

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

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Microbiologie
Filière : Sciences biologiques
Option : Biotechnologie Microbienne



Réf :

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

**Analyses physico-chimiques et microbiologiques
de la margarine de table**

« Matina »

Présenté par : *M^{elle} Benatsou Faiza & M^{elle} Kassa Narimane*

Soutenu le : **22 Juin 2017**

Devant le jury composé de :

<i>M^{me} Yahiaoui H</i>	MAA	Présidente
<i>M^{me} Boucherba N</i>	MCA	Encadreur
<i>M^{me} Laincer F</i>	MAA	Examinatrice

Année universitaire : 2016 / 2017

*D*edicaces

Je dédie ce modeste travail à

Mes très chers parents que j'aime beaucoup et pour

*Leurs sacrifices et soutiens tout au long de
ma vie et aux quels je ne rendrai jamais assez*

« Que Dieu les protège »

Mon très cher frère SAAD et

*Mes très chères sœurs Tassadite et son mari, Fetta, Thafathe,
Thiziri, Lahna, qui m'ont toujours encouragé*

Amon mari Farid et toute sa famille

*A mes grands-parents, mes tantes, mes oncles, mes cousins, mes
cousines, ainsi que toutes leurs familles.*

*A tous mes amis(es), mes copines et tous ce qui me connaissent de
loin ou de pré*

A ma copine Narimane et sa famille

*Enfin a toute la promotion de master II biotechnologie
microbienne*



Faiza

*D*edicaces

Je dédie ce modeste travail à

Mon père, Tu as été pour nous un ami, un conseiller, un modèle. Tu as consenti d'énormes sacrifices pour que nous puissions bénéficier d'une bonne éducation. Tu nous as quitté trop tôt mais tu resteras éternel dans nos cœurs. J'aurais tant aimé que tu sois là car ce travail est le fruit de tes efforts. Qu'Allah le Tout-Puissant t'accueille dans sans Paradis et que tu reposes en Paix. Que la Terre te soit légère!

*A ma très chère mère qui a toujours été là pour moi, et qui ma tout donné. Je souhaite qu'elle trouvera dans ce travail toute ma reconnaissance et tout mon amour. « Que Dieu la protège »
Mes très chères sœurs kahina et son mari kamel, Amel, Rabha et saloua qui m'ont toujours encouragé*

Amon Fiancé sofiane et toute sa famille

A mes grands-parents, mes oncles, mes tantes, mes cousins, mes cousines, ainsi que toutes leurs familles.

A tous mes amis(es), mes copines et tous ce qui me connaissent de loin ou de pré

A ma copine Fayza et sa famille

Enfin à toute la promotion de master II Biotechnologie microbienne

Narimane



Remerciement

*Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant,
qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce
Modeste travail.*

« Dieu merci »

*Nous tenons à remercier notre promotrice M^{me}
BOUCHERBA. N pour ses précieux conseils et son aide
durant toute la période du travail.*

*Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury
M^{me} YAHIAOUI. H & M^{me} LAINCER. F Qui nous font
l'honneur d'examiner et évaluer notre travail*

*Nos remerciements s'étendent également à tous les autres
membres du laboratoire physico- chimique « HAMOU,
SAMIA, LYNDA » pour leur Disponibilité et leur gentillesse
Nous tenons également à remercier M^r DJEMAOUNE. L chef
de laboratoire de microbiologie de la margarinerie ainsi que
toute son équipe pour leur disponibilité et leurs conseils.
Enfin, nous tenons également à remercier M^{me} DEFLAOUI. L
et à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à
la réalisation de ce travail.*



Table des matières

Introduction.....	1
<i>Synthèse bibliographique</i>	
I. Huiles.....	3
I.1. Huiles utilisées dans la fabrication de margarine.....	3
I.2. Raffinage des huiles.....	4
I.2.1. Raffinage chimique.....	4
I.2.2. Raffinage physique.....	5
I.3. Traitements de modification.....	6
I.3.1. Hydrogénation.....	6
I.3.2. Fractionnement.....	6
I.3.3. L'interestérisation.....	6
II. Margarine.....	6
II.1. Définition et différents types de margarine.....	7
II.2. Caractéristiques et Facteurs d'altération de la margarine.....	7
II.3. Composition et procédés de fabrication de la margarine.....	8
II.3.1. Phase grasse.....	10
II.3.2. Phase aqueuse.....	10
II.3.3. Adjuvants.....	10
II.3.4. Préparation de la phase grasse.....	10

II.3.5. Préparation de phase aqueuse.....	10
II.3.6. Préparation de l'émulsion.....	10
II.3.7. Pasteurisation.....	10
II.3.8. Refroidissement et cristallisation.....	10
II.3.9. Malaxage.....	10

Matériel et Méthodes

I. Analyses physico-chimiques de la margarine de table.....	13
I.1. Détermination de la teneur en eau (humidité).....	13
I.2. Détermination du point de fusion.....	13
I.3. Détermination de l'indice peroxyde.....	14
I.4. Détermination de la teneur en sel.....	15
I.5. Détermination du pH de la phase aqueuse par la méthode potentiométrique.....	16
I.6. Acidité et indice d'acide.....	17
II. Analyses microbiologiques de la margarine de table.....	19
II.1. Prélèvement des échantillons.....	19
II.2. Préparation des échantillons pour l'analyse.....	19
II.3. Préparation de la solution mère.....	20
II.4. Recherche et dénombrement de la flore mésophile totale.....	20
II.5. Recherche et dénombrement des coliformes fécaux.....	21
II.5.1. Test présomptif.....	21

II.6. Dénombrement des levures	22
II.7. dénombrement des staphylocoques à coagulase positive (<i>Staphylococcus aureus</i>).....	23
II.8. Recherche des salmonelles.....	24
II.8.1. Pré-enrichissement.....	24
II.8.2. Enrichissement.....	24
II.8.3. Isolement et identification.....	24

Résultats et discussion

I. Résultats des analyses physico-chimiques.....	25
II. Discussions des résultats physico-chimiques.....	25
II.1. Teneur en eau (Humidité).....	25
II.2. point de fusion.....	26
II.3. Indice de peroxyde.....	27
II.4. Teneur en sel.....	28
II.5. pH de la phase aqueuse.....	28
II.6. Acidité et indice d'acidité.....	29
III. Lecture et interprétation des analyses microbiologique.....	30
Conclusion.....	33

Références bibliographiques

Résumé

Annexes

Liste des abréviations

CIP : Cleaning In Place

H : Taux d'humidité en pourcentage.

Ip : Indice de peroxyde.

ISO :International Standarization Organization

N.E : Norme d'entreprise.

PCA : Plate Count Agar.

pH : potentiel Hydrogène.

S.p.a : société par action.

Ts : Taux ou teneur en sel.

UFC : Unité Formant Colonie.

UV : Ultra-violet.

VBL : Bouillon lactose et vert brillant.

YGC : Yeart, glucose, chloramphénicol.

Liste des Tableaux

Tableau I : La composition de quelque milieux de cultures microbiologiques.(en annexe)

Tableau II : Les résultats des analyses physico-chimiques. (en annexe)

Tableau III : Les résultats des analyses microbiologiques. (en annexe)

Liste des figures

- Figure n°1** : Schéma général des étapes de raffinage chimique (en annexe)
- Figure n°2** : Schéma général des étapes de raffinage physique (en annexe)
- Figure n°3** : Diagramme de la fabrication de la margarine (en annexe)
- Figure n°4**: Organigramme du complexe Cevital.(en annexe)
- Figure n°5** : Teneur en eau (humidité)de margarine de table « Matina ».....20
- Figure n°6** : Point de fusion de la margarine de table « Matina ».....21
- Figure n°7** : Indice de peroxyde pour la margarine de table « Matina ».....22
- Figure n°8** : Teneur en sel de la margarine de table « Matina ».....23
- Figure n°9**: pH de la phase aqueuse pour la margarine de table « Matina ».....24
- Figure n°10** : Indice d'acide de la margarine de table « Matina ».....24

Introduction

Les corps gras font partie d'un ensemble complexe de composés organiques, utilisés pour leurs différentes propriétés depuis les années des temps. Ils ont servi à diverses fins industrielles : fabrication du savon, des peintures, de produits cosmétiques et à l'industrie agroalimentaire comme la production du beurre et de la margarine.

Les progrès technologiques des industries agroalimentaires, en particulier dans la fabrication des margarines, permettent de fournir pour l'homme un produit de qualité satisfaisante et en quantité suffisante (**Gornay, 2006**).

L'impact nutritionnel des huiles et graisses a toujours fait l'objet de beaucoup d'attention. En effet, Les matières grasses 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**).

La margarine peut être considérée comme un corps gras alimentaire sous forme d'émulsion plastique eau /huile, présentant une composition et un ensemble de caractère physique, Chimique, organoleptique, bactériologique et nutritionnelle propre (**Francios, 1974**).

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 sujette à des pratiques frauduleuses, à des altérations physico-chimiques et microbiologiques.

Notre travail a pour objectif de contribuer à des analyses physico-chimiques et microbiologiques de la margarine de table « Matina », fabriquée par le complexe « Cevital ».

I. Huiles

I.1. Huiles utilisées dans la fabrication de la margarine

Les graisses et les huiles végétales, extraites des graines et des fruits oléagineux, sont utilisées principalement comme huiles de table, huiles et graisses de friture et pour la préparation de margarines et de graisses émulsionnables (**Cheftel et Cheftel, 1977**).

Les huiles et les graisses raffinées couramment utilisées sont : des graisses animales telles que le beurre, le suif (origine bovine), le saindoux (origine porcine), les huiles végétales (fluides à température ambiante) : le colza, le tournesol, le soja en particulier, des graisses végétales : le palme (graisse provenant de la pulpe du fruit du palmier), le coprah (provenance noix de coco), le palmiste (graisse du noyau du fruit du palmier) (**Laventurier, 2013**).

I.2. Raffinage des huiles

Il existe deux types principaux de raffinage :

I.2.1. Raffinage chimique (Figure n°2 en annexe)

Comprend plusieurs opérations :

- **Démucilagination (dégommage)**

Cette opération a pour but d'éliminer les cires et les mucilages des huiles d'origine végétale pour éviter des dépôts ultérieurs dans les bouteilles et la formation de mousse à la friture (**Trémolieres et al., 1984**). Elle consiste à débarrasser l'huile chauffée à 80% avec de l'eau acidulée de 1 à 3% d'acide phosphorique (H_3PO_4) à 75%, ensuite à séparer les mucilages par centrifugation, une huile mal démucilaginée peut causer :

- Une émulsion qui provoque des pertes anormales en huile au cours du lavage ;
- La formation de mousse au cours de séchage ;
- Une désactivation de la terre décolorante et de colmatage rapides des filtres;
- Une oxydation des glycerines communiquant à l'huile une saveur et une odeur désagréable (**Denise, 1992**).

