

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

Faculté des Sciences et de la Nature et de la Vie

Département des Sciences Alimentaires

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Sciences Alimentaires

Option : Sciences des corps gras

Réf :



جامعة بجاية
Tasdawit n Bgayet
Université de Béjaïa

Mémoire de Fin de Cycle

En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

**Analyses physicochimique et microbiologique des
margarines de table et de feuilletage produites par
Cevital SPA**

Présenté par :

LAIB Nawal & MEZIANI Yanis

Soutenu le : **27 Juin 2024**

Devant le jury composé de :

Président : Mme Deflaoui Leila

Encadreur : Mme Benazzouz-Smail Leila

Examineur : Mme Aidli Amel

Année universitaire : 2023 / 2024

Remerciement

Avant tout, nous voudrions remercier Dieu, qui nous a accordé le courage et la volonté de réaliser ce travail.

Nous tenons à remercier notre promotrice Mme Benazzouz-Smaïl Leïla pour avoir accepté de nous encadrer, et pour ses précieux conseils, son soutien, et sa gentillesse à nous servir énormément. Nous remercions également les membres du jury Mme Deflaoui Leïla, Mme Aïdlî Amel, qui nous ont honorés en examinant et en évaluant notre travail.

Nous remercions la société Cevital pour nous avoir accueillis et mis à notre disposition toutes les conditions nécessaires à la réalisation de ce travail, ainsi que les membres du laboratoire de physico-chimiques Mme BEUALIT SAMIA, M. HAMOU, M. RAMTANE, M. SAÏD pour leur disponibilité et leur gentillesse, Nous tenons par ailleurs, à remercier M. SWALMI LOSIF chef du laboratoire de microbiologie de la margarinerie, de nous avoir fait l'honneur et le plaisir de nous accueillir à Cevital

Afin de n'oublier personne, nous souhaites adresser nos remerciements à tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin à réaliser ce travail ainsi qu'aux professeurs que nous ont formés tout au long de notre parcours universitaire.



Dédicace

Rien n'est aussi beau à offrir que le fruit d'un labeur qu'on dédie du fond du cœur à ceux qu'on aime et qu'on remercie en exprimant la gratitude et la reconnaissance durant toute notre existence.

Je dédie ce modeste travail :

A mes très chers parents qui ont toujours été là pour moi, et qui m'ont donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance. J'espère qu'ils trouveront dans ce travail toute ma reconnaissance et tout mon amour.

A mon adorable frère : Djoudi

A mes très chères sœurs : Samia, Radia, Wissam, Tiziri, Mebarka, Feriel.

A ma tante Nasira et son mari Mahmoud.

A ma cousine Sabah.

A mon binôme Yanis.

A mes meilleurs amis et à tous ceux qui me sont chère.

NAWAL



Dédicace

À mes chers parents, dont le soutien indéfectible et les encouragements constants m'ont porté tout au long de ce parcours. À ma binôme, Nawal, pour ses conseils et son assistance précieuse. À Yassine BEGUERADJ, Boubekeur, Oussama, Billal, Djamel, Boussad, Nadir, Kahina, Kenza, ainsi qu'à toute la promotion de notre section, pour leur camaraderie, leur soutien et les moments partagés qui ont rendu cette expérience inoubliable .

Yanis

Liste des abréviations

Afssa : Agence française de sécurité sanitaire des aliments)

AGS : Acide gras saturés

AGT : Acide gras rans

BHT : Butylhydroxytoluène

CG : Corps gras.

Ech: Echantillon.

EDTA : acide diamino tétracarboxylique.

IMACE: International Margarine Association of the Countries of Europe

IP : Indice Peroxyde.

KI : iodure de potassium.

Méq : Milliéquivalents

MG : matière grasse.

NE : Norme d'entreprise.

Ppm : partie par million.

SPA : Société Par Actions

UFC : Unité Formant Colonie

W/O: Water/Oil.

