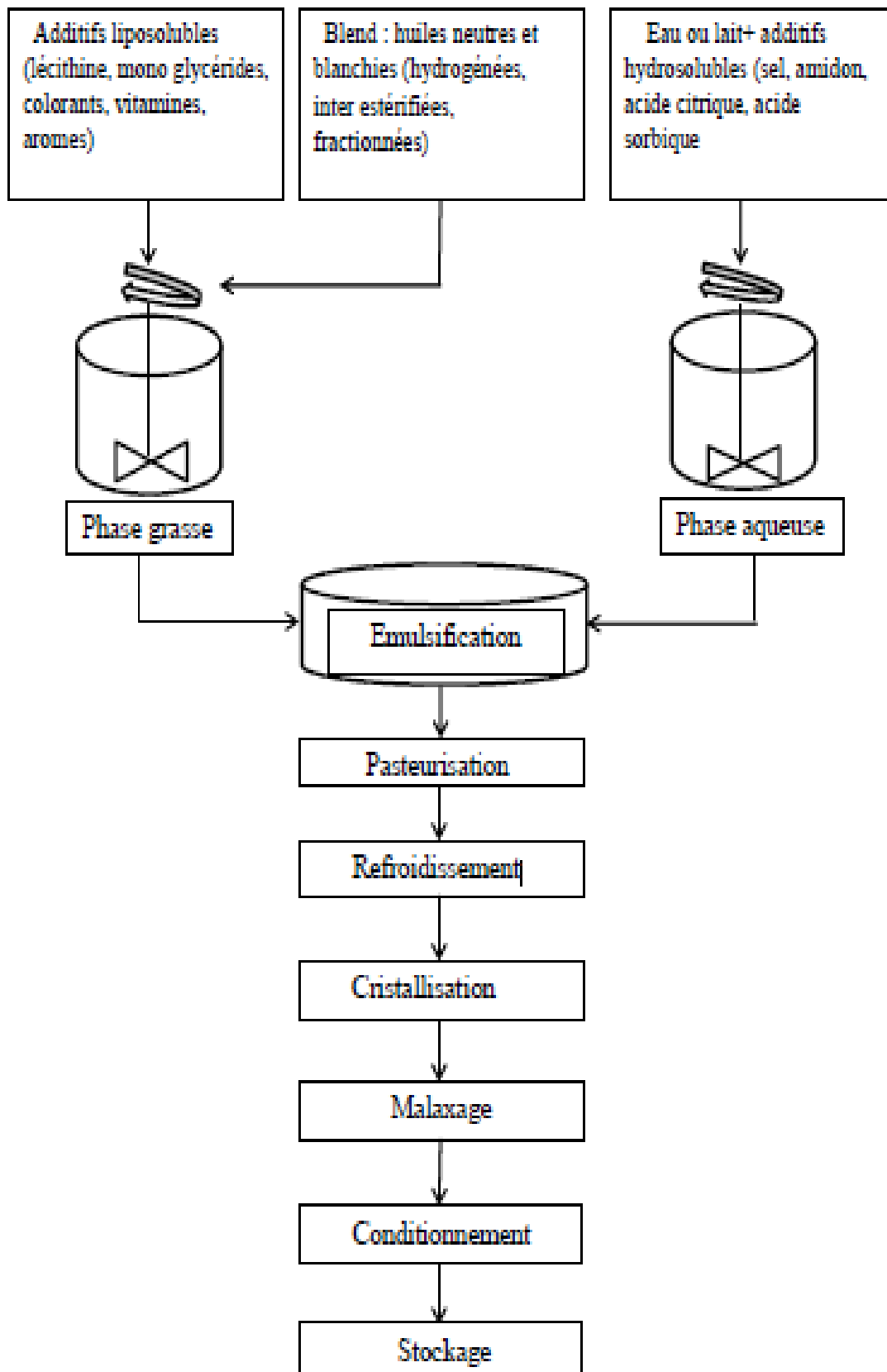
### **Annexes 2: Résultats des analyses physico-chimiques de la margarine FLEURIAL.**