- **Neutralisation**

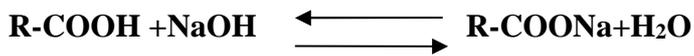
La neutralisation par les bases élimine les acides gras sous forme de savon appelée communément « pâte de neutralisation » ou « SOAPSTOCKS ».

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 entrainement 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).

La réaction de neutralisation est de 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 30à60 Torre (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.2.2. raffinage physique (Figure n°3 en annexe)

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(2à3%)(**Denise, 1992**).

I.3 Traitements de modifications

I.3.1. Hydrogénation

L'hydrogénation est un procédé chimique permettant de durcir l'huile ou la graisse en fixant l'hydrogène sur les doubles liaisons des acides gras insaturés en présence d'un catalyseur, généralement du nickel. L'hydrogénation partielle des doubles liaisons s'accompagne de la formation plus ou moins importante d'isomère géométrique trans (AGT), d'où leur emploi de plus en plus limité dans les margarines du fait de leur effet négatif au niveau nutritionnel (**Laventurier, 2013**).

I.3.2. Fractionnement

Le fractionnement permet par cristallisation sélective d'obtenir à partir d'une graisse plusieurs fractions liquides (oléine) ou concrètes (stéarine). Ce procédé uniquement physique ne générera pas d'acides gras trans, il est bien adapté à l'huile de palme, permettant d'obtenir différentes fractions utilisables dans la margarine(**Laventurier, 2013**).

I.3.3.L'interestérification

L'interestérification 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**).

II. Margarine

II.1. Définition et différents types de margarine

La margarine est une émulsion du type eau dans l'huile (W/O) qui comprend deux phases essentielles : une phase continue qu'est la phase grasse et une phase dispersée qu'est la phase aqueuse. Elle contient aussi des additifs (lécithines, mono glycérides, sel, colorant, antioxydants, conservateurs, vitamines) répartis en partie dans la phase grasse (solubles ou dispensables dans les corps gras) et en partie dans la phase aqueuse (solubles ou dispensables dans l'eau et/ou le lait)(**Faur, 1992**).

Du point de vue commercial il existe plusieurs sortes de margarine variable selon les utilisations envisagées :

- Margarine de table : destinée aux emplois ménager culinaires.
- Margarine pour l'industrie alimentaire : consiste en une variété assez étendue, utilisées en boulangerie pâtisserie, biscotterie, crèmes glacées etc...
- Margarine diététique ou spéciale fabriquée sur mesure pour certains emplois particulières(sportifs, régimes amaigrissants, enfants, catégories de malades etc.)(**François, 1974**).

II.2. Caractéristiques et facteurs d'altérations de la margarine

C'est par le choix des matières grasses (composition et propriété) et par celui des conditions de fabrication que sont réglées les caractéristiques des margarines.

- Caractères physiques :

Ils sont liées à l'état de corps plastique de la margarine et à son état d'émulsion très fin eau /huile, un autre caractère important pour la margarine est leur apparence visuelle. (**François, 1974**).

- **Caractères chimiques :**

Les valeurs intéressantes à connaître et que l'on détermine le plus souvent, sont : la composition en acides gras de la phase grasse et en particulier la teneur en acides gras essentiels; la nature et la teneur en divers éléments non glycéridiques de la phase grasse (stérols, vitamine, tocophérols) ; Indices de degré de fraîcheurs : acidité, indice de peroxyde, teneur en dérivés carbonylés, coefficients d'absorption spécifique dans l'UV(François, 1974).

- **Caractères bactériologiques :**

Comme tout produit alimentaire, les margarines risquent d'être contaminées par des micro-organismes qui en se développant, provoquent une altération des qualités organoleptiques (saveurs, apparences, textures) et / ou des propriétés chimiques.

Ces micro-organismes ne proviennent généralement pas de la phase grasse mais des constituants de la phase aqueuse (l'eau elle-même, lait, amidon, sucre), de l'air et de l'appareillage de fabrication et de conditionnement. Ils comprennent des moisissures (*Penicillium* ; *Aspergillus* ; *Rhizopus*) des levures (*Candida lipolytica*). Des éléments affectant favorablement ou défavorablement leur développement sont : la température, pH, l'état de finesse de l'émulsion, la concentration en sel (François, 1974).

L'altération de la margarine peut être d'ordre chimique, bactériologique ou physique.

Les margarines sont sensibles au phénomène de l'oxydation qui donne naissance à de nombreux composés (aldéhydes, citons ...) responsables de l'odeur de rances, du goût désagréable, du changement de la couleur et de la consistance, ainsi que des pertes d'activité vitaminique et de la valeur nutritive (Alais et liden, 1987).

- L'humidité favorise le phénomène d'hydrolyse dans la phase grasse (formation d'acide gras libre)

-La lumière (en particulier les UV) augmente l'intensité (vitesse) de l'oxydation qui se détermine par l'intensité de la couleur. Donc, il est nécessaire d'utiliser un emballage conforme empêchant la pénétration de ces rayons (Denise, 1992).

-La température élevée accélère la réaction de l'oxydation et modifie la consistance de la margarine(cheftel et chetel,1986).

II.3. Composition et procédé de fabrication de la margarine

La margarine comprend une phase grasse dans laquelle se trouve dispersée une phase aqueuse et des adjuvants.

II.3.1. phase grasse : elle contient des ingrédients liposolubles comme les vitamines et caroténoïdes.

II.3.2. phase aqueuse : elle contient des ingrédients hydrosolubles, comme des arômes, des composants de lait (**Graille J, 2003**).

II.3.3. Adjuvants

Ces produits ont pour but, soit de faciliter la fabrication, soit de donner aux produits des caractères organoleptiques conformes au goût du consommateur (**François, 1974**).

- Sucre et le sel

Ils sont employés pour donner à la margarine son goût propre. Ils interviennent, l'un et l'autre dans « le profil » de saveur. Le sucre sert également à donner un « doré » très apprécié. Les quantités employées sont de l'ordre de 0.2 à 0.3% pour le sucre et de 0.2 à 2% pour le sel. Etant tous deux, des produits alimentaires, leur incorporation ne pose pas de problème sur le plan légal (**François, 1974**).

- Emulsifiants

Ils ont pour but d'assurer une bonne dispersion de la phase aqueuse dans la phase grasse et de stabiliser l'émulsion par la réduction de la tension interfaciale entre les deux milieux. Leur rôle est donc important (**François, 1974**).

- Colorants et arômes

La couleur est apportée par l'emploi d'huiles fortement pigmentées, riches en B-carotène comme l'huile de palme (**François, 1974**).

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

- Antioxydant

Ces corps sont ajoutés à la phase grasse pour protéger de l'autoxydation chimique, responsable du rancissement. Les anti-oxygènes sont eux-mêmes additionnés de substances, dites synergistes, comme l'acide citrique ou phosphorique qui complètent leur action stabilisatrice (**François, 1974**).

La fabrication des margarines s'effectue en système clos, dans de rigoureuses conditions d'hygiène, elles sont fabriquées avec des huiles alimentaires raffinées, des graisses et de l'eau. Ces ingrédients sont mélangés dans des proportions exactement définies.

Le procédé de fabrication de la margarine comprend les étapes suivantes (Figure n°4 en annexe)

II.3.4. Préparation de la phase grasse

Mélange d'huiles végétales ou animales, en l'état et/ou modifiées par l'hydrogénation, fractionnement, interestérisation (Scriban, 1988 ; Graille, 2003), qui sont chauffées jusqu'à leur point de fusion (environ 40°C) et mélangées dans les proportions désirées (Cheftel et cheftel, 1977 ; Alais et al., 2008).

II.3.5. Préparation de la phase aqueuse

Cette phase représente environ 16 à 18 % de la composition globale de la margarine. Elle est constituée soit d'eau soit de lait, ou d'un mélange eau/lait de tous les constituants de la margarine, elle est la plus sensible à des contaminations microbiennes, et nécessite donc une pasteurisation préalable (Djouab, 2007).

II.3.6. Préparation de l'émulsion

Elle se fait le plus souvent à l'aide d'une pompe pour bien proportionner les deux phases. L'agitation qui suit est importante pour bien disperser et de manière fine la phase aqueuse dans la phase grasseuse (Aboiron et Hameury, 2004).

II.3.7. 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).

II.3.8. Refroidissement rapide et cristallisation

C'est la dernière étape de la fabrication de la margarine. L'émulsion ainsi préparée est envoyée dans le cylindre refroidisseur, sous l'effet du froid intense de l'ordre de 15°C elle se fige et cristallise (Aboiron et Hameury, 2004).

II.3.9. Malaxage

Grâce à ce traitement, le produit acquiert ces propriétés plastiques et homogénéité convenable, l'ensemble de ces opérations est réalisé en continu à travers d'un système à refroidissement tubulaire à surface raclée (Multon, 2002).

Après ces opérations, la margarine est envoyée au conditionnement. La margarine emballée et conservée dans des chambres de stockage. Elle est conditionnée soit en pots ou en barquettes (Aboiron et Hameury).

Notre travail est consacré à analyser physico-chimique et microbiologique d'échantillon de margarine « Matina 400g » fabriquée par le complexe *Cevital*, et la durée de notre stage est de 20 jours

I. Analyses physico- chimiques de la margarine de table

I.1. Détermination de la teneur en eau (humidité) (N.E 1.2- 47 -1985)

C'est la perte en masse subie par le produit chauffé à $103^{\circ} \text{C} \pm 2^{\circ} \text{C}$ dans les conditions spécifiques. On pèse le bécher vide (p_1) et le poids de la prise d'essai (p_2) ; ensuite on dépose sur une plaque chauffante, en agitant soigneusement de temps en temps afin d'éviter la formation d'éclaboussures et gouttelettes d'eau aux parois du bécher ; on laisse refroidir dans un dessiccateur et finalement on pèse le bécher contenant l'échantillon, soit un poids (p).

La teneur en eau est déterminée selon la formule suivante :

$$H(\%) = \frac{(P_1+P_2)-P}{P_2} \times 100$$

H: humidité exprimée en pourcentage massique.

P₁ : poids du bécher vide en gramme.

P₂ : poids de la prise d'essai en gramme.

P : poids du bécher contenant l'échantillon après chauffage.