Liste des figures

Figure 1 : Schéma de fabrication de la margarine (Saillard, 2010).....	7
Figure 2 : Types de margarines analysées	11
Figure 3 : Variation du poids des margarines analysées pendant 10 jours.....	18
Figure 4 : Point de fusion des deux margarines fleurial et feuilletage.	19
Figure 5 : Taux d'humidité des margarines fleurial et feuilletage.	20
Figure 6 : Variation de pH des margarines fleurial et feuilletage.	20
Figure 7 : Indice de peroxyde des margarines fleurial et feuilletage.	21
Figure 8 : Taux de sel des margarines fleurial et feuilletage.....	22

Liste des tableaux

Tableau I: valeurs nutritionnelles pour 100g de margarines produites à cevital	4
Tableau II : Résultats des analyses physico-chimique des margarines	22
Tableau III : Résultats des analyses microbiologiques des margarines.....	23

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Table des matières

Introduction	1
Synthèse Bibliographique	
I. Généralités sur la margarine.....	2
I.1. Définition de la margarine.....	2
I.2. Types de margarines.....	2
I.2.1 Les margarines de table à destination du consommateur	2
I.2.2. Les margarines à destination des professionnels	2
I.2.3. Margarine de santé.....	3
I.2.4. Les margarines traditionnelles.....	3
I.3. Composition et apports nutritionnel des margarines.....	3
I.4. Différentes utilisations des margarines	4
I.5. Types d'huiles utilisées dans la fabrication des margarines	5
I.6. Etapes de Raffinage des huiles.....	5
I.7. Prétraitement des huiles raffinées pour la fabrication de la margarine	6
I.7.1. Hydrogénation	6
I.7.2. Le fractionnement.....	6
I.7.3. Inter-estérification.....	7
I.8. Procédés de fabrication des margarines	7
I.8.1. Préparation de la phase aqueuse.....	8
I.8.2. Préparation de la phase grasse	8
I.8.3. Préparation de l'émulsion.....	9
I.8.4. Pasteurisation	9
I.8.5. Cristallisation par refroidissement.....	9
I.8.6. Malaxage.....	9
I.8.7. Conditionnement.....	10
Travail Expérimental	
II. Matériel et méthodes	
II.1. Matériel analysé.....	11
II.2. Analyses physico-chimiques des margarines (Fleurial et Parisienne).....	11

II.2.1. Détermination du point de fusion	11
II.2.2. Détermination de la teneur en eau (humidité)	12
II.2.3. Mesure du pH de la phase aqueuse	12
II.2.4. Détermination de l'indice de peroxyde.....	13
II.2.5. Détermination du taux de sel	13
II.3. Analyse microbiologiques des margarines de table et de feuilletage	14
II.3.1 Préparation de la solution mère pour les analyses microbiologiques	14
II.3.2 Recherche et dénombrement de la flore mésophile totale	14
II.3.3 Recherche et dénombrement d' <i>Escherichia coli</i>	15
II.3.4 Recherche et dénombrement des <i>Staphylococcus aureus</i>	15
II.3.5 Dénombrement des levures	16
II.3.6 Recherche des salmonelles.....	16
Résultats et discussions	
III.1. Résultats des analyses physico-chimiques des margarines analysées	18
III.1.1. Poids des margarines.....	18
III.1.2. Point de fusion.....	18
III.1.3. Teneur en eau (Humidité)	19
III.1.4. pH de la phase aqueuse	20
III.1.5. Indice de peroxyde	21
III.1.6. Taux de sel	21
III.2. Résultats des analyses microbiologiques des margarines.....	22
Conclusion.....	25

Références Bibliographiques

Annexes

Introduction

Introduction

La margarine était apparue en France en 1869 à la suite d'un concours qui était lancé par Napoléon III pour trouver un substitut approprié au beurre, qui était à l'époque coûteux, rare et mal conservé. Le mélange de graisse de bœuf, de lait et d'eau, connu sous le nom de « Margarine », a été créé par Hippolyte Mege-Mouries, qui déposa un brevet d'invention en 1872, l'appellation margarine provenait du grec « *margariron* », qui signifie « blanc perlé » (Saillard, 2010).

