

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

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des sciences alimentaires
Spécialité Sciences des corps gras
Réf :



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

MASTER

Thème

**Impact du procédé de fabrication sur la
qualité de la margarine**

Soutenu le : 24/06/2023

Présenté par :
TOUAHRIA Karim

Devant le jury composé de :
Président : Pr. H. BOUDRIES
Examinatrice : Pr. S. HAMRI
Promotrice : Pr. N. OUCHEMOUKH

Année universitaire 2022/2023

Remerciements

Je tiens à remercier vivement ma promotrice **Pr. OUCHEMOUKH. N** d'avoir accepté de m'encadrer, aussi pour son aide, ces conseils, ses orientations et pour sa patience, sa disponibilité intellectuelle qui a contribué à améliorer ma réflexion.

Mes sincères remerciements pour **Pr. BOUDRIES. H** et **Pr. HAMRI. S** d'avoir accepté d'examiner mon travail.

J'adresse aussi mes remerciements à **Mr. AZOUZ. L** de m'avoir accordé un stage au niveau de Cevital pour la réalisation de mon mémoire.

Je remercie vivement **Mr. DJABRI. N** de m'avoir accompagné toute au long de mon stage.

Je remercie tous les membres de ma famille ainsi que mes amis pour leurs soutiens et encouragements.

Liste des tableaux et figures

Liste des abréviations

Introduction 1

I. Généralités sur la margarine

1. Historique 2

2. Définition de la margarine 2

3. Composition de la margarine 2

4. Phase grasse 3

5. Phase aqueuse 4

6. Additifs 4

6.1. Ingrédients liposolubles 4

6.1.1. Emulsifiant 4

6.1.2. Aromatisants 4

6.1.3. Vitamines 5

6.1.4. Colorants 5

6.1.5. Antioxydants 5

6.2. Ingrédients 5

6.2.1. Eau 5

6.2.2. Sel 5

6.2.3. Conservateur 5

6.2.4. Correcteur de pH 6

6.2.5. Amidon 6

7. Catégories de la margarine 6

7.1. Margarine industrielles 6

7.2. Margarine de table 6

7.3. Margarine traditionnelles 6

7.4. Margarine allégées 6

8. Caractéristiques des margarines 7

8.1. Texture 7

8.2. Saveur 7

8.3. Matière grasse solide et point de fusion 8

8.4. Valeurs nutritionnelles 8

9. Altération des margarines 8

II.1. Processus de fabrication de la margarine 10

1.1. Préparation de la phase grasse 11

1.2. Préparation de la phase aqueuse 11

1.3. Préparation de l'émulsion 11

1.4. Pasteurisation 11

1.5. Refroidissement et cristallisation 12

1.6. Texturation et conditionnement 12

III. Matériel et méthodes

1. Description des échantillons de margarine utilisés dans l'étude 13

1.1. Margarine Fleurial.....	13
1.2. Margarine de feuilletage.....	14
2. Implications des différents procédés de fabrication sur la qualité des margarines	14
2.1. Types d'huiles utilisées	14
2.2. Processus d'émulsification	14
2.3. Ajouts d'additifs.....	15
2.4. Processus de pasteurisation	15
2.5. Processus de cristallisation.....	15
3. Méthodes d'analyse physico-chimiques.....	16
4. Testes organoleptiques	18
IV. Résultats et discussion	
1. Différents facteurs influençant la qualité de la margarine.....	19
1.1. Influence des types d'huiles utilisées sur les caractéristiques de la margarine	19
1.2. Impact de l'émulsification.....	19
1.3. Impact des additifs sur la qualité de la margarine.....	20
1.4. Impact de la pasteurisation sur la qualité de la margarine.....	20
1.5. Impact de la cristallisation sur la qualité de la margarine.....	21
1.5.1. La consistance et la plasticité des margarines.....	21
1.5.2. Les points critiques de la cristallisation.....	21
2. Caractéristiques physico-chimiques des margarines.....	22
3. Caractéristiques organoleptiques des margarines.....	27
Conclusion.....	29

Références bibliographiques

Annexes

Liste des tableaux

Tableau I : Représentation des additifs ajoutés pour chaque margarine 15

Tableau II : Caractéristiques organoleptiques des margarines Fleurial et la Parisienne 28

Liste des figures

Figure 1 : Les types d'huiles et de graisses utilisées dans la fabrication des margarines. 3

Figure 2 : Classification des margarines disponibles sur le marché mondiale 8

Figure 3 : Principe de fabrication de la margarine 9

Figure 4 : Teneurs en sel des deux margarines étudiées. 23

Figure 5 : Teneur en eau des deux margarines étudiées. 24

Figure 6 : Indices de peroxyde des deux margarines étudiées. 25

Figure 7 : Résultats de points de fusion des deux margarines étudiées. 26

Figure 8 : Résultats de pH des deux margarines étudiées. 27

Figure 9 : Organigramme du complexe Cevital Annexe N°1

Figure 10 : Schéma de fabrication de la margarine Annexe N°2

Figure 11 : Coupe transversale d'un échangeur de chaleur à surface raclée et d'un cristalliseur Annexe N°2

Liste des abréviations

BHA : Hydroxyanisole butyle

BHT : Hydroxytoluène butylé

TBHQ : Butylhydroquinone tertiaire

SFI : Indice de matière grasse solide

SFC : Matières grasses solides

RMN : Résonance magnétique nucléaire

HBO : hydrogenated soybean oil

HPO : hydrogenated palm oil

INTRODUCTION

Introduction

L'industrie alimentaire est constamment en évolution, cherchant à répondre aux besoins et aux attentes des consommateurs en matière de qualité et de goût des produits. Parmi ces produits, la margarine joue un rôle essentiel dans de nombreuses préparations culinaires et pâtisseries. Elle est souvent utilisée comme alternative au beurre, offrant une texture crémeuse et une facilité d'utilisation (**Graille, 2003**). La margarine s'est répandue d'une façon élargie dans le monde, ce qui a poussé les usines de fabrication de la margarine à produire plusieurs types de margarine pour différentes utilisations tel que des margarines à tartiner, des margarines industrielles et des margarines allégées.

L'enjeu actuel des industries alimentaires est d'offrir aux consommateurs des produits de qualité en suivant des procédés de fabrication qui ont une influence positive sur les caractéristiques des produits alimentaires et qui préservent la sécurité sanitaire publique.

Dans ce contexte, mon mémoire de fin d'études porte sur l'impact de procédés de fabrication sur la qualité de la margarine. J'ai eu l'opportunité d'effectuer un stage au sein de l'entreprise Cevital, plus précisément au sein de l'unité de la margarinerie. Ce stage m'a permis de prendre connaissance du procédé de fabrication de la margarine et de comprendre en quoi ils influencent sa qualité.

L'objectif principal de cette étude est donc d'expliquer en détail le procédé de fabrication de la margarine en mettant l'accent sur les procédés utilisées pour l'émulsion des matières grasses, la pasteurisation et la cristallisation et d'analyser leur impact sur sa qualité, en se concentrant sur deux types spécifiques de margarines : la margarine Fleurial et la margarine La parisienne.

Le présent travail est repartis en deux : la première est une synthèse bibliographique portant des généralités sur la margarine ainsi son procédé de fabrication, la deuxième partie est expérimental qui inclut matériel et méthodes utilisés et les résultats obtenus représentés sous forme d'histogramme suivi de discussion, j'ai réalisé des analyses physico-chimiques et sensorielles pour évaluer les caractéristiques organoleptiques sur ces deux types de margarines, afin d'évaluer les différences de composition et de caractéristiques entre elles. Ces analyses incluent des paramètres tels que l'indice de peroxyde, le point de fusion, la teneur en eau et d'autres indicateurs de qualité essentiels.

1. Historique

Au milieu du XIXe siècle, de nouveaux produits alimentaires ont été développés grâce à l'industrialisation de la production.

Nestlé a produit pour la première fois du lait en poudre et concentré, la société Oetker a inventé la poudre à lever et la margarine a été inventée pour répondre à la demande de Napoléon III d'une graisse similaire au beurre, mais moins chère et en plus grande quantité pour nourrir son armée. Il a demandé au chimiste Mege-Mouries de réaliser ce développement à la ferme d'État de Saint-Cloud, près de Paris. Mege-Mouries a tenté d'émulsionner du lait avec une margarine dite "olio", une fraction de saindoux de bœuf. Il a suivi cette idée parce qu'il était convaincu que la matière grasse du lait était constituée de la graisse de stockage du bétail, même s'il n'était pas nourri. Par conséquent, son idée de base était de supprimer l'étape intermédiaire via les pis et le lait, et de produire directement de la matière grasse du lait à partir de la graisse de saindoux. En 1867, Mege-Mouries réussit à produire un produit qui était considéré comme acceptable. Le 15 juillet 1869, il demanda l'approbation d'un brevet qui lui fut accordé le 2 octobre de la même année (**Bockisch, 1998**).

2. Définition de la margarine

La margarine est un produit alimentaire fabriqué à partir d'huiles végétales qui ont été traité par interestérisation enzymatique pour devenir solides à température ambiante.

Elle est souvent utilisée comme substitut du beurre dans la cuisine et la pâtisserie, car elle contient moins de graisses saturées et de cholestérol. La margarine peut également être enrichie en vitamines et en minéraux pour améliorer sa valeur nutritionnelle (**Gaillard, 2003**).

C'est une émulsion du type eau dans huile qui se compose de deux phases essentielles :

- Une phase continue : la phase grasse (80%)
- Une phase dispersée : la phase aqueuse (20%)

3. Composition de la margarine

D'après **Karleskind (1992)**, la plupart des margarines ont une composition globale similaire. Elles sont composées de :

- 80% à 82% de lipides, également connus sous le nom de "phase grasse"
- 16% à 18% d'eau et/ou de lait, constituant la "phase aqueuse"
- 2% d'additifs, qui peuvent être obligatoires, tels que les antioxydants et le sel, ou facultatifs, tels que l'amidon ou le sucre.

➤ Blend

Le blend est un mélange d'huiles végétales qui ont été traitées et combinées selon des proportions spécifiques en fonction des propriétés souhaitées pour le produit final. Ce mélange est utilisé principalement dans la fabrication de la margarine, en prenant en compte les applications prévues et les contraintes de coût (**Champetier, 1956**).

➤ Huiles et graisses utilisées dans la fabrication des margarines

- Des graisses animales comme le beurre, le suif et le saindoux.
- Des huiles végétales fluides à température ambiante comme le colza, le tournesol et particulièrement le soja.
- Des graisses végétales comme le palme, le coprah et le palmiste. (**Laventurier, 2013**)

La figure ci-dessous montre les types d'huiles et graisses utilisées dans la fabrication des margarines.

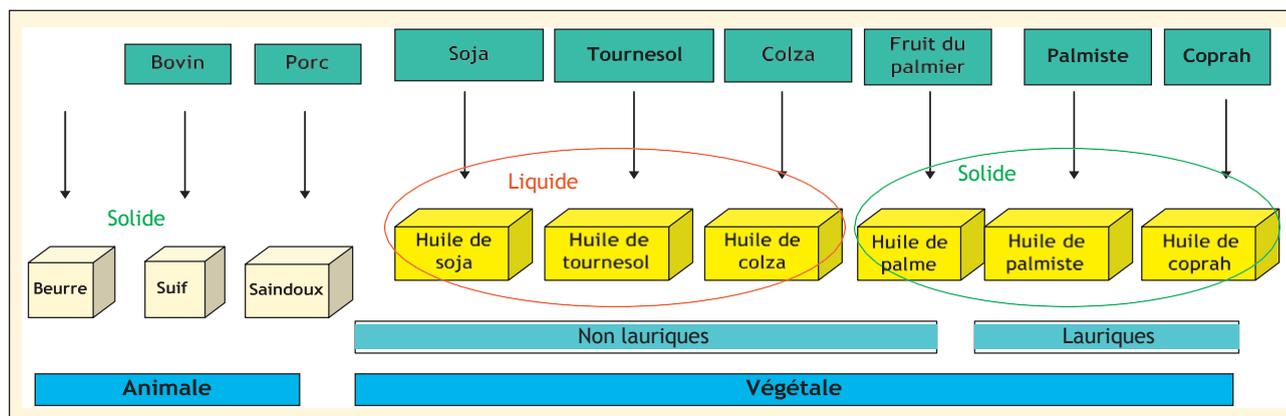


Figure 1 : Types d'huiles et de graisses utilisées dans la fabrication des margarines (Laventurier, 2013).