I.2. Détermination du point de fusion (N.E.1.2 -91-1988)

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. On introduit la margarine (huile, blend) dans deux tubes capillaires en verre sur une hauteur de 1cm, on refroidit au réfrigérateur (20mn) ; on fixe les deux capillaires à un thermomètre à l'aide d'une bague en caoutchouc de telle façon que la partie basse des tubes capillaires soit au même niveau que le fond de la boule de mercure du thermomètre ; on fait immergé l'ensemble dans un bécher contenant de l'eau osmose, ensuite, on chauffe lentement ($0.5^{\circ}\text{C}/\text{mn}$) en bain marie rempli d'eau ; Finalement on observe attentivement et on note la

température à laquelle les colonnes de margarine (huile) commencent à remonter dans les tubes.

La température notée correspond au point de fusion de la margarine (huile) exprimée en degrés Celsius.

I.3. Détermination de l'indice de peroxyde (N.E1.2-98.1988)

On pèse 2g de l'échantillon de margarine dans une fiole conique ; on ajoute à la prise d'essai 25 ml du mélange acide acétique/chloroforme dans la proportion de 3/2 v/v respectivement ; on agite jusqu'à ce que la margarine soit complètement dissociée ; après on ajoute 1 ml d'iodure de potassium (KI) ; on bouche la fiole, puis on agite pendant une minute et met à l'abri de la lumière pendant 5 minutes (pour éviter l'oxydation par O₂ de l'air) ; ensuite on ajoute 75 ml d'eau distillée (pour arrêter la réaction) et quelques gouttes d'empois d'amidon comme indicateur coloré. Finalement on titre avec une solution de thiosulfates de sodium (0.01N) ; entre temps, on Réalise un essai à blanc (sans margarine) Les résultats sont exprimés selon la formule suivante :

$$I_p \text{ (méqO}_2\text{/kg)} = \frac{(V-V_0) \times N}{M} \times 1000$$

I_p : indice de peroxyde exprimé en meq.g/kg.

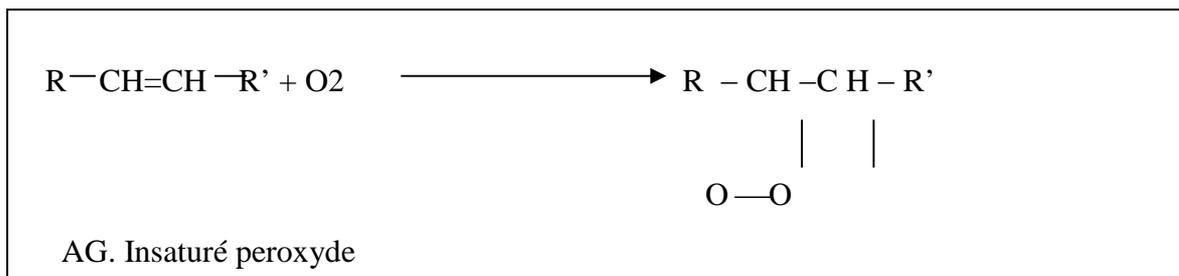
V : volume du Na₂ S₂ O₃ de la chute de burette utilisé pour le titrage.

V₀ : volume du Na₂ S₂ O₃ utilisé pour l'essai à blanc.

M : masse de la prise d'essai en g.

N : normalité du Na₂ S₂ O₃ utilisé pour le titrage 0,01N

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



(margarine) ; on laisse refroidir ; ensuite on ajoute quelques gouttes de chromates de potassium ; finalement on titre avec la solution de nitrates d'argent jusqu'à obtention d'une couleur rouge brique qui persiste pendant 30 secondes.

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

$$Ts (\%) = \frac{N \times V \times Eq.g (Na Cl) / 1000}{M} \times 100$$

Ts : taux de sel exprimé en (%.)

N : normalité d'Ag NO₃ (0.1N).

V : volume d'AgNO₃ utilisé pour le titrage en ml.

M : masse de la prise d'essai en g.

Eq.g: équivalent gramme de Na Cl =58,5.

I.5.Détermination du pH de la phase aqueuse par la méthode potentiométrique(N.E.1.2.430.1989)

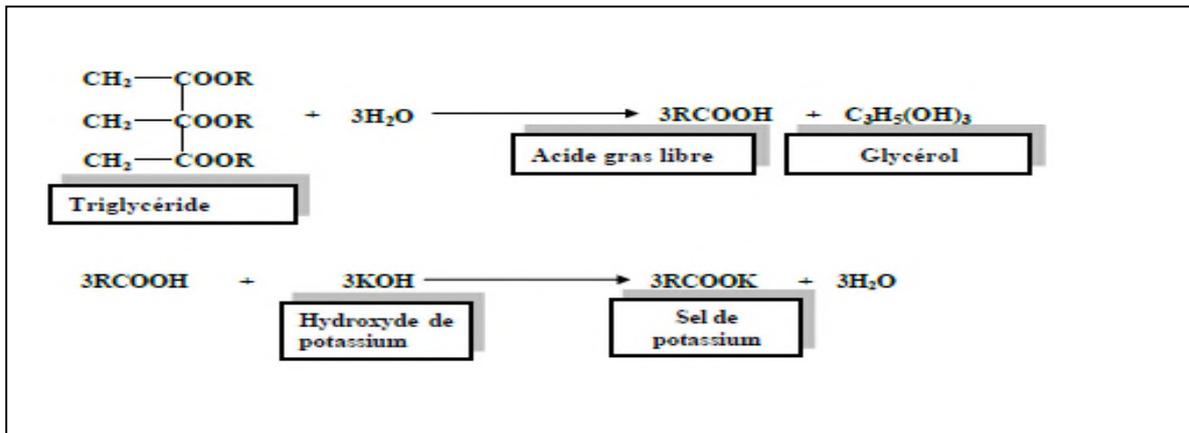
Le pH de la phase aqueuse de la margarine est la différence de potentiel, à la température de mesure, entre deux électrodes immergées dans la phase aqueuse de la margarine, déterminée selon le mode opératoire, exprimé en unité du pH. On étalonne le pH mètre par solution à pH =7 et 4 ; on introduit les électrodes dans la phase aqueuse à la température de mesure ; Lorsque la lecture devient constante, on lit la valeur du pH indiqué par le pH mètre à 0.01 unités de pH près, sur l'échelle de l'instrument.

I.6. Acidité et indice d'acide (NE. 1. 2.97, 1988)

L'acidité est le pourcentage d'acides gras libres, exprimée selon la nature du corps gras en acide oléique. L'indice d'acide est le nombre de milligrammes d'hydroxyde de potassium (KOH) nécessaire pour neutraliser les acides gras libres contenus dans 1g du corps gras (Margarine, huile).

Traitement d'une prise d'essai de la margarine/huile par un mélange d'éthanol et d'oxyde diéthylénique, puis titrage d'acides gras libres présents à l'aide d'une

solution éthanolique d'hydroxyde de potassium. Les acides gras libres résultent de l'hydrolyse des triglycérides comme suit :



Au début, on pèse environ 10g de margarine/huile dans un bécher ; puis on ajoute 50ml d'éthanol préalablement neutralisé pour provoquer la dissociation de la matière grasse ; ensuite on ajoute quelques gouttes d'indicateur coloré (phénolphtaléine) ; finalement on titre à l'aide d'une solution d'hydroxyde de potassium jusqu'à apparition d'une coloration rose pâle persistante pendant 10 secondes environ en présence de quelques gouttes de phénolphtaléine

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

$$A (\%) = \frac{N \times V \times \text{Eq.g acide oléique}}{P} \times 100$$

A : acidité exprimée en (%) ;

N : normalité du KOH utilisé (0,1 N) ;

V (ml) : volume du KOH utilisé ;

Eq.g : équivalent gramme de l'acide oléique (282 g/mole) ;

p : masse de la prise d'essai en g.

On a également l'expression de l'indice d'acide en fonction de l'acidité :

$$\text{IA (mgKOH/g)} = 2 (\text{Acidité}).$$

II. Analyses microbiologiques de la margarine de table

Les analyses microbiologiques dans le cadre des margarines consistent en : Prélèvements et Préparation des échantillons pour l'analyse ; Dénombrement de la flore mésophile totale par comptage des colonies à 30°C ; Recherche et dénombrement des coliformes fécaux ; Dénombrement des staphylocoques à coagulase positive (*Staphylococcus aureus*) ; Dénombrement des levures par comptage des colonies à 25°C ; Recherche des salmonelles

II.1. Prélèvements des échantillons

Dans l'étape d'échantillonnage certaines conditions doivent être respectées pour donner des bons résultats lors de transport, réception et de stockage :

II.1.1. Transport : Le mode de transport des échantillons vers le laboratoire doit garantir que ceux-ci sont conservés dans des conditions de température et d'humidité réduisant les plus possibles toutes modifications du nombre de micro-organismes présents.

II.1.2. Réception : Lors de l'arrivée des échantillons au laboratoire, ce dernier doit être réceptionné et enregistré pour l'identifier. Le registre d'échantillon à analyses contient des données suivantes : La date et l'heure de réception ; Les caractéristiques du prélèvement (date et l'heure du prélèvement) ; La température et l'humidité de transport ; Numéro du lot ; Le microbiologiste qui a fait le prélèvement.

II.1.3. Stockage : les échantillons en attente d'être examinés doivent être stockés dans des conditions réduisant les plus possibles toutes modifications du nombre de micro-organismes présents (ISO 7218 :2014).

II.2. Préparation des échantillons pour analyse (Norme internationale ISO 6887-4/2003)

La préparation de l'échantillon de margarine en vue de l'examen microbiologique elle comprend le prélèvement de l'échantillon pour laboratoire, la préparation de la suspension mère, de la phase aqueuse et des dilutions décimales.

II.2.1. Echantillon pour laboratoire : échantillon dans l'état de préparation où il est envoyé au laboratoire et destiné à être utilisé pour un contrôle ou pour des essais.

II.2.2. Prise d'essai : échantillon représentatif mesuré (volume ou masse), prélevé sur l'échantillon pour laboratoire pour servir à la préparation de la suspension mère.

II.2.3. Suspension mère : suspension, solution ou émulsion obtenues après qu'une quantité pesée ou mesurée du produit à analyser (ou de l'échantillon pour essai préparé à partir de ce produit) a été mélangé avec une quantité de diluant égale le plus souvent à 9 fois cette quantité de produit, en laissant se déposer les particules grossières, s'il y'en a.

II.2.4. Phase aqueuse: phase non grasse d'une prise d'essai mise en suspension dans un diluant.

II.3. Préparation de la solution mère (Norme internationale ISO 6887-4/2003)

Au début, On pèse dans un flacon stérile préalablement taré, une prise d'essai d'une masse de 50g prélevée aseptiquement à partir de l'échantillon à contrôler, à l'aide d'une spatule stérile. Puis on ajoute 36 ml du diluant (Solution Ringer 1/4). Ensuite, on Place les flacons au bain marie, réglé à $45 \pm 1^\circ\text{C}$ jusqu'à fusion complète du produit. Ce temps ne doit pas excéder 20 min; on agite jusqu'à l'obtention d'une émulsion homogène ; Finalement on laisse reposer à température ambiante, afin d'obtenir une bonne séparation de la phase grasse et de la phase aqueuse.