La margarine a d'abord été considérée avec méfiance et avait mis du temps à s'imposer en Europe. Ultérieurement, les avancées scientifiques du début du XXe siècle avaient ouvert la voie à l'utilisation des huiles végétales dans la production des margarines et par la suite la vente de la margarine était alors intensifiée et elle était devenue comme alternative moins chère au beurre (Saillard, 2010).

DutchJurgens a été la première entreprise à produire de la margarine en 1872. Depuis cette date, la margarine était devenue un substitut du beurre largement apprécié et avait connu plusieurs évolutions pour améliorer ses caractéristiques fonctionnelles et sensorielles, ce qui a conduit à une grande diversité de margarines sur le marché (Silva et al., 2021).

Actuellement, le besoin de margarine d'origine industrielle a augmenté à l'échelle mondiale. La margarine est couramment utilisée dans la fabrication des biscuits, pâtisseries, produits de boulangeries et différents autres produits, pour son excellente capacité à être étalée et son profil de saveur distinctif. La teneur en matières grasses de la margarine, qui est d'au moins 80 %, joue un rôle crucial dans la détermination de la qualité globale du produit fini (Dong et al., 2023).

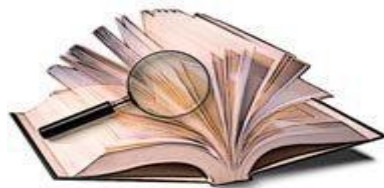
A présent, le consommateur accorde de plus en plus d'importance à la santé et adopte de meilleures habitudes alimentaires et une alimentation saine. Par conséquent la recherche d'alternatives de margarine nutritives et saines est en hausse (Dong et al., 2023).

La présente étude est inscrite dans le cadre du contrôle de la qualité de deux types de margarines produites au niveau de Cevital SPA et qui sont largement consommées en Algérie : une margarine de table « Fleurial », qui est utilisée pour la préparation des gâteaux, pâtisseries, crémages et différentes préparations culinaires ; et une margarine de feuilletage « La parisienne », qui est employée dans différents types de pâtes feuilletées et viennoiseries.

Dans ce contexte ce modeste travail est présenté en deux parties :

La première partie est une synthèse bibliographique qui traite des généralités sur la margarine et la seconde partie est consacrée au travail expérimental, qui expose les différentes analyses physicochimiques et microbiologiques des deux types de margarines ainsi que les résultats obtenus et leur discussion.

Synthèse Bibliographique



I. Généralités sur la margarine

I.1. Définition de la margarine

La margarine est une émulsion eau dans l'huile (W/O) qui comprend deux phases essentielles : une phase aqueuse et une phase grasse. Cette dernière est composée de matières grasses provenant de plantes et/ou d'animaux, avec une concentration de matières grasses allant de 80% à 90% et une concentration de matières grasses laitières inférieure à 3%. À 20°C, l'émulsion demeure solide (**Guillén et al., 2016**).

La margarine est un produit industriel riche en matières grasses provenant d'huiles végétales, de soja, de tournesol ou de lin, pour lesquelles sont ajoutés des additifs ou produits auxiliaires. Elle est fréquemment employée dans la préparation de pains, de gâteaux et de crackers, ainsi que dans d'autres produits alimentaires (**de Oliveira Lopes et al., 2014**).

I.2. Types de margarines

Suivant la composition de la matière grasse (choix du mélange de corps gras, caractère hydrogéné, fractionné, ou interestérifié de tout ou une partie des matières premières), il est possible de formuler une large gamme de margarines à usages spécifiques (par exemple margarine frigo-tartinable, margarine pour pâtisserie...). Parallèlement, on peut définir des catégories de margarines liées à l'usage de ces produits, ainsi de point de vue commercial, plusieurs types de margarines ont été distinguées (**Jean et François, 2008**).