4. Phase grasse

La partie la plus importante de l'émulsion est constituée d'huiles fluides et d'huiles concrètes, représentant environ 82-84% de l'ensemble. Les huiles concrètes sont principalement composées d'huile de palme et d'huile de coprah. L'huile de palme est caractérisée par une teneur élevée en acides gras saturés (environ 50-60%) et une teneur relativement faible en acides gras insaturés (environ 30-40% d'acide oléique et 7-14% d'acide linoléique). De même, l'huile de coprah présente une composition similaire, étant également riche en acides gras saturés (environ 85%) (**Dupin et al., 1992**).

Les huiles fluides qui composent l'émulsion sont l'huile de colza, qui contient environ 75% d'acides gras mono-insaturés et est riche en acide linoléique. L'huile de soja, quant à elle, est riche en acide linoléique (environ 50-60%) et en acide oléique (environ 20-30%), ainsi qu'en

tocophérols (environ 100-170 mg pour 100g). L'huile de tournesol est caractérisée par une fluidité à température ambiante et est particulièrement instable en raison de sa teneur élevée en acides gras polyinsaturés, mais elle est mieux équilibrée en acides gras et est particulièrement riche en acide linoléique (environ 65%). L'huile de maïs peut également être incorporée dans la margarine en raison de sa teneur élevée en acides gras insaturés (environ 50-60% d'acide linoléique et très peu d'acide linoléique). (Woerfel, 1990 ; Dupin, 1992 ; Alais, 2003).

5. Phase aqueuse

La phase aqueuse est composée d'eau et/ou de lait. Il est impératif que l'eau utilisée dans la fabrication de la margarine soit potable, claire, exempte de coloration, d'odeur et de micro-organismes pathogènes. De même, le lait utilisé, qu'il soit frais ou en poudre reconstituée, doit être pasteurisé pour prévenir toute contamination. En d'autres termes, la qualité de l'eau et du lait utilisés dans la fabrication de la margarine est essentielle pour garantir un produit sûr et de qualité (karleskind, 1992 ; Fredot, 2005).

6. Additifs

L'utilisation d'additifs alimentaires est réglementée et leur utilisation est autorisée dans le but de faciliter la fabrication des produits alimentaires et d'améliorer leur goût et leurs propriétés organoleptiques conformément aux préférences des consommateurs. Cependant, leur utilisation est soumise à des normes et des restrictions spécifiques (champetier, 1956).

- **Ingrédients liposolubles**
- **Emulsifiant** : les émulsifiants sont des composés dotés de propriétés tensioactives grâce à leur structure chimique, qui comprend à la fois des groupes hydrophiles et lipophiles. En raison de cette dualité, ces composés peuvent se dissoudre dans les deux phases d'une émulsion, facilitant leur union pour former une émulsion homogène. Dans les margarines, les émulsifiants couramment utilisés comprennent la lécithine ainsi que les mono- et di-glycérides (Luterotti *et al*, 2006).
- **Aromatisants** : les aromatisants sont des substances ou préparations ajoutées à un aliment dans le but de lui donner un nouveau goût ou de modifier celui qu'il avait déjà. Par exemple, dans les margarines sans lactose, on ajoute généralement du

diacétyle en faible quantité (entre 2 et 4 mg/kg) pour éviter un goût artificiel désagréable (**Karleskind, 1992**).

- **Vitamines** : les vitamines A, D et E peuvent être d'origine naturelle ou synthétique et sont souvent utilisées comme antioxydants. Elles peuvent être associées à d'autres substances, appelées synergisantes, telles que l'acide citrique ou phosphorique, afin d'améliorer leur action stabilisatrice (**François, 1974 ; Faur, 1992**).

- **Colorants** : les colorants sont des additifs alimentaires qui sont principalement utilisés pour uniformiser la couleur des aliments et les rendre plus attractifs visuellement. Bien que leur utilisation ne soit pas essentielle, ils peuvent contribuer à améliorer l'apparence des aliments et leur donner une apparence plus acceptable pour les consommateurs. Dans le cas de la margarine, sa couleur, qui est assez similaire à celle du beurre, est obtenue en ajoutant de l'huile de palme rouge ou du β -carotène, ce dernier étant l'option la plus courante (**Veirling et Guy, 2004**).

- **Antioxydants** sont utilisés pour prolonger la durée de conservation des produits alimentaires en retardant l'oxydation. Dans la production de margarine, des antioxydants tels que les tocophérols naturels, le BHA, le BHT, le TBHQ, l'acide ascorbique et le palmitate d'ascorbyle peuvent être ajoutés. Cependant, l'utilisation d'additifs alimentaires est réglementée et les dosages autorisés varient selon la législation locale (**Kirkeby, 2007**).

- **Ingrédients hydrosolubles**
- **Eau** : l'eau doit avoir un pH équivalent à environ 6 et ne pas contenir de sels de fer ou de manganèse, ni d'agents susceptibles de favoriser l'oxydation. Elle doit être pure, de bon goût et saine bactériologiquement. (**faur, 1992**).
- **Sel** : utilisé pour donner à la margarine son goût distinctif, améliorer sa saveur et potentiellement agir comme agent bactériostatique. (**François, 1974 ; Faur, 1992**).
- **Conservateur** : L'acide sorbique (E200) est un conservateur couramment utilisé en raison de son effet fongistatique efficace qui dépend de sa concentration. Sa teneur autorisée est de 2g/kg (**Denis, 1992**).

- **Correcteurs de pH** : L'acide citrique (E330) et l'acide tartrique (E334) sont des régulateurs d'acidité couramment utilisés qui agissent comme des antioxydants. De plus, l'acide citrique est utilisé comme agent de rétention de couleur tandis que l'acide tartrique est utilisé comme exaltateur d'arôme. (**CODEX STAN, 1995**).
- **Amidon** : produit final de couleur blanche qui peut se dissoudre dans l'eau. Selon la loi, son utilisation est obligatoire pour éviter les fraudes. Il est utilisé comme révélateur permettant d'identifier si un produit est de la margarine ou du beurre. Cette identification est possible grâce à la présence d'amidon dans le produit, à un taux de 0,04% (**Graille, 2003**).

7. Catégories de la margarine

Selon **Saillard (2010)** il existe plusieurs catégories de margarine sur le marché qui répondent à différents types d'utilisations. La figure 2 représente les différents types de margarines disponibles sur le marché.

- **Margarines industrielles** : désigne les graisses alimentaires commercialisées aux entreprises industrielles et artisanales pour être utilisées dans la fabrication de pâtisseries, biscuits, et autres produits de boulangerie de qualité supérieure.
- **Margarines de table** : ces margarines contenant au moins 80% de matières grasses sont rares sur le marché, car la plupart des produits sont allégés en lipides. elles sont principalement utilisées en tartine ou pour la cuisson en remplacement du beurre ou de l'huile. La texture dépend du taux de matières grasses saturées et insaturées, ainsi que du procédé de fabrication.
- **Margarines traditionnelles** : Les margarines traditionnelles contiennent une plus grande proportion d'huiles concrètes dans leur phase grasse et ont un taux d'acides gras saturés plus élevé qui affecte leur texture. Elles ont généralement entre 55 et 80 % de matière grasse et peuvent être utilisées en cuisson ou comme ingrédient dans les recettes. Elles ont une consistance plus dure et sont moins utilisées en tartine, mais sont idéales pour les produits de boulangerie-pâtisserie tels que les viennoiseries, gâteaux et biscuits grâce à leur texture facilitant leur utilisation.
- **Margarine allégées** : Les margarines allégées sont considérées comme des matières grasses tartinables. Elles sont disponibles dans une large gamme de compositions

nutritionnelles, car elles sont formulées pour répondre à des besoins et des objectifs nutritionnels spécifiques. Les margarines allégées peuvent être fabriquées à partir d'ingrédients végétaux uniquement, ou peuvent contenir une combinaison de matières grasses laitières et végétales. La figure ci-dessous représente la classification des margarines disponibles sur le marché mondiale.

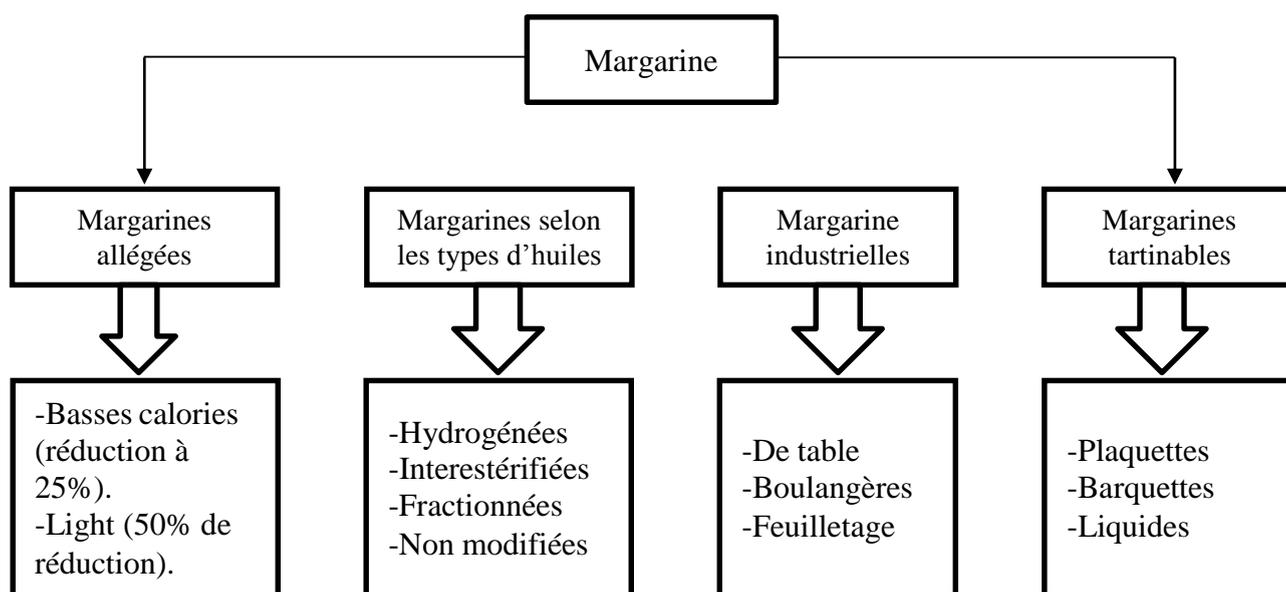


Figure 2 : Classification des margarines disponibles sur le marché mondiale (O'brien, 2004).

8. Caractéristiques des margarines

Les caractéristiques des margarines résultent des ingrédients et du processus de production. Les graisses définissent la consistance, la plasticité et la fusion, et ces caractéristiques sont interdépendantes. Une bonne margarine ne doit pas souffrir de séparation d'huile, de durcissement, de granularité, de séparation d'eau, de décoloration ou de gras (Silva *et al.*, 2021).