II.4. Recherche et dénombrement de la flore mésophile totale à 30°C (Norme internationale ISO 4833/2003)

Cette méthode consiste à la recherche et le dénombrement des micro-organismes : (Bactéries, levures ou moisissures). Le milieu de culture utilisée c'est la Gélose PCA. Au début, On prend deux boîtes de Pétri stériles. On transfère, dans chacune des boites, à l'aide d'une pipette stérile, 1 ml de la suspension mère. On coule dans chaque boite environ 15 ml de la gélose fondu au préalable et maintenue à $45^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ dans un bain marie. Le temps qui s'écoule entre la fin de la préparation de la suspension mère et le moment où le milieu est coulé dans les boites, ne doit pas dépasser 15 min. On mélange soigneusement l'inoculum au milieu et on laisse se solidifier. Ensuite, on prépare également une boite témoin avec 15 ml du milieu pour contrôler sa stérilité. On retourne les boites et les incubent à l'étuve, à $30^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$, pendant 72h. Après la période d'incubation spécifiée, finalement on procède au comptage des colonies, sachant que le nombre de colonies comptées ne doit pas dépasser 300 colonies en raison d'un risque d'erreur. Pour calculer le nombre de colonies on utilise la formule suivante :

$$N = \frac{\sum C}{(n_1 + 0,1n_2) d}$$

N : nombre d'UFC par gramme ou par ml de produit initial.

$\sum C$: est la somme des colonies comptées sur toutes les boites retenues.

n₁ : est le nombre de boites retenues à la première dilution.

n₂ : est le nombre de boites retenues à la seconde dilution.

d : est le taux de dilution correspondant à la première dilution retenue.

II.5. Recherche et dénombrement des coliformes fécaux (Norme internationale, ISO 7251/2005)

Cette méthode consiste à la détection et le dénombrement d'*Escherichia coli* présumés, au moyen de la technique de culture en milieu liquide avec calcul du nombre le plus probable (NPP), après incubation à 37 °C, puis à 44 °C. c'est une bactéries qui, à 44°C, fermentent le lactose avec production de gaz et qui, à 44°C, produisent de l'indole à partir du tryptophane, lorsque l'essai est effectué selon la méthode spécifiée dans cette norme internationale. La recherche et le dénombrement des coliformes sont basés sur un test présomptif suivi d'un test confirmatif.

II.5.1. Test présomptif :

La recherche des coliformes fécaux s'effectue sur le milieu VBL (bouillon lactose au vert brillant) à raison de trois tubes par dilution. A partir des dilutions décimales, on porte aseptiquement 1 ml dans chacun des trois tubes correspondant à une dilution donnée, on classe le gaz présent éventuellement dans les cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum. On incube à 37°C pendant 24 à 48 heures.

Les résultats positifs se traduisent par un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu) et la production de gaz dans la cloche.

II.6. Dénombrement des levures par comptage des colonies à 25 °C (Norme internationale ISO 21527-2/2008)

Cette méthode est utilisée pour le dénombrement des levures viables, au moyen de la technique par comptage des colonies à 25°C±1 °C.

Le développement des levures se fait sur le milieu de culture : YGC (yeast, glucose, chloramphénicol) se développent à la surface du milieu en formant des colonies présentant le plus souvent un contour régulier et une surface plus ou moins convexe. On prend deux boîtes de pétri stériles ; et on transfère, dans chacune de ces boîtes ; à l'aide d'une pipette stérile ; 1 ml de la solution mère ; on coule dans chaque boîte environ 15 ml de la gélose fondu au préalable et maintenue à 45 °C ± 1°C dans un bain marie ; le temps qui s'écoule entre la fin de la préparation de la suspension mère et le moment où le milieu est coulé dans les boîtes ; ne doit pas dépasser 15 mn ; on mélange soigneusement l'inoculum au milieu et on laisse se solidifier. On prépare également une boîte témoin avec 15 ml du milieu pour contrôler sa stérilité ; Finalement on retourne les boîtes et les incube à l'étuve à 25 °C ± 1°C pendant 5 jours.

La lecture des résultats des levures se fait par le comptage des colonies qui présentent se forme round, opaque et parfois pigmentées. Le nombre de levure par gamme est égale à :

$$N = \frac{\sum C}{(n_1 + 0,1n_2) d}$$

$\sum C$: est la somme des colonies caractéristiques comptées sur toutes les boîtes retenues.

n_1 : est le nombre de boîtes retenues à la première dilution.

n_2 : est le nombre de boîtes retenues à la seconde dilution.

d : est le taux de dilution correspondant à la première dilution retenu.

II.7. Dénombrement des staphylocoques à coagulase positive (*Staphylococcus aureus*) (Norme internationale, ISO 6888-1/2003)

Cette méthode est utilisée pour le comptage des colonies obtenues sur milieu solide (Baird Parker), après incubation en aérobiose à 37°C. On transfère à l'aide d'une pipette

stérile 1 ml de la phase aqueuse de la suspension mère à la surface de trois boîtes de pétri contenant un milieu gélosé sous forme de trois fractions sensiblement égales, on étale soigneusement l'inoculum le plus rapidement possible à la surface du milieu gélosé en évitant de toucher les bords des boîtes avec l'épandeur. On laisse sécher les boîtes avec leur couvercle en place pendant environ 15 min à la température ambiante, ensuite on effectue les opérations en double de façon à avoir six boîtes. Finalement, on retourne les boîtes, on incube pendant $24\text{h} \pm 2\text{h}$, puis les réincube pendant $24\text{h} \pm 2\text{h}$ supplémentaires dans les étuves à 37°C . Après 24h et 48h d'incubation, calcule le nombre a de staphylocoques à coagulase positive identifiés pour chaque boîte retenue, selon l'équation suivante :

$$a = \frac{b_c}{A_c} \times c_c + \frac{b_{nc}}{A_{nc}} \times c_{nc}$$

A_c : le nombre de colonies caractéristiques soumises au test de la coagulase.

b_c : le nombre de colonies caractéristiques qui ont répondu positivement au test de la coagulase.

A_{nc} : est le nombre de colonies non caractéristiques soumises au test de la coagulase.

b_{nc} : est le nombre de colonies non caractéristiques qui ont répondu positivement au test de la coagulase.

c_c : est le nombre total de colonies caractéristiques repérées sur la boîte.

c_{nc} : est le nombre total de colonies non caractéristiques repérées sur la boîte.

III.8. Recherche des salmonelles (Norme internationale ISO 6579/2002)

Salmonella : bacilles gram négatif se développent à 37°C formant des colonies typiques ou moins typiques sur des milieux sélectifs. La législation en vigueur préconise l'absence totale de ce germe dans le produit. Il est nécessaire de procéder à un pré-enrichissement et à un enrichissement puis à un isolement.

III.8.1. Pré-enrichissement

On sème 25g de margarine dans 225 ml d'eau peptonée tamponnée puis incube pendant $18\text{h} \pm 2\text{h}$ à $37^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$.

III.8.2. Enrichissement sélectif

Se fait en milieu SFB après avoir récupéré la solution-mère, on procède à un ajout de 1ml dans chaque tube, prélevé de la solution-mère à l'aide d'une pipette stérile. Après, on ajoute un disque de SFB et l'on incube à 37°C pendant 24 heures.

III.8.3. Isolement

Il se fait en milieu HEKTON, à partir de la suspension d'enrichissement. En ensemençant en stries, l'incubation se fait à 37 °C pendant 24 heures. La lecture se fait par comptage de colonies brunes verdâtres avec un centre noir.

I. Résultats des analyses physico-chimiques

L'ensemble des résultats obtenus sont compris dans les intervalles des normes de l'entreprise. Les résultats donnés sont indiqués dans le tableau II en annexe

II. Discussion des résultats physico-chimiques

II.1. La teneur en eau (humidité)

La teneur en eau a une influence sur la qualité de la margarine. Une forte teneur en eau favorise l'hydrolyse enzymatique, l'oxydation de la margarine ainsi que la croissance d'espèces microbiennes qui finissent par altérer le produit (margarine). Un manque d'eau peut au contraire résulter en un produit trop sec et donc moins apprécié par le consommateur (Blanc, 1992).

Les résultats obtenus dans la figure n°5 montrent que la moyenne de la teneur en eau de cette margarine est de 29,85% qui est une valeur conforme à la norme.

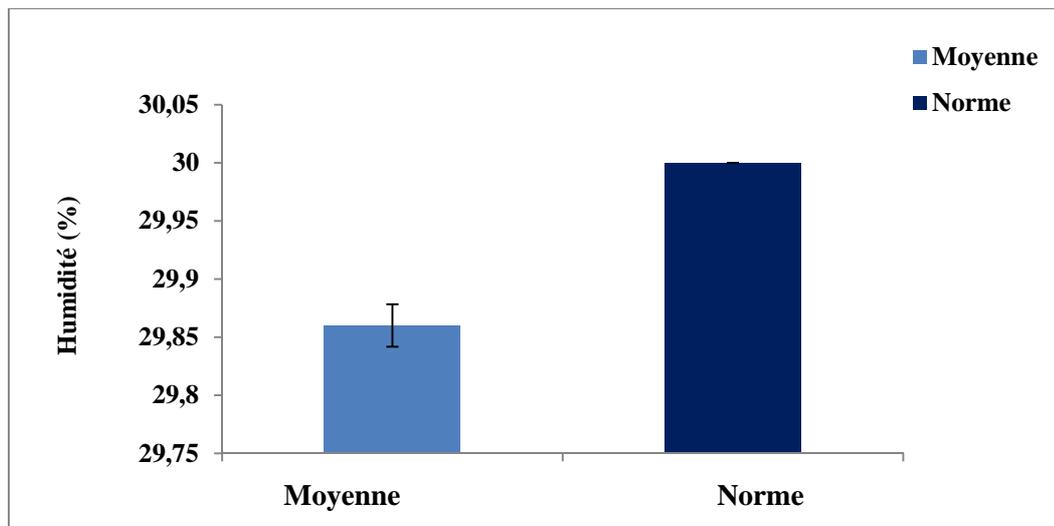


Figure n°5 : Taux de l'humidité de margarine de table « Matina »

*La barre verticale représente l'écart type n=4

II.2. Point de fusion

Le point de fusion doit répondre aux exigences d'une margarine à tartiner qui doit fondre dans la bouche. Le point de fusion des corps gras alimentaires est une propriété d'une grande importance sur le plan pratique. Puisque c'est lui qui détermine leur consistance à une température donnée. Or, la longueur de la chaîne carbonée, l'insaturation ainsi que l'isomérisation des acides gras constitutifs, sont des principaux facteurs qui influencent cette propriété (Brisson, 1982).