I.2.1 Les margarines de table à destination du consommateur

Les margarines de table doivent être suffisamment fermes à 20°C, tartinables aisément et avoir des qualités organoleptiques proche de celles du beurre. Elles sont le plus souvent préparées à partir de diacyl-glycérols riches en acides gras insaturés. La teneur maximale en eau est de 16%. On peut distinguer les nombreuses variétés selon la teneur en acides gras polyinsaturés qui leur confère une dureté différente. La plupart des margarines de table vendus sont des matières grasses tartinables allégées en matière grasse, en réponse aux efforts des industriels visant à diminuer la teneur en lipides de leurs produits (**Saillard, 2010**).

I.2.2. Les margarines à destination des professionnels

Ces matières grasses sont commercialisées aux industriels ou aux artisans afin de fabriquer des pâtisseries, des biscuits et des produits de boulangerie..., comme les margarines boulangères et de feuilletage (**Saillard, 2010**).

I.2.3. Margarine de santé

Le terme « margarine-santé » comporte plusieurs catégories de produits dérivés bien différentes. Ainsi, des produits à composition spécifique en acides gras, principalement enrichis en acides gras ω -3 issus d'huile de lin ou en acide oléique issus d'huile d'olive, sont conçus pour lutter contre les maladies cardio-vasculaires. La supplémentation en acides gras ω -3 des graisses couramment employées est une tendance qui s'explique par la recommandation de l'Afssa (Agence française de sécurité sanitaire des aliments) en juin 2003 de viser un rapport acide gras ω -6/ ω -3 inférieur ou égal à 5. D'autres types de margarines contenant des phytostérols enrichis. Les produits disponibles sur le marché ont pour objectif de lutter contre l'absorption intestinale du cholestérol. La Commission européenne a approuvé ces produits en 2000. Les margarines dites allégées (qui contiennent moins de 62 % de matière grasse) peuvent également être intégrées à ce groupe des "margarines-santé", car elles sont proposées dans le but de combattre l'obésité (Claude, 2013).

I.2.4. Les margarines traditionnelles

Dans leur phase grasse, ces margarines contiennent une quantité d'huiles concrètes supérieure à celle des margarines allégées. Elles présentent un taux d'AGS plus élevé, ce qui influence la texture et permet une présentation en plaquette ou en barquette. Le taux de matière grasse est généralement compris entre 55 et 80 % de la masse corporelle. Ces margarines traditionnelles ont une part de consommation bien inférieure à celle des autres margarines (Saillard, 2010).

I.3. Composition et apports nutritionnel des margarines

La composition de la phase lipidique détermine le profil nutritionnel de la margarine. La perception des matières grasses est principalement influencée par la présence de niveaux élevés d'AGT et d'AGS. Toutefois, ces opinions ont évolué avec les évolutions continues des formulations, et on observe une consommation élevée de margarines dans les régimes alimentaires à travers le monde, car cette denrée alimentaire, en plus d'être moins coûteuse, elle est moins hétérogène que le beurre (Silva et al., 2021).

En mai 2004, un code pratique sur l'ajout des vitamines A et D était adopté par l'IMACE. Ce code confirme les motifs nutritionnels de l'incorporation de vitamines A et D dans les margarines. Les limites maximales établies par le code IMACE sont basées sur les avis de l'EFSA et sont nutritionnellement efficaces pour une consommation moyenne de 20g de margarine par jour, ce qui correspond à 800 μ g de vitamine A par 100g de produit fini et 7,5 μ g à 10 μ g de vitamine D par 100g de produit fini (Herreman, 2005).

En général, toutes les margarines ont une composition globale identique composée de :

- Une phase grasse constituée de lipides ou matières grasse ;
- Une phase aqueuse composée de 16% à 18% d'eau et/ou de lait ;

- 2% d'additifs ou agents auxiliaires de la fabrication de la margarine comprennent les émulsifiants, les colorants, les vitamines, les arômes, le sel, les produits conservateurs et les régulateurs de pH. Ces ingrédients sont incorporés dans la margarine afin d'augmenter la durée de conservation d'une part et d'autre part, ils contribuent à l'amélioration de la qualité organoleptique et nutritionnelle de la margarine. Ces additifs sont répartis entre ces deux phases en fonction de leurs solubilités (Kone, 2001). Le tableau suivant montre la composition nutritionnelle de margarines de table et de feuilletage qui sont produites au niveau de Cevital.