- **Texture :** La tartinabilité et la vitesse de fonte en bouche dépendent de la quantité et de la structure de la matière grasse solide présente. La mesure de l'indice de matière grasse solide (SFI) est un outil de contrôle qualité couramment utilisé pour évaluer la tartinabilité. Des valeurs SFI entre 10 et 20 prédisent une bonne tartinabilité, tandis que des valeurs trop élevées ou trop faibles ne sont pas idéales. Les margarines en bâtonnet et en pot mou ont une tartinabilité souhaitable, tandis que le beurre a un SFI plus élevé (Vaisey-genser, 2003).
- **La saveur :** La saveur de la margarine est une combinaison de composés odorants solubles dans la graisse et de composés gustatifs dissous dans l'eau. Le sel est le

principal composé gustatif ajouté, mais sa réduction ne semble pas affecter l'intensité perçue de la salinité. Cependant, la teneur élevée en matières grasses de la margarine peut interférer avec la perception du sel jusqu'à dix fois plus que dans l'eau. La modification de la teneur en sel peut également affecter l'équilibre global de la saveur de la margarine en raison de l'impact sur les composants volatils (**Vaisey-genser, 2003**).

- **Matières grasses solides et point de fusion**
- **matières grasses solides (SFC)** : importante pour déterminer le type de matière grasse à utiliser dans un produit. il varie selon la température. Les margarines doivent avoir une SFC adaptée à leur utilisation : moins de 32% pour les margarines sous réfrigération, moins de 3,5% pour éviter une sensation de cire dans la bouche et entre 47 et 60% à 5°C pour les margarines en bloc.
- **Point de fusion** : détermine les propriétés de fusion des margarines lorsqu'elles sont consommées dans du pain et des biscuits ou dans des préparations alimentaires en tant qu'ingrédient. À 37°C, les margarines doivent avoir une faible SFC pour une fonte adéquate à la température corporelle. La détermination du point de fusion peut également être effectuée par RMN en tant que température à laquelle la SFC de la margarine est inférieure à 4% (**Silva et al., 2021**).
- **Valeurs nutritionnelles** : Les margarines sont des corps gras alimentaires riches en énergie et en vitamines liposolubles (A, E, D), bénéficiant d'une bonne digestibilité grâce à leur état d'émulsion. De nos jours, il existe différents types de margarines, notamment celles à faible teneur en corps gras et celles riches en acides linoléiques, recommandées pour les régimes alimentaires liés aux maladies cardiovasculaires (**Champetier, 1956**).

9. Altération des margarines

La margarine peut subir des altérations physiques, chimiques et bactériologiques qui peuvent affecter sa qualité. Les facteurs bactériologiques sont particulièrement importants en termes d'altération de la margarine.

La margarine contient une quantité importante de matières grasses, ce qui la rend vulnérable à l'oxydation. L'oxydation peut provoquer une odeur de rance dans la margarine. En d'autres termes, la margarine est sensible à l'oxydation, ce qui peut entraîner une odeur désagréable, et parmi les facteurs qui provoquent l'oxydation :

- **Lumière** : L'exposition de la margarine à la lumière peut entraîner une altération de ses propriétés. Cela est dû aux rayons UV qui peuvent oxyder les acides gras insaturés, ce qui peut entraîner une dégradation de la texture, du goût et de la couleur de la margarine.
- **Chaleur** : La chaleur peut également altérer les margarines en provoquant une oxydation des acides gras insaturés. Cela peut entraîner une perte de saveur, une diminution de la valeur nutritive et une réduction de la durée de conservation de la margarine.
- L'altération de la texture de la margarine est causée par des changements dans sa consistance, qui sont le résultat de la recristallisation. Cette formation de cristaux entraîne une diminution de la quantité de margarine liquide par rapport à la phase solide, ce qui peut entraîner une perte de la texture, de la saveur et de l'apparence souhaitées (**McClement et Decker, 2000**).

1. Processus de fabrication de la margarine

Les margarines sont des émulsions eau-dans-huile, avec une phase aqueuse dispersée en fines gouttelettes dans la phase grasse. Le choix de la composition de la phase grasse et du processus de fabrication dépend de l'application du produit.

Une installation moderne de fabrication comprend des réservoirs de stockage d'huile, d'émulsifiant, de phase aqueuse et d'émulsion, dont la taille et le nombre sont adaptés à la capacité de l'usine. Elle dispose également d'une unité de pasteurisation et de refonte (Guillèn et al., 2016). La figure 3 montre les principales étapes de la fabrication de la margarine.

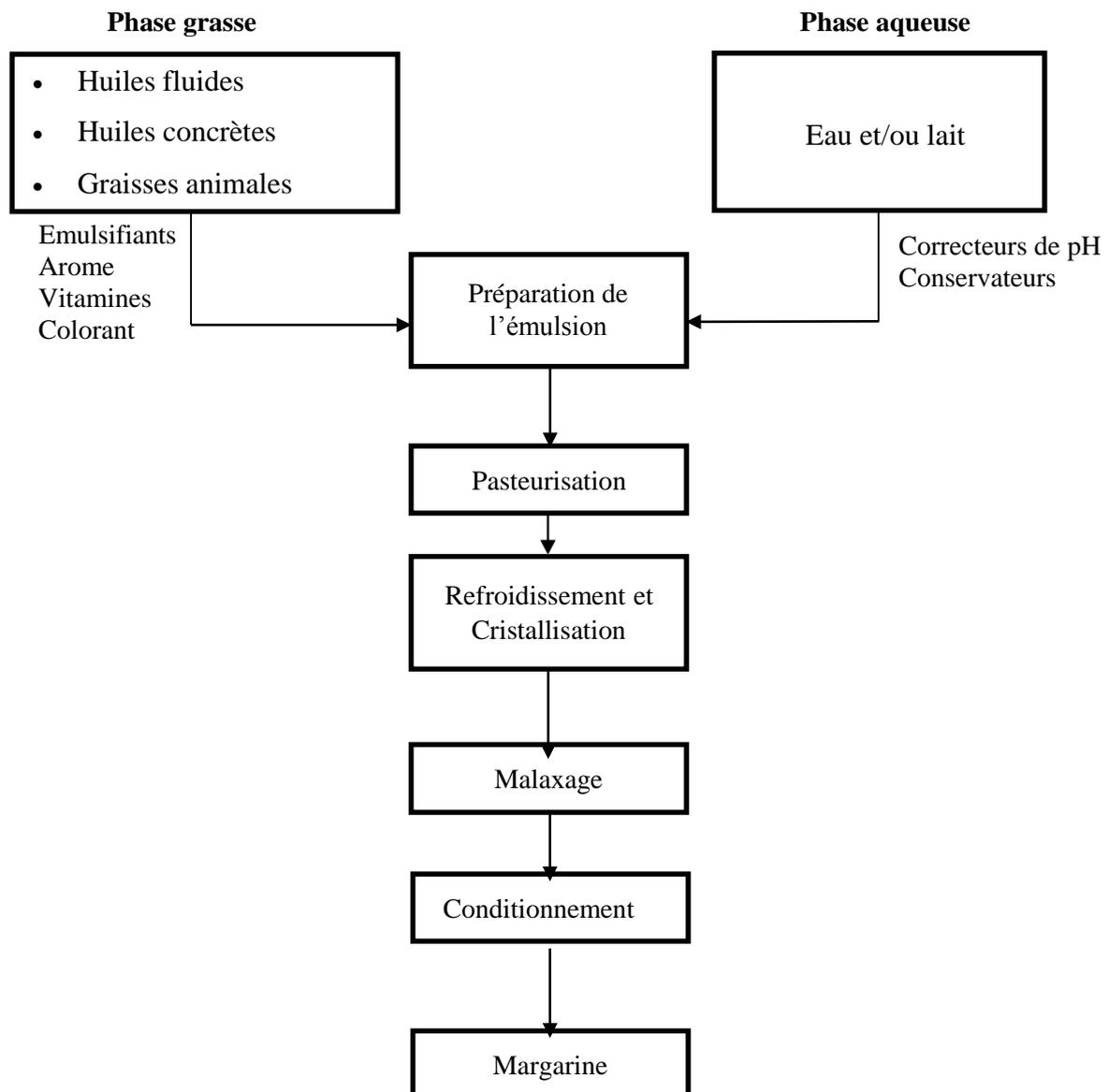


Figure 3 : Principe de fabrication de la margarine (Kone, 2001).

1.1. Préparation de la phase grasse

La phase grasse est préparée en utilisant des matières grasses de différentes origines, qui ont été raffinées et/ou modifiées par des procédés tels que l'hydrogénation, l'interesterification ou le fractionnement. Des ingrédients liposolubles tels que la lécithine, les monoglycérides, les colorants, les vitamines et le β -carotène sont également ajoutés.

Le choix des huiles utilisées dans cette phase est crucial car il influe sur plusieurs caractéristiques du produit fini, notamment sa texture, sa consistance, son point de fusion et sa stabilité à l'oxydation (**Karleskind, 1992**).

1.2. Préparation de la phase aqueuse

La phase aqueuse est une partie importante de la formulation, représentant 16 à 18% du produit final. Avant d'être utilisée, l'eau ou le lait doivent être pasteurisés pour assurer la sécurité du produit. Ensuite, divers ingrédients tels que le sel, le sucre, les arômes, les conservateurs et les correcteurs de pH peuvent être ajoutés pour améliorer la saveur, la texture et la durée de conservation (**Karleskind, 1992**).

1.3. Préparation de l'émulsion

Lors de la préparation de l'émulsion, la première étape consiste à mélanger la phase grasse complète chauffée à une température d'environ 50-60 °C avec la phase aqueuse en remuant constamment pendant environ 3 à 4 minutes. Pour obtenir une émulsion fine lors de la deuxième étape, un malaxage vigoureux est nécessaire pour réduire la taille des gouttelettes de l'émulsion (**Kone, 2001**).

1.4. Pasteurisation

La pasteurisation offre des avantages tels que la stabilité microbiologique et l'inhibition de la croissance de micro-organismes. Il est préférable de pasteuriser l'émulsion complète plutôt que la phase aqueuse seule (**Fellows, 2000**).

La pasteurisation implique le traitement d'un produit par chauffage à une température de 80°C à 83°C pendant une durée de 3 à 4 secondes sous une pression de vapeur de 5 bars. Ensuite, le produit est refroidi rapidement à une température de 38°C à partir de 40°C en faisant circuler de l'eau recyclée qui ne dépasse pas 30°C, afin d'éviter tout choc thermique (**Varnam et al., 1994**).

1.5. Refroidissement et cristallisation

Après avoir préparé l'émulsion, il est nécessaire de la stabiliser pour qu'elle conserve sa structure et sa texture. Cela peut être accompli en refroidissant l'émulsion à des températures très basses, généralement à l'aide d'un échangeur de chaleur à l'azote liquide.

Le refroidissement à des températures très basses permet à la phase grasse de la margarine de cristalliser, ce qui renforce la structure de la margarine. La cristallisation est essentielle pour assurer une consistance stable et une texture agréable à la margarine. En somme, le couplage entre la cristallisation et le refroidissement est crucial pour garantir la qualité de la margarine (Cossut *et al.*, 2002).

1.6. Texturation et conditionnement

La texturation est effectuée par malaxage afin d'obtenir la consistance appropriée pour chaque type de margarine et garantir une bonne homogénéité (Saillard, 2010). Après avoir été refroidie et cristallisée, la margarine est soumise à un processus de pompage à haute pression avant d'être conditionnée.

Le conditionnement peut être effectué de deux manières : soit en utilisant des barquettes en PVC, soit en enveloppant la margarine dans du papier aluminium. En fonction du type de conditionnement choisi, les équipements utilisés peuvent différer. Pendant cette étape, des échantillons de la margarine sont prélevés pour effectuer les tests de contrôle qualité sur le produit fini (Cossut *et al.*, 2002).

MATÉRIEL

ET

MÉTHODES

III. Matériel et méthodes

Le présent travail est effectué au sein de l'unité de margarinerie au complexe Cevital sis au port de Bejaia, j'ai réalisé des analyses physico-chimiques sur deux types de margarines et j'ai fait une constatation des procédés de fabrication et leurs impacts sur la qualité de la margarine produite.