Analyses	NaCl	Humidité	Indice peroxyde	PH (phase aqueuse)	Point de fusion
Unité	%	%	Meq O <sub>2</sub> /kgMG	-	°C
Normes	0.3-0.4	16 max	10 max	4-5.5	34-37
Essai 1	0.32	15.88	0.36	4.8	35
Essai 2	0.32	15.86	0.38	4.7	34.8
Essai 3	0.31	15.90	0.4	4.75	35.1
Essai 4	0.33	15.94	0.39	4.8	34.9

### **Annexes 3: Résultats des analyses physico-chimiques de la margarine COGB la BELLE.**

Analyses	NaCl	Humidité	Indice de peroxyde	PH (phase aqueuse)	Point de fusion
Unité	%	%	Meq O <sub>2</sub> /KgMG	-	°C
Normes	-	16 max	-	-	-
Essai 1	0.189	10.4	0.42	5.18	42.1
Essai 2	0.185	11.8	0.44	5.2	42.3
Essai 3	0.164	10.8	0.40	5.01	42.3
Essai 4	0.173	10.3	0.42	4.8	42.5

**Annexes 4: Structure d'un acide gras saturé****Annexes 5: Structure d'un acide gras insaturé**



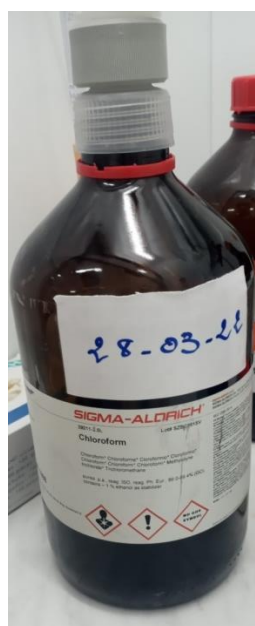
Annexes 6 : Diagramme de fabrication de la margarine (COSSUT et al, 2002).



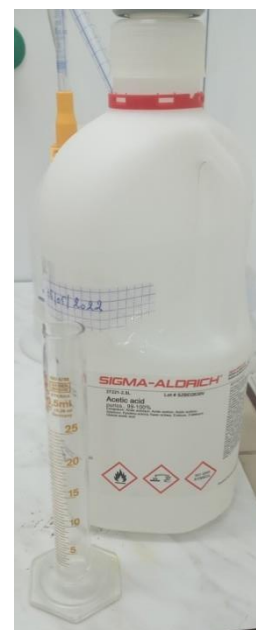
## Annexes 7: Les différents produits utilisés

Nitrate d'argent  $\text{AgNO}_3$ 

Chromate de potassium



Chloroforme



Acide acétique

## ***Résumé***

---

Ce travail s'est concentré sur trois margarines MATINA et FLEURIAL et LA BELLE dont chacune présente des caractéristiques propres à elle. Les analyses physico-chimiques sont réalisées que ce soit sur le produit fini ou en cours de fabrication, afin de surveiller toutes les étapes de fabrication du produit, d'évaluer sa qualité et protéger ainsi le consommateur des intoxications alimentaires, nous ont montré que les trois produits sont conformes, présentant quelques différences au niveau de leur taux d'humidité et de solide, ces deux paramètres reflètent la différence qui existe dans leurs recettes et l'origine des huiles utilisées.

***Mots clés :*** Margarine à tartiner, FLEURIAL, MATINA, LA BELLE, caractéristiques physico-chimiques

## ***Abstract***

---

This work focused on three margarines MATINA and FLEURIAL and LA BELLE, each of which has its own characteristics. Physico-chemical analyzes are carried out whether on the finished product or during manufacture, in order to monitor all the stages of manufacture of the product, to assess its quality and thus protect the consumer from food poisoning, have shown us that three products are compliant, with some differences in terms of their moisture and solids content, these two parameters reflect the difference that exists in their recipes and the origin of the oils use.

***Key words:*** Margarine, Fleurial, Matina, La Belle, physicochemical characteristic