Tableau I: valeurs nutritionnelles pour 100g de margarines produites à cevital

Margarine	Valeur énergétique	Lipides	Acides gras saturés	glucides	Protéines	Sel
« Fleurial »	2964(KJ) 721(kcal)	80(g)	40(g)	0(g)	0,15(g)	0,35(g)
« Parisienne »	2960(KJ) 727(kcal)	80(g)	45(g)	0(g)	0(g)	0,02(g)

I.4. Différentes utilisations des margarines

Les margarines sont utilisées dans la préparation des produits de boulangerie pour des raisons particulières, en particulier pour la fabrication de croissants et de pâte feuilletée. L'industrie a modifié les formulations de margarine en raison de l'élimination ou de la réduction des acides gras trans pour des préoccupations nutritionnelles, mais ces changements ont un effet important sur la fonctionnalité du produit fini et nécessitent que les boulangers pâtisseries changent leur processus de fabrication (Laventurier, 2013).

Des margarines de table allégées ou riches en AGI peuvent être employées pour une utilisation "tartine" et/ou "cuisson", l'utilisation "tartine" étant préférée en raison de la faible teneur en matières grasses des produits. Il est également possible que les acides gras essentiels plus vulnérables à l'oxydation soient dégradés lorsque la cuisson est mal gérée. En règle générale, et dans des conditions de chauffage ou de cuisson habituelles (180 °C pour une cuisson en poêle et 220 °C pour un four), les acides gras subissent une modification très faible. D'autre part, un chauffage prolongé à une température trop élevée peut entraîner la création de glycérides polaires (composés secondaires d'oxydation), voire de monomères cycliques (T > 240°C pendant quelques heures) dont l'innocuité a été évoquée il y a

quelques années. Cependant, ces effets sont très restreints pour la margarine, car elle est renouvelée à chaque cuisson (Saillard, 2010).

I.5. Types d'huiles utilisées dans la fabrication des margarines

Les huiles et graisses raffinées couramment utilisées dans la fabrication des margarines sont : le beurre, le suif (d'origine bovine), le saindoux (d'origine porcine) qui sont des graisses animales ; les huiles végétales, telles que le colza, le tournesol et le soja, ainsi que des graisses végétales telles que le palme, le coprah et le palmiste (Laventurier, 2013).

I.6. Etapes de Raffinage des huiles

Les huiles raffinées sont utilisées dans la fabrication des margarines, l'objectif du raffinage est de préserver ou d'améliorer les caractéristiques organoleptiques (goût et odeur neutres, limpidité, couleur jaune clair), nutritionnelles et la stabilité des corps gras. Afin d'accomplir cela, différentes étapes sont mises en place afin d'éliminer des substances indésirables (gommes, cires, acides gras libres, pigments, traces métalliques, composés odorants volatils) ainsi que les contaminants potentiels présents dans les matières premières. Tout en contrôlant la formation de nouveaux composés indésirables par hydrolyse, oxydation ou isomérisation (Pages et al., 2010).

a) Démucilagination (dégommage)

Grâce à cette opération, les "gommes" ou "mucilages" sont éliminés, principalement constitués de phospholipides, des facteurs d'instabilité qui peuvent perturber l'huile et provoquer des colorations lors de son chauffage (Evrard et al., 2007).

b) Neutralisation

La neutralisation permet l'élimination des acides gras libres (AGL), des phospholipides, des métaux et des chlorophylles (Gharby, 2022).

c) Décoloration

L'objectif de cette procédure est de retirer les pigments colorés présents dans l'huile (carotènes, chlorophylle et autres) ainsi que des impuretés comme les produits d'oxydation, les phospholipides et les traces de savons résiduels, les traces métalliques, certains contaminants, etc (Evrard et al., 2007).

d) Désodorisation

L'objectif de cette dernière opération est donc de contrôler et restreindre la production d'acides gras isomères trans. L'efficacité de la désodorisation est influencée par la température et la durée de l'opération (Evrard et al., 2007).