La figure n°6 montre que la moyenne de point de fusion de la margarine est respectivement de 35,25. Cette valeur est comprise entre les deux normes maximales 37 et minimale 33 ce qui confirme un choix précieux de matière première, ainsi que les proportions utilisées pour la recette. Donc la margarine « Matina » est un produit plus digestible.

Selon Dupin, (1992), le point de fusion ne doit pas être supérieur à 43 °C pour une graisse alimentaire car elle sera mal digérée par l'organisme.

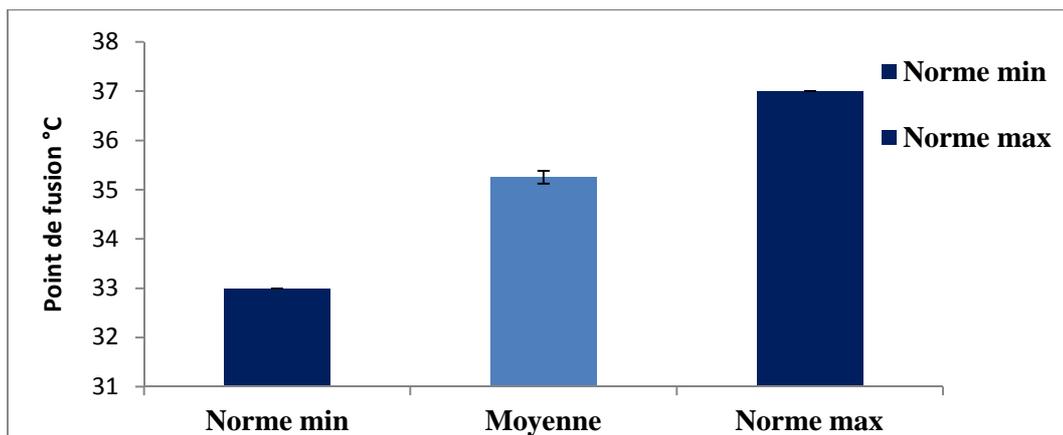


Figure n°6: Point de fusion de la margarine de table « Matina »

*La barre verticale représente l'écart type n=4

II.3. Indice de peroxyde

Les premiers produits formés par oxydation sont les peroxydes ou les hydro peroxydes qui évoluent ensuite vers des structures plus stables : produits volatils et produits non volatils. L'indice de peroxyde est un critère très utile et d'une sensibilité satisfaisante pour apprécier les premières étapes d'une détérioration oxydative (Karleskind et Wolff, 1992).

La figure n°7 montre la conformité des résultats par rapport à la norme qui exige une valeur maximale de 10 méq d'oxygène actif par kg de matière grasse. La valeur obtenue pour notre échantillon est largement inférieure à la norme. Les résultats sont presque nuls, ce qui confirme la conformité de la matière première et le respect des conditions de production.

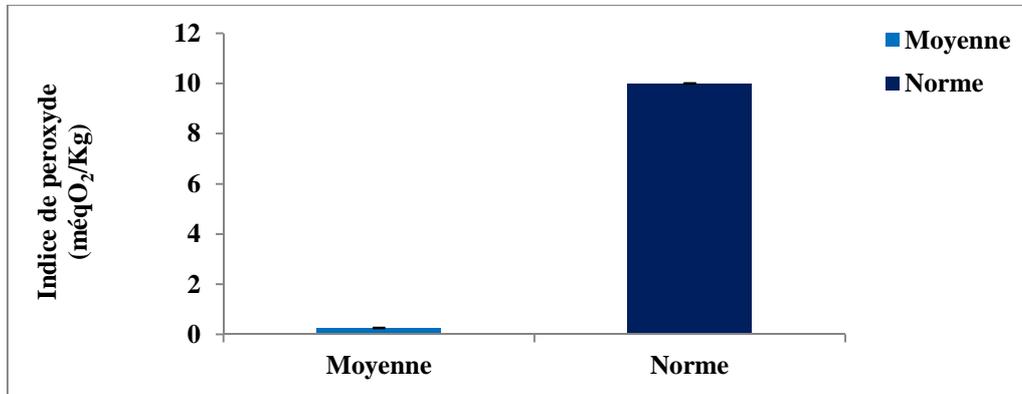


Figure n°7 : Indice de peroxyde pour la margarine de table « Matina »

**La barre verticale représente l'écart type n=4*

II.4. Teneur en sel

D'après **Karleskind et Wolff (1992)**, la teneur en sel varie suivant l'utilisation de la margarine et sa texture. Elle est d'ordre de 0,1 à 0,3 % pour les margarines en pots (tartifiable). Il est ainsi nécessaire de contrôler la présence et le taux de sel. D'après **Frasch-Melnik et collaborateurs (2010)**, le sel est ajouté à la margarine afin de relever le goût, faire ressentir la saveur, améliorer la stabilité de l'émulsion et prolonger la durée de conservation (bactériostatique).

Les résultats obtenus sont illustrés dans la figure n°8. La moyenne des teneurs en sel de la margarine est respectivement de 0,32. Cette valeur est comprise entre les deux normes maximale 0,4 et minimale 0,1. 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) propre à l'entreprise.

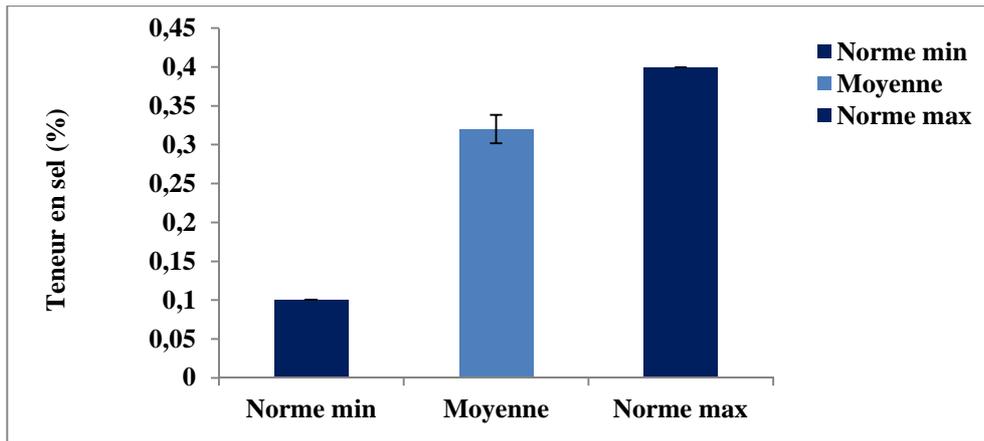


Figure n°8: Teneur en sel de la margarine de table « Matina »

**La barre verticale représente l'écart type n=4*

II.5. 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 et augmenter la qualité. Une théorie affirme qu'il est préférable de contrôler le pH de la phase aqueuse dans les margarines de table. Cette valeur de pH est généralement fixée dans un intervalle compris entre 4 et 5,5. Le pH acide retarde généralement la croissance des microorganismes de contamination et limite les phénomènes d'hydrolyse (Faur 1992).

La figure n°9 montre que la moyenne du pH dans la phase aqueuse de la margarine « Matina » est de 4,79. Donc ces résultats sont conformes à la norme fixée par la réglementation, comprise dans l'intervalle (4 – 5,5). 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.

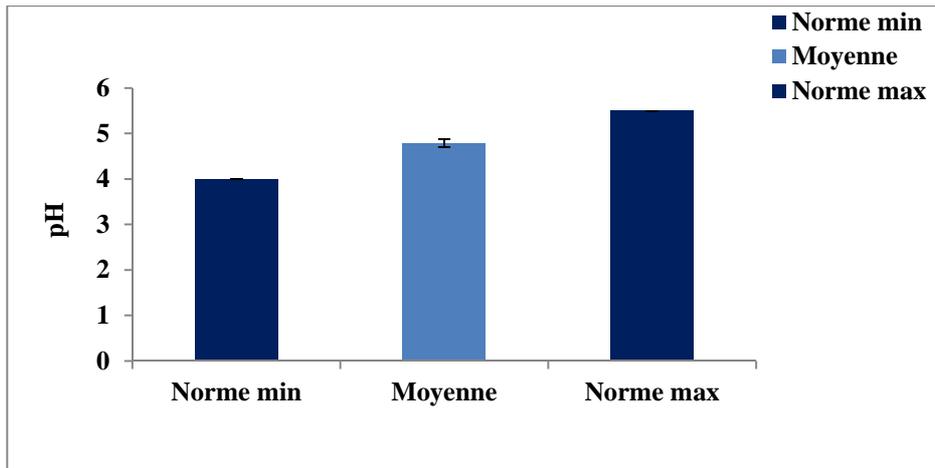


Figure n°9 : pH de la phase aqueuse pour la margarine de table « Matina »

*La barre verticale représente l'écart type n=4

II.6. Acidité et indice d'acide

L'acidité est le pourcentage d'acides gras libres exprimés conventionnellement selon la nature du corps gras en acide oléique pour la grande majorité des corps gras, palmitique pour l'huile de palme ou l'aérique pour les graisses l'aériques (coprah, palmiste) (Karleskind et Wolff, 1992).

Les résultats obtenus dans la figure n°10 montrent que la moyenne d'indice d'acide de cette margarine est respectivement de 0,16 qui est une valeur conformes à la norme 0,6. Ceci montre une faible teneur en acide gras libre.

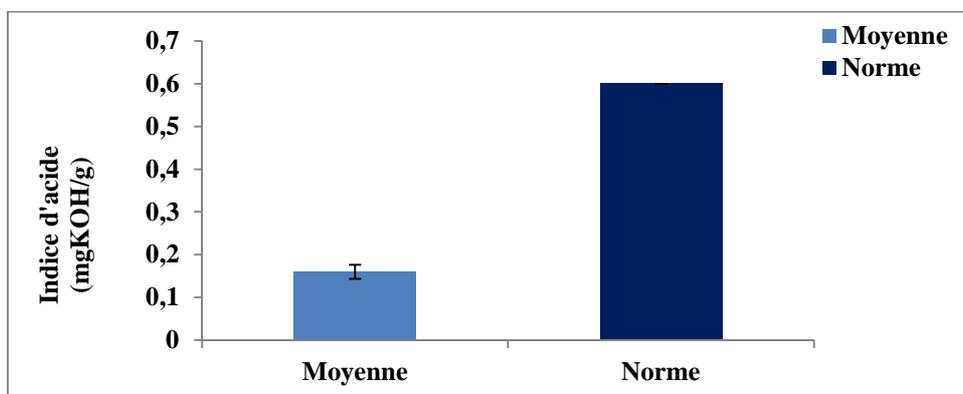


Figure n°10 : Indice d'acide de la margarine de table « Matina »

*La Barre verticale représente l'écart type n=4

III. Lecture et interprétation des analyses microbiologiques

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

Pour assurer une qualité bactériologique au produit fini, cinq germes susceptibles d'infecter la qualité de la margarine sont régulièrement dénombrés. Les résultats microbiologiques de la margarine sont résumés dans le tableau III en annexe

Une étude faite dix ans souligne que la recherche des germes aérobies, flore d'altération, permet de déterminer la qualité de produit fini ainsi que les conditions de fabrication (Jean-Louis, 2007).