1. Description des échantillons de margarine utilisés dans l'étude

Deux types de margarines ont fait l'objet et le matériel de cette étude ce sont : margarine Fleurial et margarine de feuilletage (La Parisienne). Ces margarines utilisées sont des produits finis prélevés du lot juste après leur production.

1.1. Margarine Fleurial (donnée de l'entreprise Cevital)

- **Composition :** La margarine Fleurial est formulée à partir d'un mélange d'huiles végétales, telles que l'huile de tournesol et d'autres huiles végétales de qualité supérieure. Elle contient aussi des émulsifiants, des arômes, des colorants et des antioxydants spécifiques.
- **Utilisation :** La margarine Fleurial est conçue pour être un substitut du beurre dans différentes applications culinaires et pâtisseries. Elle peut être utilisée pour la cuisson, la pâtisserie, les tartines.
- **Caractéristiques physiques :** La margarine Fleurial est présentée sous forme d'un bloc solide, facile à étaler et à incorporer dans les préparations.
- **Propriétés organoleptiques :** La margarine Fleurial offre un arôme et un goût neutres, permettant à ses utilisateurs de s'adapter facilement à différentes recettes et préparations culinaires. Elle peut apporter une légère saveur crémeuse et une texture agréable en bouche.

1.2. Margarine de feuilletage

- **Composition** : La margarine de feuilletage est spécialement formulée pour répondre aux exigences des produits de boulangerie feuilletés. Elle est composée d'un mélange d'huiles végétales, telles que l'huile de palme ou l'huile de colza, associé à des émulsifiants et des additifs spécifiques pour favoriser la formation de couches feuilletées.
- **Utilisation** : La margarine de feuilletage est conçue pour être utilisée dans les procédés de laminage et de pliage de la pâte feuilletée, permettant d'obtenir des produits de boulangerie légers et croustillants.
- **Caractéristiques physiques** : La margarine de feuilletage se présente généralement sous forme de bloc solide en plaquette, avec une texture ferme et cohérente pour faciliter le laminage uniforme de la pâte.
- **Propriétés organoleptiques** : La margarine de feuilletage est conçue pour ne pas altérer le goût ou l'arôme de la pâte feuilletée. Elle offre une texture croustillante et une saveur subtile qui complètent parfaitement les produits de boulangerie finis.

2. Implications des différents procédés de fabrication sur la qualité des margarines

2.1. Types d'huiles utilisées

La qualité de la margarine dépend principalement de la composition de sa phase grasse. Les caractéristiques telles que l'élasticité, la tartinabilité, la vitesse de fusion et la sensation de "fraîcheur" du produit sont liées aux composants de la fraction grasse. La tartinabilité de la margarine dépend principalement de la proportion de fractions solides et liquides dans la phase grasse (**Kone, 2001**).

On retrouve ci-dessous les types d'huiles utilisées pour chacun des produits analysés :

- **Margarine Fleurial** : huiles de palme, tournesol, HBO (équivalent huile de soja hydrogénée), HPO (équivalent palme hydrogénée).
- **Margarine parisienne (feuilletage)** : huile de palme, huile de tournesol, HPO (coprah + stéarine).

2.2. Processus d'émulsification

L'émulsification repose sur l'utilisation d'émulsifiants pour stabiliser l'émulsion obtenue. Les émulsifiants, comme les mono- et diglycérides d'acides gras, s'adsorbent à l'interface huile/eau et forment une barrière interfaciale qui empêche la recombinaison des globules (**Israelachvili, 1992**).

On utilise pour la margarine de table (Fleurial) les émulsifiants tels que les mono- et diglycérides d'acides gras, et pour la margarine de feuilletage (la parisienne) la lécithine de soja et les mono- et diglycérides d'acides gras (**données de l'entreprise**).

Dans le bac d'émulsion, un agitateur mécanique assure la bonne homogénéité de l'émulsion.

2.3. Ajouts d'additifs

Des additifs sont ajoutés pour les margarines fabriquées afin d'améliorer leurs qualités organoleptiques et nutritionnelles.

Tableau I : Représentation des additifs ajoutés pour chaque margarine.

Types de margarine	Vitamines	Colorants	Aromes	Antioxydants	Conservateur
Fleurial	A, D & E	β -carotène	Quest	Sorbate de potassium	Acide sorbique, Sorbate de potassium
La parisienne (feuilletage)	Aucune	β -carotène	Quest	Grindox 204	Acide sorbique, Sorbate de potassium

2.4. Processus de pasteurisation

Après l'émulsification, la margarine est soumise à une pasteurisation. Ce procédé est effectué afin d'éliminer les microorganismes et d'inhiber la croissance microbienne. La température de pasteurisation varie généralement entre 80°C et 83°C, et le temps de traitement est de 3 à 4 secondes.

2.5. Processus de cristallisation

Après avoir quitté le réservoir d'émulsification, l'émulsion semi-liquide est acheminée vers le cristalliseur, où se déroule l'étape cruciale du processus de traitement des margarines la cristallisation ou la plastification, qui implique la formation et la maturation des cristaux.

Le cristalliseur utilise des échangeurs de chaleur à surface raclée pour contrôler les températures de 10 à 22 °C, favorisant ainsi la formation de nombreux noyaux cristallins.

Ces cristaux se forment initialement sur les parois, où la température diminue rapidement, puis sont rassemblés en grappes compactes après le raclage (**Borwankar *et al.*, 1992**).

3. Méthodes d'analyses physico-chimiques

3.1. Détermination de la teneur en eau (ou humidité)

- **Principe** : La méthode de détermination de la teneur en eau repose sur le principe de la déshydratation de l'échantillon de margarine à une température élevée. En chauffant l'échantillon, l'eau qu'il contient s'évapore, tandis que les autres composants de la margarine, tels que les graisses, restent intacts. La perte de poids de l'échantillon après chauffage est utilisée pour calculer la teneur en eau.
- **Mode opératoire** : le bécher vide est pesé ensuite 5g d'échantillon, il a été mis au séchage dans l'étuve préalablement à 103°C pendant 2heures, après l'avoir laissé refroidir dans le dessiccateur l'échantillon est pesé une deuxième fois.
- **Expression des résultats** : la teneur en eau H% exprimée en pourcentage est calculée par la formule suivante :

$$H\% = \frac{mi - mf}{mi - m0} \times 100$$

M0 : poids du bécher vide (g) ;

Mi : poids de la prise d'essai (g) ;

Mf : poids du bécher contenant l'échantillon après chauffage (g).

3.2. Détermination de la teneur en sel

- **Principe** : La teneur en sel désigne la quantité de chlorure de sodium (NaCl) présente dans la margarine. On détermine cette quantité en réalisant un titrage des chlorures avec du nitrate d'argent en présence de chromate de potassium, qui sert d'indicateur coloré.
- **Mode opératoire** : une pesée de 5g de l'échantillon était faite dans un Erlenmeyer, on lui a ajouté 100ml d'eau distillée, on l'a chauffé jusqu'à dissolution totale, on l'a laissé refroidir, puis on a ajouté des gouttes de chromates de potassium. Enfin, on a titré avec la solution de nitrates d'argent jusqu'à obtention d'une couleur rouge brique persistante pendant 30 secondes.

- **Expression des résultats** : le taux de sel est exprimé selon l'équation suivante :

$$Ts\% = \frac{N \times V \times Eq. gNaCl}{P \times 10}$$

Ts% : teneur en sel exprimée en pourcentage ;

N : Normalité d'AgNO₃ (0,1N) ;

V (ml) : Volume en ml d'AgNO₃ ;

Eq.gNaCl : équivalent gramme d'NaCl égale à 58,5

P : prise d'essai en (g).

3.3. Détermination du Point de fusion

- **Principe** : consiste à chauffer une prise d'essai dans un bain marie et à enregistrer la température à laquelle la fusion se produit.
- **Mode opératoire** : La margarine était placée dans deux tubes capillaires en verre sur une hauteur de 2 cm, puis on a refroidit au réfrigérateur pendant 20 minutes. Les tubes sont ensuite plongés dans un bain marie contenant de l'eau osmosée. L'ensemble a été chauffé lentement à raison de 0,5°C par minute. Les températures à partir desquelles les colonnes de margarine commencent à remonter dans les tubes étaient ensuite notées attentivement.
- **Expression des résultats** : le point de fusion correspond à la température à laquelle les colonnes d'huiles commencent à remonter dans les tubes.

3.4. Détermination de l'indice de peroxyde

- **Principe** : L'indice de peroxyde est obtenu en réalisant une analyse d'échantillon en utilisant de l'acide acétique et du chloroforme, mélangés avec une solution d'iodure de potassium (KI). Ensuite, on procède à un titrage de l'iode libéré à l'aide d'une solution de thiosulfate de sodium (Na₂S₂O₃).
- **Mode opératoire** : A l'abri du contact avec l'air, on a pesé 5 g de l'échantillon à analyser dans un erlenmeyer ensuite on a ajouté 12 ml de chloroforme et 18 ml d'acide acétique, puis on a incorporé à cette solution 1ml d'iodure de potassium (KI), on a agité la solution et a été mise à l'abri de la lumière pendant une minute à une température comprise entre 15 et 25°C, on a ajouté ensuite 75ml d'eau distillée afin d'arrêter la réaction et on agite vigoureusement tout en ajoutant quelques gouttes d'empois d'amidon

comme indicateur coloré. On a titré avec le thiosulfate de sodium à 0,01N et on a lu sur la burette la chute correspondante, et on a effectué un essai à blanc.

➤ **Expression des résultats**

$$IP(meqO_2) = N \frac{(v - v_0)}{P} \times 1000$$

IP : indice de peroxyde ;

N : Normalité de $Na_2S_2O_3$ (0,01N) ;

V : Volume de $Na_2S_2O_3$ utilisé dans le titrage (ml) ;

V0 : Volume de $Na_2S_2O_3$ pour l'essai à blanc (ml) ;

P : Poids de la prise d'essai (g)

3.5. Détermination de pH de la phase aqueuse

- **Principe** : Mesure du potentiel électrique entre une électrode de verre et une électrode de référence immergées dans la margarine fondue, en utilisant une phase aqueuse distincte.
- **Mode opératoire** : On a étalonné le pH mètre par l'eau distillée a pH = 7, ensuite on a introduit les électrodes dans la phase aqueuse a la température de mesure, lorsque la lecture était devenu constante on a lu la valeur de pH sur l'échelle de l'instrument.

1.4. Tests organoleptiques

Méthode d'appréciation

Après avoir évalué les propriétés physico-chimiques de nos margarines, nous avons procédé à un test organoleptique afin de donner une évaluation de l'odeur, de la couleur, de l'aspect, de la tartinabilité et du goût du produit en utilisant les méthodes suivantes :

- **Odeur** : évaluation de l'odeur de la margarine en la sentant directement. Des arômes agréables sont recherchés, sans odeurs étranges ou désagréables.
- **Couleur** : appréciation de la couleur de la margarine en l'observant visuellement. pour noter si la couleur était uniforme et si elle correspondait aux normes de qualité.
- **Aspect** : évaluation de l'aspect de la margarine en l'observant visuellement. Afin de rechercher une texture lisse et homogène, sans grumeaux ni séparation d'huile.
- **Tartinabilité** : tester la facilité de tartinage de la margarine sur du pain frais et si elle se propageait facilement et uniformément, sans se casser ni être trop molle.
- **Goût** : goûter la margarine pour évaluer son goût général. recherché un goût agréable, crémeux et sans arrière-goûts indésirables.

RÉSULTATS

ET

DISCUSSIONS

IV. Résultats et discussions

1. Différents facteurs influençant la qualité de la margarine

1.1. Influence des types d'huiles utilisées sur les caractéristiques de la margarine

Le type d'huile ou de graisse utilisé a une influence sur les caractéristiques des margarines. Les triglycérides présents dans ces huiles et graisses peuvent se présenter sous différentes formes cristallines, notamment la forme α (maille hexagonale), la forme β (maille triclinique) et la forme β' (type orthorhombique).