I.7. Prétraitement des huiles raffinées pour la fabrication de la margarine

Trois traitements des corps gras (l'hydrogénation, l'interestérisation et le fractionnement) modifient leur composition globale, structure glycérique et leurs propriétés physicochimiques, contrairement au raffinage. Ces prétraitements permettent d'adopter des propriétés spécifiques aux matières grasses et favorisent leur utilisation dans des applications alimentaires et industrielles telle que la fabrication de la margarine.

I.7.1. Hydrogénation

Elle consiste à saturer au moyen d'hydrogène tout ou une partie des doubles liaisons des acides gras insaturés au moyen d'un catalyseur approprié. Cela augmente le point de fusion, convertissant une huile liquide en une graisse semi-solide (Alais, 2003). L'hydrogénation provoque d'autres modifications comme l'isomérisation cis trans et la migration des doubles liaisons pouvant conduire à la conjugaison (Graille, 2003). Il existe deux types d'hydrogénation :

- **Hydrogénation partielle ou sélective**

Elle permet la stabilité à la chaleur et à l'oxydation des huiles (colza, soja) riches en AGPI en transformant par exemples l'acide linoléique à trois double liaisons ou l'acide linoléique en acide oléique ou des isomères à une double liaison. Mais ce traitement provoque une certaine isomérisation de ces AG et formation d'isomère trans et d'isomères de position. En revanche le choix de bonnes conditions (catalyseur, température, pression) permet de limiter leur formation. (Tremolieres et al., 1992).

- **Hydrogénation non sélective**

Elle a pour but la préparation de matières grasses solides pour la fabrication de margarine. Ce type d'hydrogénation vise à saturer dans une forte proportion et parfois même totalement, les double liaisons des acides gras insaturé avec formation d'isomères (Alais et Linde, 1994).

I.7.2. Le fractionnement

Le fractionnement est une opération qui a pour but de diviser un corps gras, en deux ou plusieurs fractions de caractéristiques différentes, présentant chacune de meilleures propriétés que le corps gras d'origine. Il permet : Soit d'obtenir de nouveaux produits (fraction liquide, fraction solide) offrant plus de possibilités d'utilisation que le produit d'origine (emploi, performance et qualité). Soit d'éliminer les constituants à haut point de fusion qui, à l'état de trace ou de faible pourcentage, peuvent altérer les propriétés organoleptiques (Cossut, 2002). Le processus consiste en une fusion totale, ou dissolution, dans un solvant approprié, puis en un conditionnement thermique suivi d'une cristallisation, et d'une séparation des fractions, liquides (oléine) et solides (stéarine) (Graille, 2003).

I.7.3. Inter-estérification

L'inter-estérification est une opération qui vise à modifier la structure glycéridique des matières grasses par réarrangement moléculaire des AG sur le glycérol, de manière à obtenir une amélioration du corps gras sur le plan nutritionnel et sensoriel (**Tremolieres, 1984 ; Faur, 1992**) Cette réaction est catalysée par l'éthylène de sodium (0,1 à 2% en poids par rapport à l'huile, 100 à 200°C) et le produit fini présente un point de fusion abaissé et une texture fine et stable.

I.8. Procédés de fabrication des margarines

La fabrication de la margarine se fait suivant deux procédés : Procédé discontinu dans lequel les différentes étapes (émulsion, refroidissement, cristallisation et malaxage) sont effectuées successivement mais avec des temps de repos (**François, 1974**) ; le procédé continu où l'ensemble des opérations sont réalisées en une seule étape à travers un système de tubes refroidisseurs et cristalliseur (**Multon, 1992**). Comparé au procédé discontinu, le procédé continu présente certains avantages à savoir : Système totalement clos d'où la diminution du risque de contamination microbologique et de l'oxydation et une grande capacité de production avec simplicité d'entretien. Un temps de travail et de main d'œuvre réduits par rapport au procédé discontinu. Donc quel que soit le procédé choisi, le principe de fabrication comprend les mêmes étapes qui sont schématisées dans la figure 1.