Les coliformes fécaux (*Escherichia coli*) sont des indicateurs d'une éventuelle contamination fécale et d'une pollution bactérienne des eaux est une bactérie Gram -, anaérobie facultative. Elles produisent de puissantes toxines appelées "vérotoxines" responsables des pathologies (Zuliani et Garry, 2004).

Les salmonelles sont des bactéries pathogènes, leur recherche et leur identification permet de prévenir le danger potentiel d'un produit. Elles sont la cause principale des troubles digestifs, de type gastro-entérite (Vomissement, diarrhées, douleurs abdominales, etc...), avec frisson de fièvre. La contamination se fait soit par des porteurs sains ou malades, cependant les germes sont très sensibles à la chaleur (Gledel, 1996).

Les *Staphylococcus aureus* se sont souvent en général des bactéries saprophytes que l'on rencontre sur la peau de l'homme et des animaux. *Staphylococcus aureus* est le plus régulièrement pathogène. Il est en particulier fréquemment capable de produire une ou des « entérotoxine », protéine thermostables, responsables, après ingestion, des troubles digestifs chez l'homme. Ce qui en fait des agents de contamination par manipulation (Pouneyrol et Lafarge, 1997).

Les levures responsables de la contamination des aliments sont souvent des espèces bien connues qui provoque des changements indésirables dans les produits. Elles sont généralement acidophile et mésophiles, se multipliant à des pH compris entre 3 et 7,5 et à des températures optimales voisinant 25 et 28 °C (Bellin, 1997).

À partir des résultats obtenus, on conclue que :

Une présence des germes aérobies à 30 °C dans l'échantillon analysé qui sont inférieurs à 10² UFC/g indique que la margarine est de bonne qualité microbiologique, conforme aux normes d'entreprise.

On note une absence totale des coliformes fécaux, (pas de virage de milieu, ni production du gaz) dans l'échantillon analysé indique que les règles d'hygiène, ont été respectées par des travailleurs au cours des étapes de production.

Les staphylocoques et les salmonelles sont des germes producteurs de toxines et leurs absences par rapport à la norme nous permet d'affirmer que l'échantillon étudié est de bonne qualité d'un point de vue sanitaire. Ceci nous laisse supposer un respect de règles d'hygiène par les producteurs et une désinfection rigoureuse des lieux de fabrication.

L'absence des levures par rapport à la norme (10 UFC/g) indique que la margarine est de bonne qualité microbiologique, qui est conformes aux normes d'entreprise.

On peut justifier l'absence de ces germes dans l'échantillon analysée par ce qui suit :

- La plupart des bactéries se développent à un pH proche de la neutralisation (pH =7), et comme la margarine a un pH acide (4-5,5), on observe l'inhibition de la plupart des bactéries en plus des espèces sporulées telles que *Clostridium botulinum* ;
- Le traitement thermique à 80 °C pendant la pasteurisation permet l'élimination des germes pathogènes et la destruction des levures ;
- L'addition d'antioxydant à la margarine inhibe les croissances des microorganismes aérobies en jouant sur le pouvoir oxydative de milieu ;
- La température d'entreposage de la margarine de table constitue un facteur extrinsèque inhibant le développement des bactéries mésophiles et les thermophiles ;
- L'hygiène du personnel travaillant au bout de chaîne et/ou à la salle de préparation est maîtrisé, la propreté des installations et l'efficacité des CIP justifient la non contamination des produits de margarines étudiés ;
- Le lait préparé à base de la poudre de lait est pasteurisé ;

- L'air de la production est conditionné et filtré, il est de qualité microbienne satisfaisante.
- Le produit après bac d'émulsion est pasteurisé ;

A la lumière de ces résultats nous pouvons dire que la margarine analysé est de bonne qualité ce qui s'explique par les mesures d'hygiène prises pendant sa fabrication et par une bonne pasteurisation qui élimine les germes pathogènes et diminue le taux des autres germes.

Conclusion

La constance du goût, la fraîcheur et l'aspect des produits sont essentiels à la satisfaction du client. Les fabricants de produits alimentaires assurent une qualité constante, quel que soit l'endroit de fabrication ou de distribution du produit. Le contrôle et l'analyse de tous les paramètres de qualité sont fondamentaux dans la mesure où ils permettent de réagir immédiatement en cas d'écart. La précision et la répétabilité du processus de fabrication et du système de contrôle permettent d'éviter les mauvais résultats.

Les résultats des analyses physico-chimiques effectués sur le produit fini (margarine Matina) fabriqué au niveau du complexe agroalimentaire «Cevital», révèlent une conformité par rapport aux normes fixées par le Codex alimentaire. 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.

Les résultats des analyses microbiologiques (germes aérobies totaux, levures, *Staphylococcus aureus*, coliformes fécaux et salmonella) sont conformes aux normes d'entreprise.

Afin d'assurer une bonne qualité du produit du point de vue nutritionnel et hygiénique, il est nécessaire de respecter les règles d'hygiène au niveau de toutes les étapes de fabrication. Il est également recommandé d'effectuer des contrôles réguliers sur la phase grasse, la phase aqueuse et sur les ingrédients, ainsi que d'apporter des modifications et des améliorations sur le plan technologique et analytique.

Références Bibliographiques

A

Aboiron J. et Hameury E. (2004). Additifs alimentaire : les lécithines. Institut universitaire professionnel. Salon International de l'agroalimentaire, paris : 27p

Alais C, Linden G. et Miclo L. (2008). Biochimie alimentaire. Ed. 6. Dunod, paris. Pp : 231-240

Alais C, Linden G. (1997). Les lipides. In « Abrégé de biochimie alimentaire ». Ed. 4. Masson, Paris, pp 55- 69

B

Bellin J.M. (1997). Levure in « Microbiologie alimentaire » Aspect microbiologique de la sécurité et la qualité des aliments. Ed. Tec et Doc, paris pp : 222- 233

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

Bouhadjra K. (2011). Etude de l'effet des antioxydants naturels et de synthèse sur la Stabilité oxydative de l'huile d'olive vierge. Thèse de magister soutenu à l'université Mouloud MAMMERI Tizi-Ouzou, 6p

Brisson G. (1982). In « Lipides et nutrition humaine » Ed. Les presses de l'université Laval. Masson, canada. Pp : 10-12

C

Cheftel J.C et Cheftel H. (1986). Introduction à la biochimie et la technologie des aliments. Tome 2. ED : technique et documentation Lavoisier.

Cheftel J.C et Cheftel H. (1977). Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments, volume I. Ed : Tec et Doc, Lavoisier, pp246-264

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

.

D

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. Disponible sur :<http://www.ocl-journal.org>ou<http://dx.doi.org/10.1051/ocl.2005.0378>(consulté 04/2017)

Denise J. (1992). Raffinage des corps gras .In : « Manuel des corps gras ».Tome II. Ed : Tec et Doc-Lavoisier, paris, p : 789-881.

Djadoun S. (2008). Influence de l'hexane acidifié sur l'extraction de l'huile de grignon d'olive assistée par micro-ondes. Mémoire de magister soutenu à l'université Mouloud MAMMERI Tizi-Ouzou, 9p

Djouab A. (2007). Préparation et incorporation dans la margarine d'un extrait de dattes des variétés sèches. Université M'hamed Bougara-Bboumerdes, 71p

Diatta T. (1998). Contribution à l'étude de La qualité des corps gras alimentaires Commercialisés au Sénégal: les huiles végétales, 26p

F

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

François R. (1974). Les industries des corps gras : Biochimie – Extraction – Raffinage – Nuisances et Réglementation. Tec et Doc –Lavoisier, Paris .P : 36-291.

Frasch-Melnik S., Norton I.T. et Spyropoulos F. (2010). Fat crystal- stabilised w/o emulsions for controlled 1 salt release. Journal of Food Engineering. P 1-14.

G

Gornay J. (2006). Transformation par voie thermique de triglycérides et acides gras .application à la valorisation chimique des déchets lipidique. RP2E-E.N.S.I.C.NANCY

Graille J. (2003). Lipides et corps gras alimentaires. Ed. Tec et Doc. Lavoisier, paris. Pp 350-353.

J

Jean Louis C.U.Q. (2007). Microbiologie des aliments site web : mon. univ-montp2.fr/claroline/backends/download.php?url=LIBVbHlfY.consulted : May 2017

K

Karleskind A et wolff J.P. (1992). Manuel des corps gras. Tome 2. Ed. Tec et doc, paris. 1579p.

Kovari K. (2004). Recent developments, new trends in seed crushing and oil refining. Oléagineux corps gras lipids (OCL). n°8. vol. 11, p. 381-387

L

Laventurier M (2013). Impact des formulations de margarines sur le process en boulangerie et pâtisserie artisanales et industrielles, Vol. 20, n°3, p.160-164. Disponible sur : <http://www.ocl-journal.org> ou <http://dx.doi.org/10.1051/ocl.2013.0504>. (Consulté le 02/2017)

Linden G et Alais C. (1987). Abrégé de biochimie alimentaire. Edition Maloine.

M

Multon J-L. (2002). Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agroalimentaire. Ed.3.Tec et Doc. Lavoisier. Paris : 640p

P

Pouneyrol M et Lafarge V. (1997). *Staphylococcus aureus* in « microbiologie alimentaire » Technique de laboratoire. Ed. Tec et Doc londers, Paris. Pp 2067-

S

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

T

Trémolières J. Serville Y. Jacquot R et Dupin H. (1984). Manuel d'alimentation humaine. Tome II. Ed : Technique et documentation Lavoisier

W

Weil J.H. (2009). Structure des lipides. In « biochimies générale ». Ed. 11. Dunod, paris, pp.287-307.

Z

Zuliani V et Garry P. Les germes pathogènes dans l'industrie agroalimentaire .Coliforme fécaux. (2004), vol. 14, n°5, p.12-16.