La forme α est la moins dense et la moins stable, tandis que la forme β' est intermédiaire et la forme β est la plus stable avec le point de fusion le plus élevé. La cristallisation sous forme β' confère aux matières grasses de bonnes propriétés plastiques, ce qui est recherché pour les margarines et les matières grasses utilisées en boulangerie-pâtisserie.

En fonction du type de matière grasse utilisée, différentes formes cristallines stables se forment à l'état solide. Par exemple, les formes β sont présentes dans les matières grasses comme le coprah, le palmiste, le soja et le tournesol. Les formes β' se retrouvent dans des matières grasses telles que le colza et l'huile de palme (**Cansell, 2005**).

Ainsi, le choix de la matière grasse utilisée aura une influence sur les qualités fonctionnelles des margarines ou des matières grasses.

1.2. Impact de l'émulsification

L'émulsification permet d'obtenir une texture lisse et crémeuse de la margarine. En effet, les microgouttelettes d'eau agissent comme des centres de diffraction de la lumière, conférant à la margarine sa blancheur et son opacité caractéristiques. De plus, ces gouttelettes d'eau emprisonnées dans la matrice grasse procurent à la margarine sa structure spongieuse tridimensionnelle lors de l'étalement et du tartinage (**McClements, 2015**).

La taille et la distribution des gouttelettes d'eau au sein de la phase grasse dépendent des paramètres d'émulsification, notamment le rapport eau/huile, la température, et la nature des émulsifiants ajoutés. Une émulsification efficace conduit à des gouttelettes plus fines et plus homogènes, améliorant la texture, la consistance et la stabilité oxydative de la margarine (**Friberg et Larsson, 1997**).

1.3. Impact des additifs sur la qualité de la margarine

Les additifs sont ajoutés à la margarine pour améliorer certaines propriétés du produit fini comme la texture, la saveur et la durée de conservation. Par exemple, les émulsifiants sont ajoutés pour obtenir une meilleure émulsion de l'eau dans la matière grasse et donner une texture lisse et onctueuse. Les conservateurs sont ajoutés pour augmenter la durée de conservation du produit. Les arômes et colorants sont utilisés pour améliorer l'attrait visuel et gustatif du produit (**Belitz et al., 2009**).

Cependant, l'ajout excessif d'additifs peut avoir des impacts négatifs sur la qualité du produit. Par exemple, une quantité trop élevée d'émulsifiants peut rendre la texture collante, une quantité trop élevée de conservateurs peut donner un goût chimique, et une quantité trop élevée de colorants peut donner une couleur non naturelle au produit (**Guillèn et al., 2016**).

L'ajout contrôlé d'additifs de haute qualité et dans les bonnes proportions améliore la qualité la margarine. Mais un excès ou des additifs de mauvaise qualité peuvent nuire à la qualité du produit final.

1.4. Impact de la pasteurisation sur la qualité de la margarine

La pasteurisation est une étape essentielle de la fabrication de la margarine pour assurer la sécurité et la durée de conservation. En chauffant l'émulsion de margarine à 80-83 °C, elle tue les microorganismes nuisibles comme les bactéries, les levures et les moisissures qui peuvent causer la détérioration et les maladies d'origine alimentaire (**Varnam et al., 1994**). Cela permet à la margarine d'être stockée pendant une longue période sans se détériorer. Sans pasteurisation, la margarine n'aurait pas une longue durée de vie due à la croissance microbienne (**Belitz et al., 2009**).

La pasteurisation peut avoir une incidence sur les éléments nutritifs de la margarine. Le traitement thermique peut détruire certains nutriments sensibles à la chaleur comme certaines vitamines. Cependant, pour la margarine, le but premier de la pasteurisation est la sécurité et la durée de conservation, pas la nutrition (**Hasenhuettl, 2019**).

La pasteurisation est un processus normalisé bien établi qui produit un produit sûr et stable. Lorsqu'elle est faite dans des conditions contrôlées, elle assure un produit de qualité qui répond aux règlements de sécurité. Les variations ou l'absence de pasteurisation peuvent entraîner des problèmes de qualité.

1.5. Impact de la cristallisation sur la qualité de la margarine

La texture de la margarine est influencée par le mode de cristallisation utilisé lors de son processus de refroidissement. L'industrie de la margarine utilise principalement des appareils de refroidissement de type « échangeur à surface raclée ». Dans ces appareils, le mélange à cristalliser circule à travers plusieurs tubes (généralement de 2 à 6) refroidis par un liquide réfrigérant. À l'intérieur de ces tubes, des couteaux racleurs sont utilisés pour homogénéiser le refroidissement et soumettre le mélange à une forte agitation (**Cansell, 2005**).

Des volumes de repos peuvent être placés entre les tubes pour obtenir le niveau de cristallisation souhaité. Ces volumes de repos favorisent la nucléation et le développement des cristaux. Les paramètres de fabrication sont adaptés en fonction du mélange à cristalliser.

La température de refroidissement lors de la cristallisation dans les échangeurs à surface raclée diffère pour la margarine de feuilletages et la margarine Fleurial. En effet, la température de refroidissement est plus élevée pour la margarine de feuilletage et plus basse pour la margarine Fleurial.

Lorsque les matières grasses sont refroidies, il peut se produire un phénomène de surfusion. Si le refroidissement est très rapide, cela entraînera une cristallisation sous forme α , tandis qu'un refroidissement très lent favorisera la formation de la forme β . Par conséquent, la conduite de la cristallisation des matières grasses consiste à adapter le mode de refroidissement afin de favoriser les formes α et β . La cristallisation du corps gras sous forme β est d'autant plus favorisée que la structure glycéridique des triglycérides à haut point de fusion est différente (**faur, 1992**).

1.5.1. La consistance et la plasticité des margarines

La consistance et la plasticité des margarines résultent du comportement de cristallisation déterminé par leur teneur en triacylglycérols. Par exemple, un comportement de cristallisation indésirable tel que la croissance de cristaux granulaires affecte la douceur et la facilité d'étalement de la margarine (**Tanaka et al., 2007**).

Si la température de cristallisation subit de nombreuses fluctuations, la stabilité de l'émulsion peut être affectée.

1.5.2. Les points critiques de la cristallisation

- une cristallisation insuffisante peut entraîner des margarines avec un faible brillant, une faible onctuosité, des grumeaux, une faible plasticité et un aspect cassant ;

- une cristallisation excessive entraîne une margarine présentant un brillant et une onctuosité excessifs, un aspect huileux, une faible consistance et une migration d'huile vers la surface (Cansell, 2005) ;
- un refroidissement lent engendre quelques gros noyaux cristallins, tandis qu'un refroidissement rapide conduit à la formation de plusieurs petits noyaux de cristaux (Giacomozzi *et al.*, 2019).

Lorsque ce processus se produit de manière contrôlée, les cristaux de matières grasses présentent la forme polymorphe β' , qui convient aux margarines en raison de la sensation de crémeux lors de la consommation et de la rétention de grandes quantités d'huile liquide en raison de leur nature sphérique (Borwankar *et al.*, 1992).

2. Caractéristiques physico-chimiques des margarines

2.1. Teneur en eau (humidité)

Les résultats de la teneur en eau des deux margarines étudiées sont démontrés dans la figure 4.

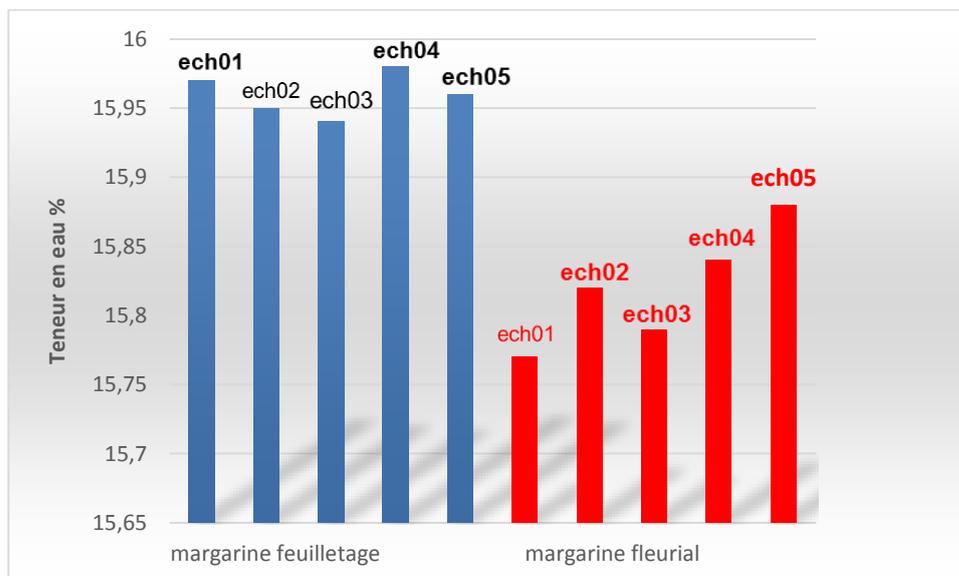


Figure 4 : Teneurs en eau des deux margarines étudiées.

La teneur en eau est un paramètre important qui détermine la qualité et les propriétés de la margarine. On retrouve ci-dessous les moyennes des résultats obtenus sur les deux margarines :

Margarine de feuilletage : 15,84 %

Margarine Fleurial : 15,87 %

Nous pouvons conclure ce qui suit:

La teneur en eau se situe dans la fourchette normale pour les deux margarines, qui se situe habituellement entre 15 et 20 % (**Belitz *et al.*, 2008**). Cela indique que les deux types de margarine répondent aux normes de **codex alimentarius**.

À ces niveaux d'eau, la margarine aura une bonne consistance et une bonne tartinabilité (**Belitz *et al.*, 2008**).

L'eau de la margarine agit également comme solvant et milieu de dispersion pour les ingrédients liposolubles comme les émulsifiants, les conservateurs, les vitamines et les arômes (**Ghotra *et al.*, 2002**). La teneur en eau influence donc l'efficacité de ces additifs.

La teneur en eau a un impact significatif sur les propriétés, la qualité, la durée de conservation et les applications alimentaires de la margarine. Les margarines à teneurs différentes en matières grasses sont adaptées à des utilisations finales spécifiques. Les résultats obtenus montrent que les deux types de margarine ont une teneur en eau acceptable.

2.2. Teneur en sel

Le sel (chlorure de sodium) est ajouté à la margarine comme agent de conservation et pour améliorer la saveur. La figure 5 montre les résultats de la teneur en sel des deux margarines étudiées.