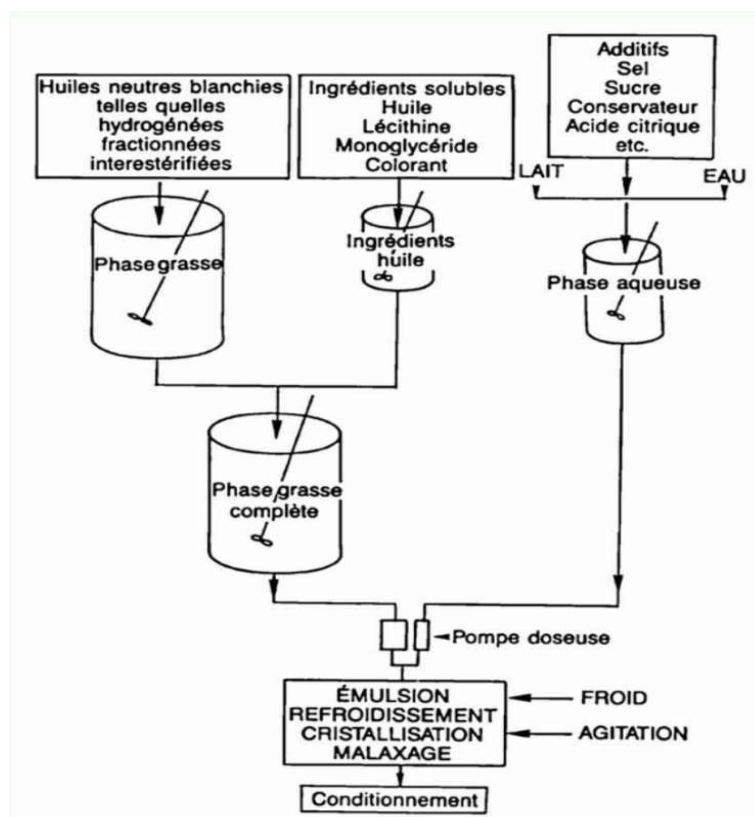


Figure 1 : Schéma de fabrication de la margarine (Saillard, 2010).

La fabrication de margarine nécessite différentes étapes pour convertir des graisses solides ou semi-solides en un système émulsifié stable qui présente des caractéristiques de tartinabilité. Il convient de noter qu'il peut y avoir des modifications en fonction de la graisse utilisée, du type de margarine et des caractéristiques désirées dans le produit fini pour améliorer ses caractéristiques physicochimiques, sensorielles et nutritionnelles. Les cinq étapes principales de la production traditionnelle de margarines sont la préparation de la phase aqueuse, la préparation de la phase huileuse, l'émulsification, la cristallisation et le conditionnement des margarines (Silva et al., 2021).

I.8.1. Préparation de la phase aqueuse

On retrouve dans la phase aqueuse l'eau et les composés hydrosolubles tels que le chlorure de sodium, les antioxydants, les régulateurs d'acidité, le lait en poudre et les conservateurs (Silva et al., 2021). La phase aqueuse de la margarine est principalement constituée de lait écrémé et d'eau ou encore d'eau sans lait si besoin. Il est important de garantir une pasteurisation adéquate du lait en le chauffant rapidement à une température de 75°C avec un temps de contact adéquat. Pour donner au lait une saveur et une acidité différentes, on peut utiliser du lait de culture dont une partie du lactose a été convertie en acide lactique, si on le veut. Ensuite, on ajoute du sel ou de la saumure à la phase aqueuse afin d'améliorer la saveur, d'agir comme un inhibiteur microbien et de diminuer les éclaboussures lors de la friture. L'acide citrique, l'acide éthylène-diamine-tétra-acétique (EDTA) et un arôme laitier soluble dans l'eau sont des composants mineurs de la phase aqueuse. Le pH de la phase liquide est réduit à environ 5,3 par l'acide citrique, ce qui permet d'améliorer les performances de l'inhibiteur microbien. L'EDTA joue le rôle d'un agent chélateur en captant les ions métalliques capturés soit dans l'équipement, soit par d'autres composants ajoutés à la phase aqueuse (Carr & Vaisey-Genser, 2003). Dans une cuve distincte, la phase aqueuse est stockée et chauffée à une température d'environ 60°C. Il est essentiel d'assurer le chauffage de la phase aqueuse afin d'éviter toute diminution de température pendant l'émulsification, ce qui pourrait avoir un impact sur la stabilité de l'émulsion en raison de la cristallisation précoce des ingrédients présentant les points de fusion les plus élevés (Silva et al., 2021).