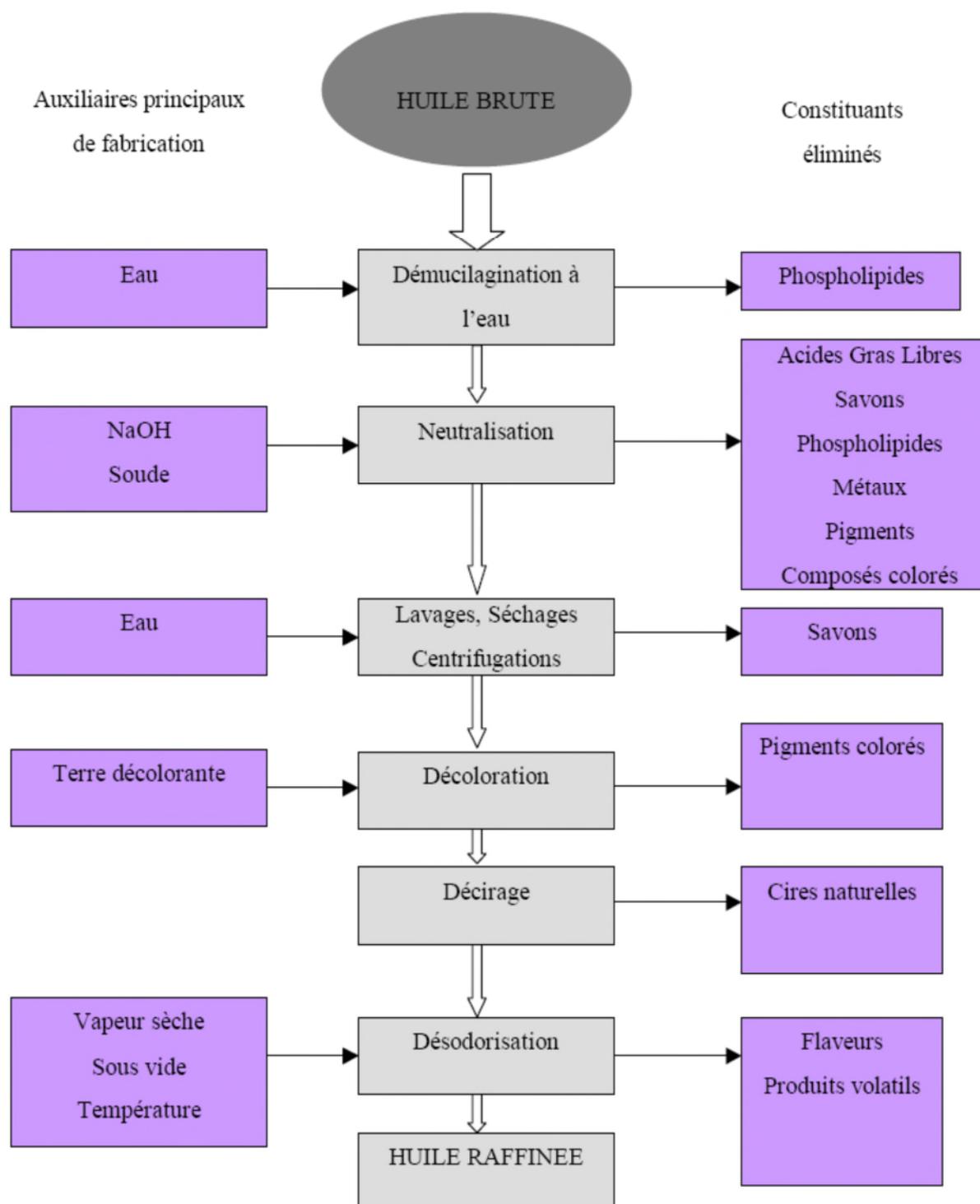


Figure n°2 : Schéma général des étapes de raffinage chimique (Cossutet *al.*, 2002).

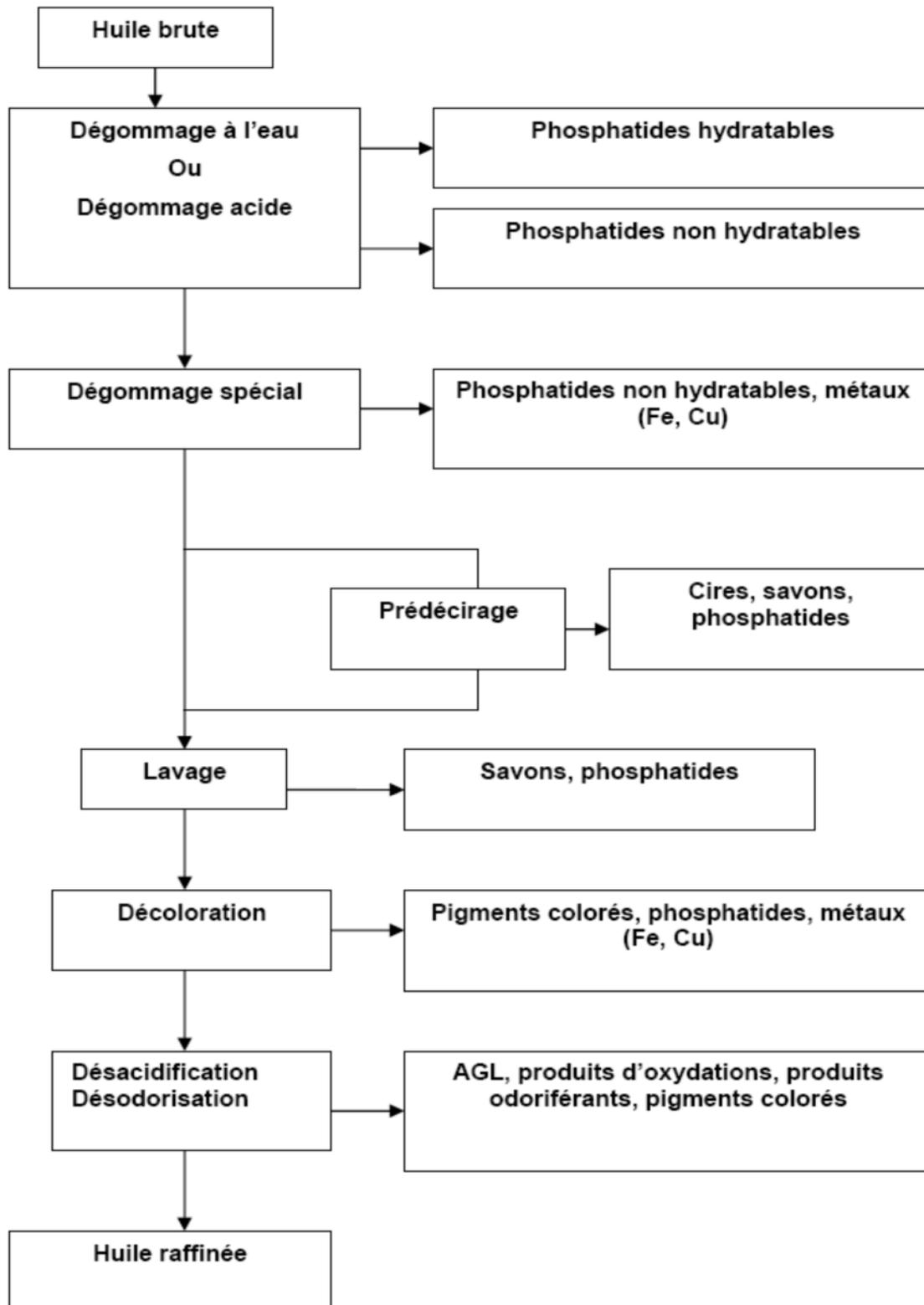


Figure n°3 : Schéma général des étapes de raffinage physique (Kovari, 2004).

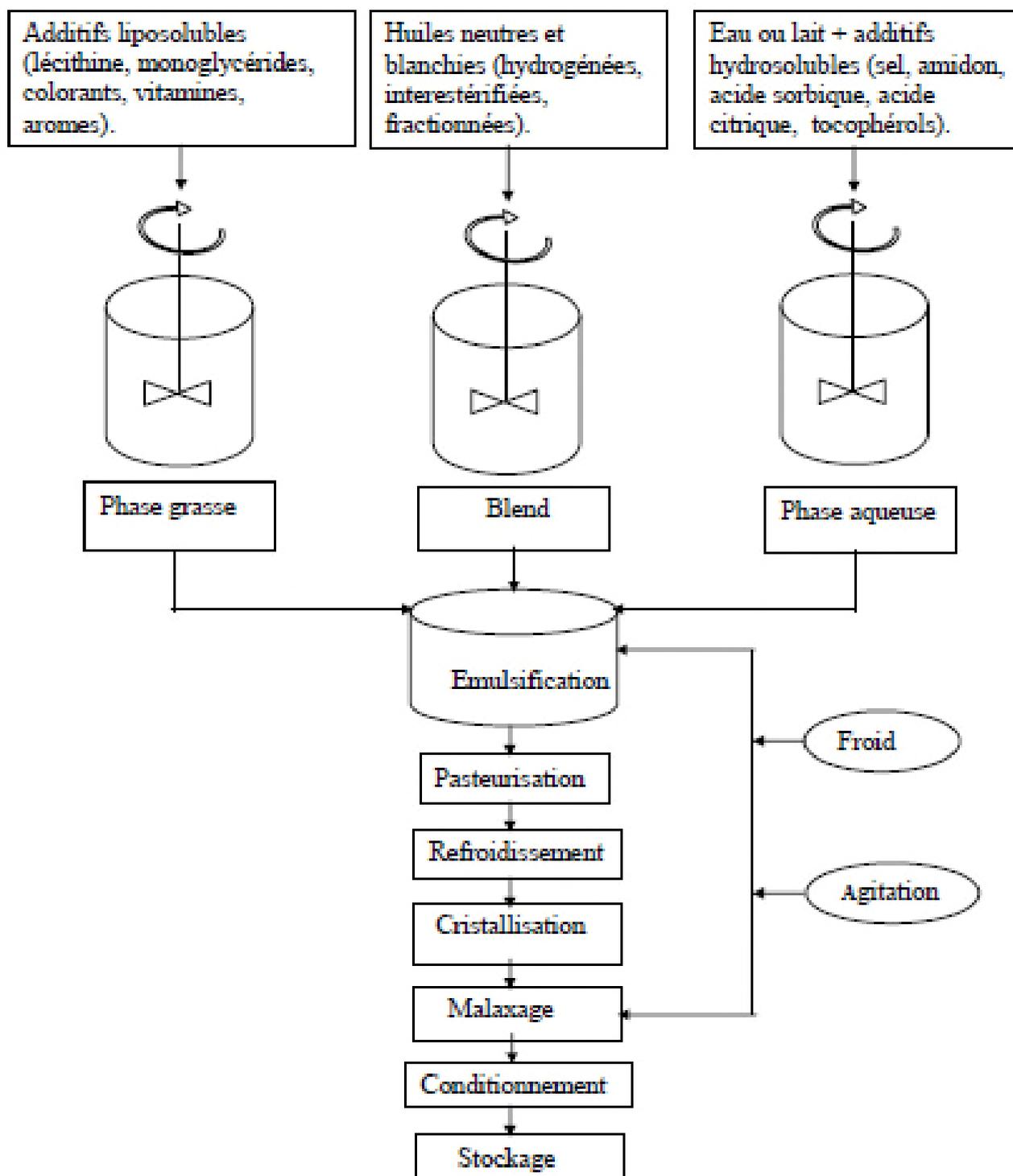


Figure n°4 : Diagramme de fabrication de la margarine (Cossut *et al*, 2002).