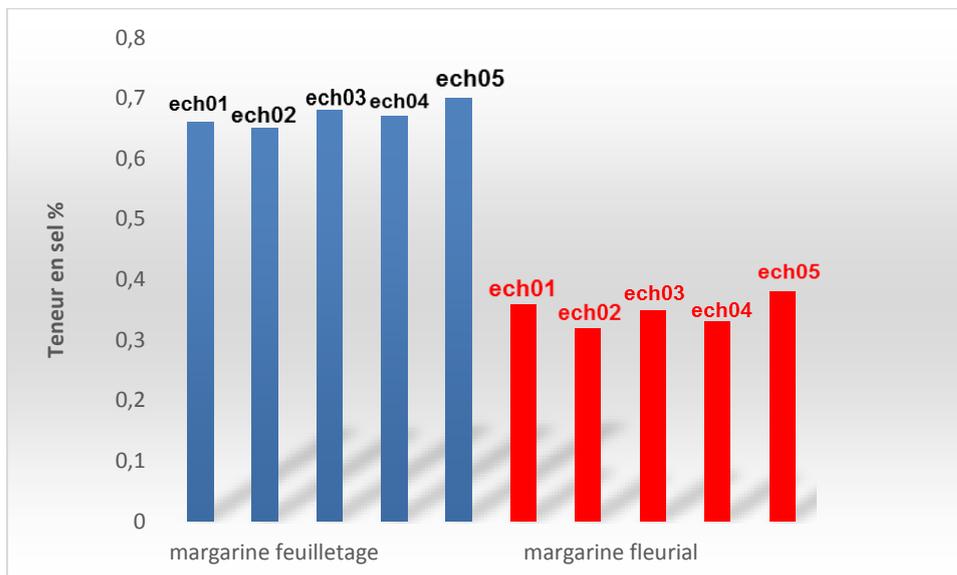


Figure 5 : Teneurs en sel des deux margarines étudiées

Moyennes des résultats de la teneur en sel des deux margarines :

Margarine de feuilletage : 0,67%

Margarine Fleurial : 0,34%

À des niveaux de 0,5 à 1% pour la margarine de feuilletage et de 0,11 à 0,4% pour la margarine Fleurial les deux produits respectent les normes de qualité établies par l'entreprise et à la norme du **codex alimentarius**, le sel inhibe la croissance de microorganismes qui peuvent altérer le produit et réduire sa durée de conservation. Le sel est suffisant pour produire des effets conservateurs et assurer une durée de conservation adéquate (**Taormina, 2010**).

Le sel a également une incidence sur la texture, la dureté et l'étalement de la margarine. À des niveaux modérés (0,5-1%), le sel provoque des changements dans l'émulsion de margarine qui rendent le produit plus ferme et moins étalable (**Varnam et al., 1994**).

La teneur en sel à 0,67 % et 0,34% devrait avoir un impact positif global sur la qualité de la margarine en permettant une durée de vie adéquate, des propriétés texturales appropriées et une saveur améliorée.

2.3. Indice de peroxyde

L'indice de peroxyde mesure la quantité de peroxyde formée dans les graisses et les huiles en raison de l'oxydation. Un faible indice de peroxyde indique peu d'oxydation et de rancidité, ce qui signifie que le produit a une bonne stabilité et de qualité. Les margarines dont l'indice de peroxyde est inférieur à 10 meq/kg sont considérées comme stables et de bonne qualité (**Belitz et al., 2008**). On voit sur la figure 6 les résultats de l'indice de peroxyde des deux margarines analysées.

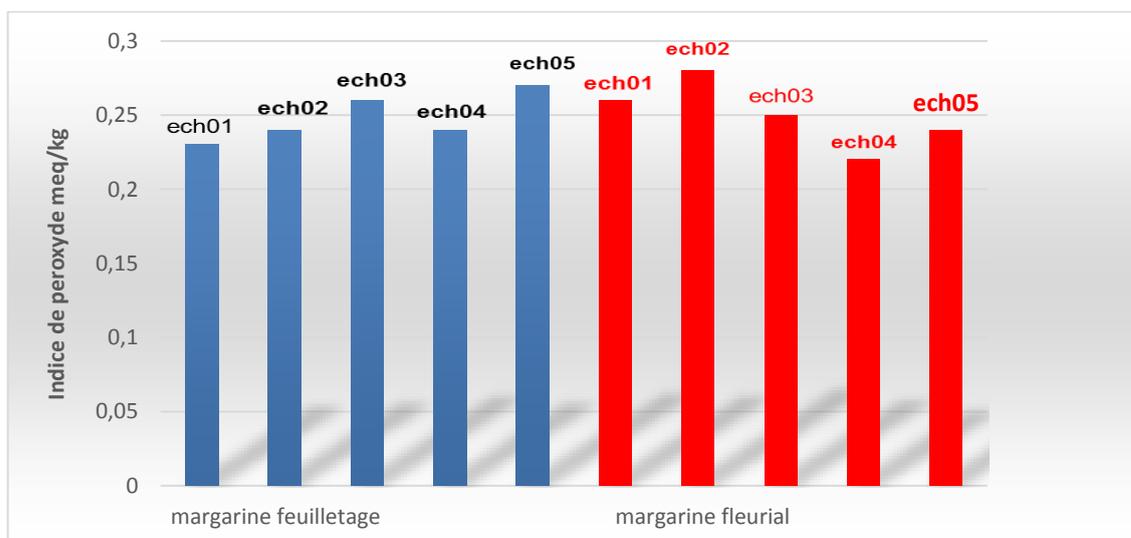


Figure 6 : Indices de peroxyde des deux margarines étudiées

Moyennes des résultats de l'indice de peroxyde des deux margarines :

Margarine de feuilletage : 0,25 meq/kg

Margarine Fleurial : 0,25 meq/kg

La margarine de feuilletage avec un indice moyen de peroxyde de 0,25 meq/kg, bien au-dessous de la limite de 10 meq/kg. Cela indique qu'il a subi peu d'oxydation et a une bonne stabilité et qualité.

La margarine Fleurial avec un indice moyen de peroxyde de 0,25 meq/kg, également inférieur à la limite de 10 meq/kg. Cela indique également qu'il a une bonne stabilité et qualité avec peu d'oxydation et de rancidité.

Les indices de faibles peroxydes obtenus pour la margarine de feuilletage et la margarine Fleurial, qui sont bien au-dessous de la limite standard, montrent que ces deux margarines sont conformes à la norme **NE.1.2.98/88**, qui est fixé à $IP < 10$ méq.g d'O₂/kg et ont une bonne stabilité et une bonne qualité. Ils ont subi peu d'oxydation et de rancidification, indiquant qu'ils auront une durée de vie suffisamment longue et de bonnes caractéristiques sensorielles pour les consommateurs.

2.4. Point de fusion

La figure 7 nous indique les différents points de fusion des deux margarines analysées.

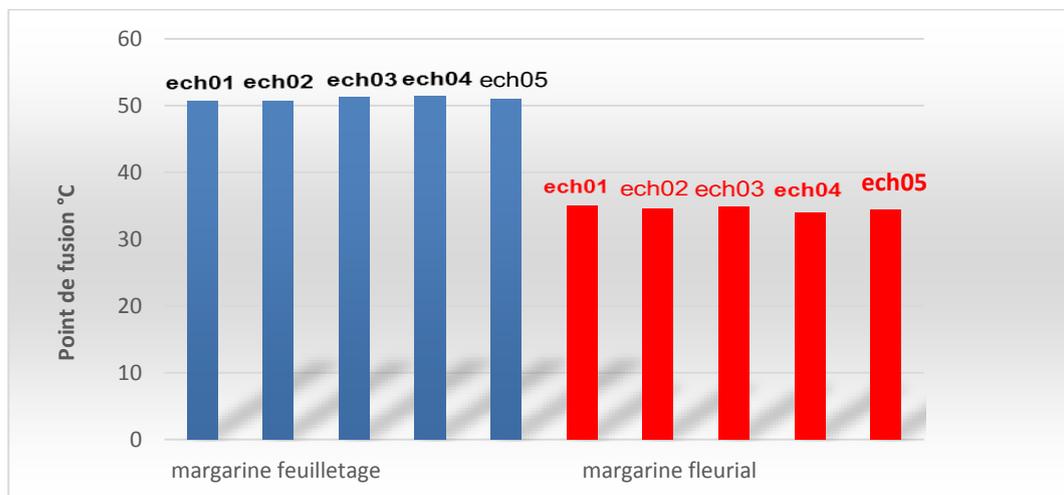


Figure 7 : Résultats de points de fusion des deux margarines étudiées

Moyennes des résultats de points de fusion des deux margarines :

Margarine de feuilletage : 50,98 °C

Margarine Fleurial : 34,6 °C

Un point de fusion plus élevé indique une matière grasse plus solide à température ambiante, tandis qu'un point de fusion plus bas indique une matière grasse plus molle et

étalable. Le point de fusion de la margarine de feuilletage devrait être de 44 à 54 °C, tandis que pour la margarine de table, le point de fusion devrait être de 33 à 42 °C (Vaclavik *et al.*, 2008).

Les résultats obtenus pour la margarine de feuilletage (50,98 °C) et la margarine Fleurial (34,65 °C) se situent dans ces plages normalisées et qui sont conforme aux normes NE qui est (44 à 54 °C) pour la margarine de feuilletage et (33 à 42 °C) pour la margarine Fleurial, ce qui indique que les deux produits ont une consistance appropriée pour leurs utilisations prévues. Le point de fusion plus élevé de la margarine de feuilletage lui donne la fermeté et la stabilité nécessaires pour une utilisation comme graisse de laminage dans les boulangeries. Le point de fusion inférieur de la margarine Fleurial lui donne une texture plus douce et plus crémeuse adaptée à l'épandage direct sur le pain et les sandwichs (O'Brien, 2004).

L'analyse du point de fusion confirme que la margarine de feuilletage a une bonne consistance et stabilité pour les applications à haute température comme la lamination, tandis que la margarine Fleurial a une consistance et une qualité plus douces appropriées pour une utilisation sur table à température ambiante. Les résultats suggèrent que les deux margarines auraient des caractéristiques de qualité acceptables pour leurs applications prévues.

2.5. pH de la phase aqueuse

La figure 8 montre les résultats de pH obtenus à partir des deux margarines étudiées.

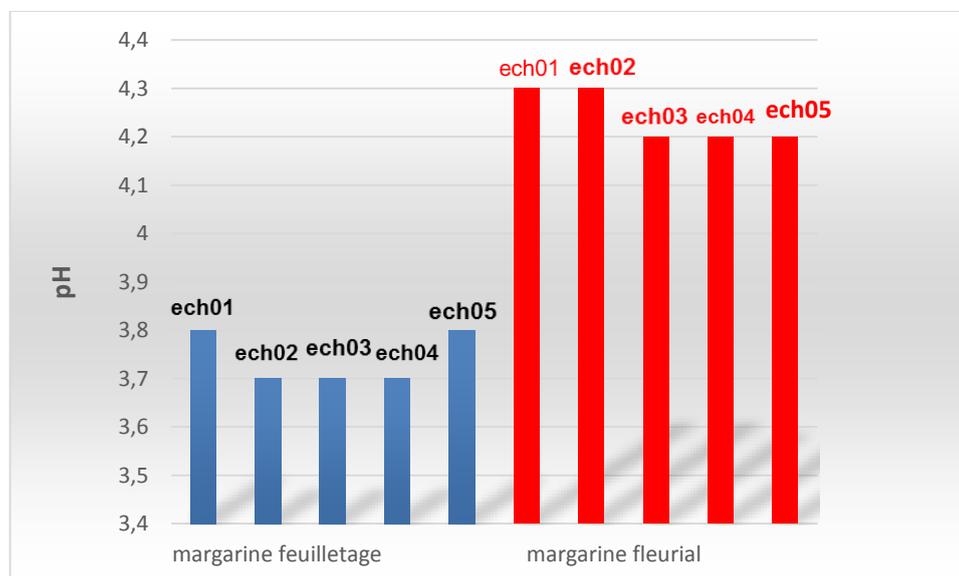


Figure 8 : Résultats de pH des deux margarines étudiées

La figure 8 montre que la margarine de feuilletage a un pH inférieur à celui de la margarine Fleurial mais qui sont conformes aux normes préconisées par l'entreprise **NE.1.2.430/89** (3,5 et 5.5). Cela est dû à plusieurs facteurs, tels que :

- le type et la quantité d'émulsifiants utilisés dans la formulation de margarine : les émulsifiants sont des substances qui aident à stabiliser l'émulsion eau-huile de la margarine et à prévenir la séparation de phase. Certains émulsifiants courants comme la lécithine, les mono- et diglycérides peuvent affecter le pH de la margarine en donnant ou en acceptant des protons en phase aqueuse.
- le sel peut également inhiber la croissance microbienne et la détérioration, ce qui peut modifier le pH de la margarine au fil du temps.
- le type et la qualité des huiles végétales utilisées dans la margarine : les huiles végétales sont principalement composées de triglycérides, qui peuvent subir une hydrolyse, une oxydation et une rancidité pendant le stockage et le traitement. Ces réactions peuvent abaisser le pH de la margarine. (Delamarre, 1999 ; Caballero *et al.*, 2016).