I. Présentation de l'organisme d'accueil «Cevital »

Le complexe Cevital est parmi les entreprises algériennes qui ont vu le jour dès l'entrée de notre pays en économie de marché. Elle a été créée par des fonds privés en 1998 avec une raison sociale « société par action "s.p.a" » d'un capital total de 970.000.000.00 DA et est entièrement détenue par la famille REBRAB. Le complexe industriel agroalimentaire Cevital implanté à proximité du port de Bejaia est le plus grand complexe privé en Algérie il s'étend sur une superficie de 75000 m². L'entreprise essaie d'attirer l'attention du consommateur à l'aide du bon contrôle de qualité de ses produits qui se traduit par l'engagement dans le processus de la certification ISO 22000 version 2005, et d'équiper tous les laboratoires de chaque unité de production d'outils d'analyses très performants, ainsi avec le meilleur conditionnement des produits. Les différentes directions et services de «CEVITAL», sont schématisés dans l'organigramme suivant :

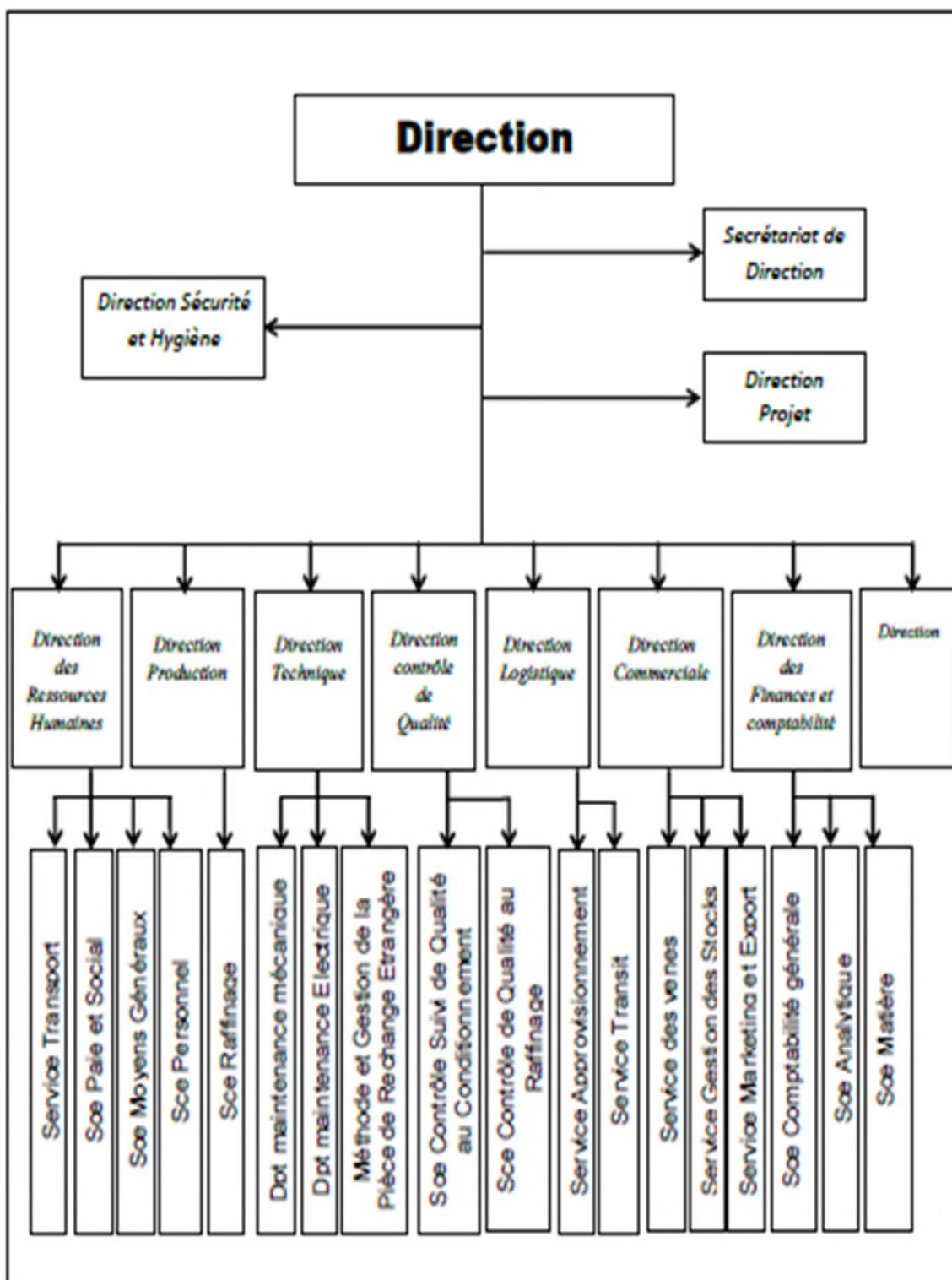


Figure N°5 : Organigramme du complexe Cevital

<i>Milieux</i>	<i>Composition</i>	
<i>Plat count agar (PCA)</i>	Tryptone	5.0g
	Extrait de levure déshydraté	2.5g
	Glucose anhydre	1.0g
	Agar- Agar	12.0g
	Eau distillée	1000ml
<i>Braid-Parker</i>	Digesta pancréatique de caséine	10.0g
	Extrait de levure	1.0g
	Extrait de viande	5.0g
	Pyruvate de sodium	10.0g
	L-glycine	12.0g
	Chlorure de lithium	5.0g
	Agar –Agar	12g à 20g
	Eau pure obtenu un volume final de	1000ml
<i>Eau peptonée tamponnée</i>	Digesta enzymatique de caséine	10.0g
	Chlorure de sodium	5.0g
	Dodécahydraté (Na ₂ HPO ₄ , 12H ₂ O)	9.0g
	Disodium Hydrogénophosphate	
	Dihydrogénophosphate de potassium (KH ₂ PO ₄)	1.05g
	Eau	1000ml
<i>Hektoen</i>	Protéase peptone	12g
	Extrait de levure	3g
	Chlorure de sodium	5g
	Thiosulfate de sodium 5g	
	Sels biliaires, Citrate de fer ammoniacal	9g
	Salicine	1.5g
	Lactose	12g
	Saccharose	12g
	Fuchsine acide	1g
	Bleu de bromothymol	0.064g
	Agar	14g
	Eau désilée	1000ml

Tableau I : la composition de quelque milieux de cultures microbiologiques.

Types d'analyses	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Essai 4	Moyenne	Ecart type	Normes
Humidité (%)	29,88	29,85	29,87	29,84	29,86	0,018	30
Point de fusion (° C)	35,1	35,4	35,2	35,3	35,25	0,129	33-37
Indice de peroxydes (meqO ₂ /kg)	0,26	0,28	0,24	0,26	0,26	0,016	Max 10
Teneur en sel (%)	0,34	0,33	0,30	0,31	0,32	0,094	0,1-0,4
PH	4,7	4,8	4,75	4,9	4,78	0,085	4 - 5.5
Indice d'acide (mgkOH/g)	0,16	0,14	0,18	0,16	0,16	0,016	0,6

Tableau II : Les résultats des analyses physico-chimiques

	Germe (UFC/g)				
	Germe aérobies à 30°C	Coliformes fécaux	Staphylococcus Aureus	Levures	S almonella
Résultats	02	Absence	00	00	Absence
Normes	10 ²	Absence	10	10	Absence
Méthode d'essai	ISO : 4833	ISO : 7251	ISO : 6888-1	ISO : 21527-2	ISO : 6579

Tableau III : Résultats des analyses microbiologiques

Résumé

Ce travail a été réalisé au niveau de la margarinerie Cevital (Bejaia) dans le souci de suivre la qualité et la salubrité du produit fini en effectuant des analyses physico-chimiques (humidité, point de fusion, indice de peroxyde, teneur en sel, pH et indice d'acidité) et des analyses microbiologiques (dénombrement de la flore mésophile totale, recherche et dénombrement des coliformes fécaux, dénombrement des staphylocoques, dénombrement des levures et recherche des salmonelles).

La moyenne des résultats de chaque analyse physico-chimique est comme suit: humidité (29,86 %), point de fusion (35,25 °C), indice de peroxyde (0,26 meqO₂/kg), la teneur en sel (0,32 %), pH (4,78) et indice d'acide (0,16 mgKOH/g). Ainsi que les résultats des analyses microbiologiques qui sont : Germes aérobies (02 UFC/g), absence des coliformes fécaux, de *staphylococcus aureus*, les levures et les salmonelles.

Les résultats du suivi du procédé de fabrication ainsi que ceux des analyses effectuées, révèlent la conformité aux normes de l'organisme d'accueil Cevital.

Mots clés: Margarine, indice de peroxyde, pH, Humidité, qualité

Abstract

This work was carried out at the Cevital margarine factory (Bejaia) in order to monitor the quality and safety of the finished product by carrying out physicochemical analyzes (moisture, melting point, peroxide index, salt content, pH and acidity index) and microbiological analyzes (total mesophilic flora count, fecal coliform count, staphylococcal count, yeast counts and salmonella).

The average of the results of each physicochemical analysis is as follow: moisture (29.86 %), melting point (35.25 °C), peroxide number (0.26 meq.O₂/kg), salt content (0.32 %), pH (4,78) and acid number (0.16mgKOH/g). As well as the results of the microbiological analyzes which are: Aerobic germs (02 CFU/g), absence of fecal coliforms, *Staphylococcus aureus*, yeasts and salmonella.

The results of the follow-up of the manufacturing process as well as those of the analyzes carried out reveal compliance with the standards of the host organization Cevital.

Key words: Margarine, peroxide index, pH, Moisture, quality.