3. Caractéristiques organoleptiques des margarines

Les résultats de l'appréciation organoleptique des margarines la Parisienne et Fleurial sont représentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau II : Caractéristiques organoleptiques des margarines Fleurial et la Parisienne.

Caractéristiques	Fleurial	La parisienne (feuilletage)
Odeur	Dégage une odeur fraîche et douce	beurre
Couleur	Jaune pâle	jaunâtre
aspect	Lisse, brillante et homogène	Lisse et homogène
Goût	Goût du beurre	spécifique de beurre
Tartinabilité	Facile a tartiner	Bonne aptitude à l'étalement

D'après les résultats du tableau, les deux margarines présentes des caractéristiques propres à leurs spécificités. Les margarines Fleurial et de feuilletage ont une bonne texture fondante et tartinable ce qui résulte d'une bonne cristallisation et au bon procédé de fabrication.

Chaque margarine possède une couleur distincte qui la caractérise, et cela est dû à l'utilisation de quantités différentes de β -carotène. Les margarines Fleurial et de feuilletage ont une couleur qui résulte de l'ajout d'une quantité appropriée de β -carotène.

Plusieurs facteurs peuvent influencer la qualité organoleptique de la margarine. Parmi ces facteurs figurent le taux d'émulsifiant utilisé, le processus de cristallisation de la margarine, le choix de l'huile ou de la graisse utilisée, ainsi que la température de stockage (**Cansell, 2005**).

CONCLUSION

Conclusion

La margarine est un produit alimentaire complexe qui nécessite un contrôle rigoureux de sa qualité et de son procédé de fabrication. L'objectif de ce travail était d'étudier l'impact du procédé de fabrication sur la qualité de la margarine, en se basant sur l'analyse physico-chimique et organoleptique de deux types de margarine: la margarine La parisienne de feuilletage et la margarine Fleurial (tartinable).

Les résultats obtenus ont montré que les deux margarines ont une bonne qualité et des caractéristiques adaptées à leurs utilisations finales. Les paramètres physico-chimiques tels que la teneur en eau, le pH, l'indice de peroxyde et le point de fusion, ont été mesurés et comparés aux normes de fabrication. Les résultats ont révélé que les deux margarines ont une bonne stabilité, une bonne consistance et une bonne durée de conservation.

Les caractéristiques organoleptiques telles que l'odeur, la couleur, l'aspect, le goût et la tartinabilité ont été évaluées. Les résultats ont indiqué que les deux margarines ont une bonne appétence, une bonne texture et une bonne saveur.

L'étude a révélé que :

La qualité de la margarine est influencée par plusieurs facteurs qui ont été identifiés et analysés. Il s'agit notamment du type d'huiles végétales utilisées, des additifs ajoutés, du mode et de la température de cristallisation, du mode et de la température de pasteurisation et du mode d'émulsification. Ces facteurs ont un impact sur les propriétés physico-chimiques, fonctionnelles et sensorielles de la margarine.

Ce travail a permis d'approfondir les connaissances sur la fabrication et la qualité de la margarine. Il a aussi permis de mettre en évidence les spécificités des deux types de margarine étudiés.

Dans la perspective de poursuivre et d'approfondir ce travail il serait intéressant :

- D'effectuer des tests de texture en utilisant des méthodes de texturométrie et de rhéométrie pour évaluer la texture de la margarine.
- D'évaluer la résistance de la margarine à l'oxydation en utilisant le test d'oxydation accélérée "Rancimat".
- D'élargir l'étude pour inclure d'autres marques de margarine les plus populaires au niveau national.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A

Alais, C. (2003). Biochimie alimentaire. 5e édition de l'abrégé. Edition. Dunod, Paris, Pp : 51-71.

B

Belitz, H. D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2009). Food chemistry. Springer Science & Business Media. 4th revised and extended ed. Pp : 660-668, 722. ISBN 978-3-540-69933-0.

Borwankar, R. P., Frye, L. A., Blaurock, A. E., & Sasevich, F. J. (1992). Rheological characterization of melting of margarines and tablespreads. In Rheology of Foods. pp. 55-74. doi:10.1016/b978-1-85166-877-9.5.

C

Caballero, B., Finglas, P., & Toldrá, F. (2016). Encyclopedia of Food and Health. Vol. 01, pp. 526-532. Academic Press. ISBN: 0123849470, 9780123849472.

Cansell, M. (2005). Impact de la cristallisation des corps gras sur les propriétés des produits finis. Oléagineux, Corps Gras, Lipides, Vol. 12(5-6), pp. 427-431.

Champtier, G. (1956). Les industries des corps gras. Ed. Lavoisier. 75008, Paris. Pp. 283-288.

Cossut, J., Defrenne, B., Desmedt, C., Ferroul, S., Garnet, S., Roelstraete, L., Vanuxeem, M. et Vidal, D. (2002). Les corps gras entre tradition et modernité. Gestion de la qualité nutritionnelle et marketing des produits alimentaire. Éditeur Lavoisier. Paris. pp. 1-140.

D

Delamarre, S., & Batt, C. A. (1999). The microbiology and historical safety of margarine. Food microbiology, 16(4), pp. 327-333.

Denise, J. (1992). Raffinage des corps gras. In A. Karleskind (Ed.), Manuel des corps gras. Tec & Doc Lavoisier. Vol. 2, pp. 789-831.

Dupin, H., Cuq, J. L., Malewiak, M. I., Leynaud-Rouaud, C., & Berthier, A. M. (1992). Alimentation et nutrition humaines. Paris: ESF Editeur. Pp. 1533.

F

Faur, L. (1992). Transformation des corps gras à des fins alimentaires. In A. Karleskind (Coord.), Manuel des corps gras (Vol. 2). 2e éd. Paris : Tec & Doc Lavoisier. pp. 938-940, 948-950.

Fellows, P. (2000). Principles and practice. Food processing technology (2nd ed.), ed. Ellis Horwood, Chichester, UK, pp. 369-380.

François, R. (1974). Les industries des corps gras : biochimie, extraction, raffinage, nuisances et réglementation. Tec & Doc-Lavoisier. Paris. Pp. 59-288.

Fredot, E. (2005). Connaissance des aliments: Bases alimentaires et nutritionnelles de la

diététique (2e éd.). Tec & Doc Lavoisier. pp. 264-265.

Friberg, S., & Larsson, K. (1997). Food emulsions (3e éd., rév. et augm.). Ed. Marcel Dekker. pp. 335-336.

H

Hasenhuettl, G. L. (2019). Margarines and Spreads. In G. L. Hasenhuettl & R. W. Hartel (Eds.), Food Emulsifiers and Their Applications. Ed. Springer Nature. pp. 379-405.

G

Ghotra, B. S., Dyal, S. D., & Narine, S. S. (2002). Lipid shortenings: a review. Food research international, 35(10), pp. 1015-1048.

Giacomozzi, A. S., Palla, C. A., Carrín, M. E., & Martini, S. (2019). Physical properties of monoglycerides oleogels modified by concentration, cooling rate, and high-intensity ultrasound. Journal of food science, 84(9), pp. 2549-2561.

Graille J. (2003). Lipides et corps gras alimentaires. Lavoisier. Paris. ISSN : 0243. Pp. 83. ISBN 2- 7430.0594-7

Guillén, M. D., Ibargoitia, M. L., & Sopelana, P. (2016). Margarine: Composition and analysis. Vitoria: Elsevier Ltd. Pp. 646-652.

I

Israelachvili, J. (1992). Intermolecular and surface forces (2e éd.). Academic Press. pp. 395-399.

K

Karleskind, A. & Wolff, J.P. (1992). Transformation des corps gras à des fins alimentaires. In A. Karleskind & J.P. Wolff (Eds.), Manuel des corps gras. Technique et documentation, Lavoisier. pp. 789-857.

Kirkeby, P. (2007). Margarine and dairy spreads: Processing and technology. In Y. H. Hui (Ed.), Handbook of food products manufacturing. John Wiley & Sons. pp. 705-722.

Kone, S., 2001. Fabrication artisanale de margarine. Information technique. Agence allemande de coopération technique.

L

Laventurier, M. (2013). Impact des formulations de margarines sur le process en boulangerie et pâtisseries artisanales et industrielles. Lavoisier, 20, pp. 160-164.

Luterotti, S., Bicanic, D., & Pojzgaj, R. (2006). New simple spectrophotometric assay of total carotenes in margarines. Analytica Chimica Acta, pp. 466-473.

M

McClements DJ. (2015). Food Emulsions: Principles, Practice, and Techniques, 3rd edition. CRC Press. Pp. 112-115.

McClements, D. J., & Decker, E. A. (2000). Lipid oxidation in oil-in-water emulsions: Impact of molecular environment on chemical reactions in heterogeneous food systems. *Journal of food science*, 65(8), 1270-1282.

O

O'brien R.D., 2004. Fats and oils: formulating and processing for applications. Ed. CRC Press, Taylor and Francis Group. Boca Raton, New York. Pp. 465-469.

S

Saillard M, 2010. Margarine et matières grasses tatinables. Science Direct. Cahier de nutrition et de diététique. 45. Pp 274-280

Silva, T. J., Barrera-Arellano, D., & Ribeiro, A. P. B. (2021). Margarine: Historical approach, technological aspects, nutritional profile, and global trends. *Food Research International*, 147, 110486.

T

Tanaka, L., Miura, S., & Yoshioka, T. (2007). Formation of granular crystals in margarine with excess amount of palm oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 84(5), pp. 421- 426.

Taormina, P. J. (2010). Implications of salt and sodium reduction on microbial food safety. *Critical reviews in food science and nutrition*, 50(3), pp. 209-227.

V

Vaclavik, V. A., Christian, E. W., & Campbell, T. (2008). Essentials of food science (Vol. 42). New York: Springer.

Vaisey-Genser, M. (2003). MARGARINE, types and properties. Elsevier. Pp. 3704-3709.

Varnam, A. H., Sutherland, J. P., Varnam, A. H., & Sutherland, J. P. (1994). Butter, margarine and spreads. *Milk and Milk Products: Technology, chemistry and microbiology*, 224-274.

Veirling, E., & Guy, L. (2004). Technologie et aspect réglementaire. In *Science des aliments*. Delagrave. pp. 285.

W

Woerfel. J-B, (1990). -Technique de production de l'huile de soja et produits dérivés de haute qualité, Ed. ASA (American Soybean Association), pp. 119.

Référence électronique

Anonyme 1, 2012. SPX, Crystallization technology. Consulté le 04 mai 2023. Accès : <https://www.spxflow.com/assets/original/gerstenberg-schroder-crystallization-technology-gb.pdf>

ANNEXES

Annexe N°1

Présentation du complexe CEVITAL

Créée en 1998 et implantée au sein du port de Béjaïa, Cevital Agro-industrie dispose de plusieurs unités de production ultramodernes :

- Raffinerie d'huile : capacité 570.000 tonnes/an, soit 140 % des besoins du marché national.
- Raffinerie de sucre : 600.000 tonnes/an, soit 60 % des besoins du marché national.

Extension à 1.600.000 t/an en 2007.

- Margarinerie : 180.000 tonnes/an soit 120% des besoins du marché national.
- Fabrication d'emballage plastique en P.E.T et conditionnement des huiles ;
- Station d'épuration des eaux ;
- Station de traitement des pâtes de neutralisation ;
- Raffinerie de sucre liquide (nouvellement installée).
- Silos portuaire : 182.000 tonnes de capacité.

Elle possède également des silos portuaires ainsi qu'un terminal de déchargement portuaire d'une capacité de 2000 tonnes/heure ce qui en fait le premier terminal de déchargement portuaire en Méditerranée.

Cevital Agro-Industrie conçoit des produits de qualité supérieure à des prix compétitifs, grâce à ses installations performantes, son savoir-faire, son contrôle strict de qualité et son réseau de distribution. Elle couvre les besoins nationaux et a permis de faire passer l'Algérie du stade d'importateur à celui d'exportateur pour les huiles, les margarines et le sucre. Ses produits se vendent dans plusieurs pays, notamment en Europe, au Maghreb, au Moyen Orient et en Afrique de l'Ouest.

Cevital Agro-Industrie est le leader du secteur agroalimentaire en Algérie et possède le plus grand complexe privé en Algérie.

Cevital Agro-industrie compte parmi ses clients des grands noms du domaine de l'agro-business ; citons : Coca-Cola, Kraft Food, Danone...

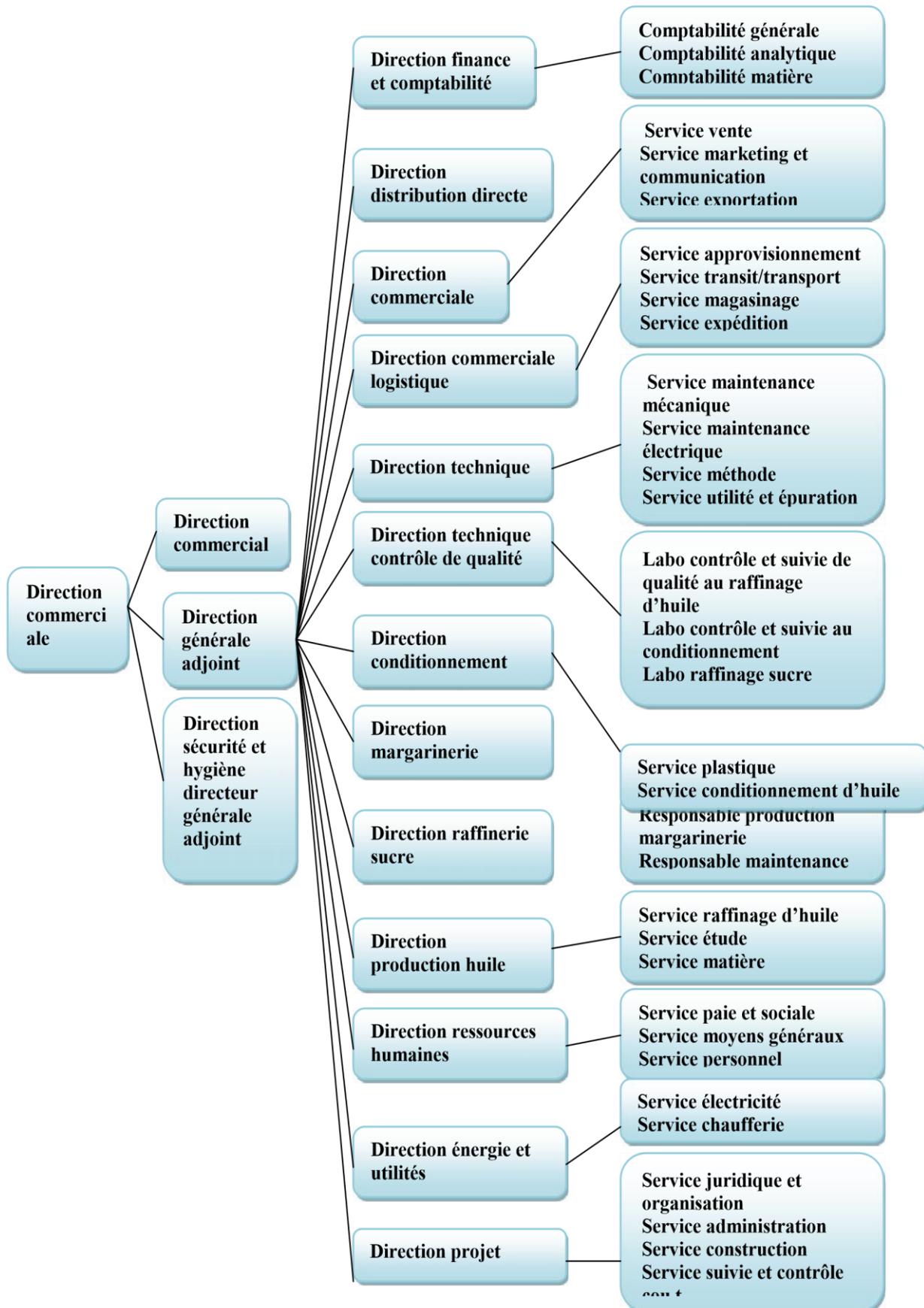


Figure 9 : Organigramme du complexe Cevital

Présentation de l'unité de la margarinerie

Cevital produit une gamme variée de margarine dont certaines sont destinées à la consommation directe telle que Matina et Fleurial, d'autres sont spécialement produites pour les besoins de la pâtisserie moderne ou traditionnelle comme la parisienne et MEDINA « SMEN » en plus de shourtning pour les professionnels et industriels.

La margarinerie de Cevital spa est équipée de cinq lignes de production, afin de produire une gamme de produit très variables et de satisfaire la demande du consommateur :

- Les lignes (1, 2, 3) sont réservées pour la production des différents types de margarines Matina et **Fleurial**, margarine de feuilletage, beurre gourmand.
- Les lignes (4 et 5) sont réservés pour la production de graisses végétales, SMEN et Medina.

L'unité est dotée de deux laboratoires d'analyses, pour assurer le bon déroulement des étapes de la fabrication et d'aboutir à la bonne qualité des produits finis; l'un destiné aux analyses physico-chimiques contribuant ainsi au suivi de la formulation des produits, et l'autre spécialisé dans les analyses microbiologiques afin d'assurer une bonne qualité hygiénique et sanitaire des produits. Ces différentes analyses sont portées sur les matières premières ainsi que l'eau du processus et de la formulation, les produits de différents étapes de processus et sur les produits finis.

Annexe N°2

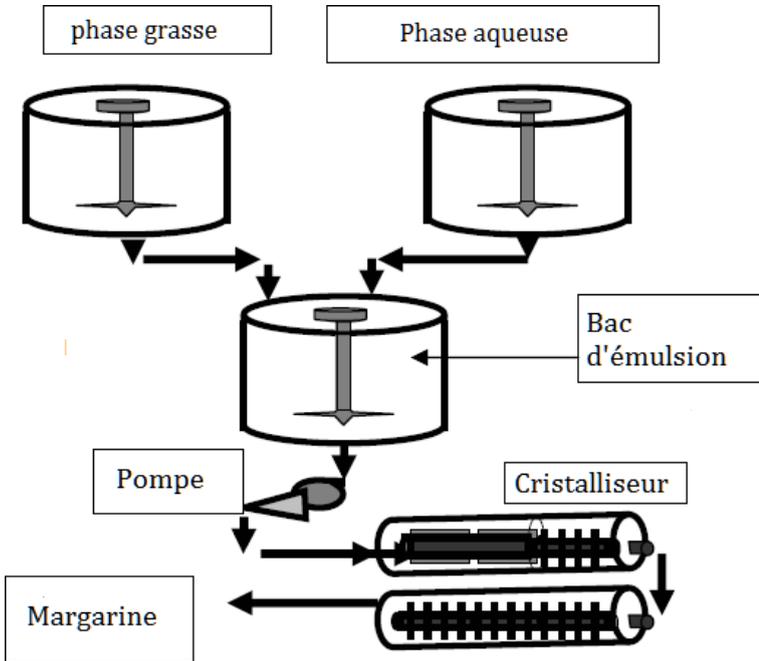


Figure 10 : Schéma de fabrication de la margarine.

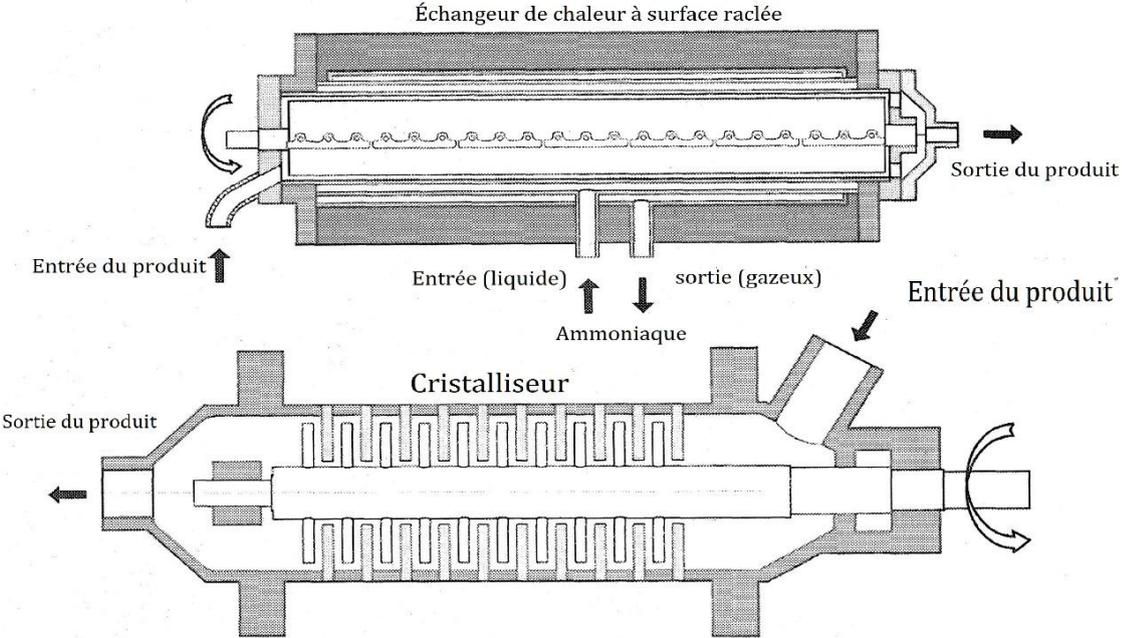


Figure 11 : Coupe transversale d'un échangeur de chaleur à surface raclée et d'un cristalliseur.

Annexe N°3

Photographie des margarines analysées



Margarine la Parisienne (feuilletage)



Margarine Fleurial

Résumé

La margarine est un produit alimentaire à base d'huiles végétales et d'eau, qui peut être utilisée comme substitut du beurre. La qualité de la margarine dépend du procédé de fabrication, qui comprend plusieurs étapes comme l'émulsification, la cristallisation, la pasteurisation et le conditionnement. L'objectif de ce mémoire était d'étudier l'impact du procédé de fabrication sur la qualité de la margarine, en analysant les propriétés physico-chimiques et organoleptiques de deux types de margarine: la margarine de feuilletage et la margarine Fleurial (tartenable). Les résultats obtenus ont montré que les deux margarines ont une bonne qualité et des caractéristiques adaptées à leurs utilisations finales. Les facteurs qui influencent la qualité de la margarine ont été identifiés et analysés. Ce mémoire a permis d'approfondir les connaissances sur la fabrication et la qualité de la margarine.

Mots clés : Margarine, Procédé de fabrication, Analyse physico-chimique, Propriétés organoleptique, La qualité.

Abstract

Margarine is a food product made from vegetable oils and water, which can be used as a substitute for butter. The quality of margarine depends on the manufacturing process, which involves several steps such as Emulsification, Crystallization, Pasteurization, and Packaging. The objective of this dissertation was to study the impact of the manufacturing process on the quality of margarine by analyzing the physicochemical and organoleptic properties of two types of margarine: puff pastry margarine and Fleurial spreadable margarine. The results obtained showed that both margarines have good quality and characteristics suitable for their intended uses. The factors influencing the quality of margarine were identified and analyzed. This dissertation has deepened our understanding of the manufacturing and quality of margarine.

Key-words: Margarine, Manufacturing process, Physico-chemical analysis, Organoleptic properties, Quality.