I.8.2. Préparation de la phase grasse

La phase grasse est préparée en utilisant des matières de différentes origines, qui ont été raffinées et/ou modifiées des procédés tels que l'hydrogénation, l'interestérisation ou le fractionnement. Des ingrédients liposolubles tels que la lécithine, les mono glycérides, les colorants, les vitamines et le β -carotène sont ajoutés. Le choix des huiles utilisées dans cette phase est important car il influence sur plusieurs caractéristiques du produit fini, sa texture, sa consistance, son point de fusion et sa stabilité à l'oxydation (Karleskind, 1992).

En tant qu'agent anti-adhérent et anti-éclaboussure, la lécithine est incorporée dans la phase huileuse. Quand une plaque de margarine est chauffée, la graisse se décompose et les gouttelettes d'eau se déplacent librement. Les gouttes d'eau se dirigent vers le fond de la casserole où l'eau se dissipe. Entraînant ainsi des éclaboussures. On utilise la lécithine afin de diminuer la taille des gouttelettes d'eau. En raison de cela, chaque éclatement est assez petit et les éclaboussures sont minimisées (**Borwankar et al., 1992**).

I.8.3. Préparation de l'émulsion

L'émulsification consiste à mélanger les phases aqueuse et grasse afin de créer une émulsion eau dans l'huile en utilisant un émulsifiant. Une étape cruciale dans la transformation de la margarine est l'émulsification, car elle permet la dispersion de la phase aqueuse dans la phase grasse jusqu'à l'obtention d'une émulsion eau dans l'huile suffisamment stable et homogène. Elle assure également le développement de la forme cristalline désirée (**Miskandar et al., 2002**).

I.8.4. Pasteurisation

Le Chauffage de l'émulsion à une température de 80 à 85°C pendant 3 à 4 secondes, sous pression de 5 bars. Cette étape a pour but d'éliminer les microorganismes pathogènes (**Miskandar et al., 2002**).

I.8.5. Cristallisation par refroidissement

L'étape de refroidissement est l'étape cruciale qui suit l'émulsification. Il est essentiel de passer par cette étape afin de cristalliser partiellement la phase huileuse. La forme cristalline préférée pour les lipides est la forme B', qui offre une sensation lisse en bouche et retient une grande quantité d'huile liquide en raison de sa structure sphérique. Le produit est d'abord refroidit rapidement à une température d'environ 10 °C en utilisant un échangeur de chaleur à surface raclée. Ceci stimule la formation de cristaux d'abord α puis β' . Le but principal de l'étape de refroidissement vise à créer les multiples sites de nucléation à partir desquels se produit la cristallisation (**Borwankar et al., 1992**). Par la suite, le produit passe au refroidissement à très basse température qui permet à la phase grasse de la margarine de se cristalliser, donnant ainsi sa structure à la margarine. La cristallisation est essentielle pour assurer une consistance stable et une texture agréable à la margarine et garantir sa qualité (**Cossut et al., 2002**).

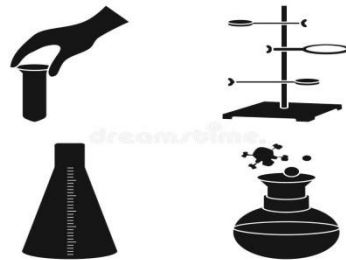
I.8.6. Malaxage

Le produit sort du cristallisateur sous forme d'un film. Il est acheminé par la trémie jusqu'au malaxeur. Cet appareil va désaérer et malaxer le mélange en lui donnant consistance souple et homogénéité (**Cossut et al., 2002**).

I.8.7. Conditionnement

L'étape de conditionnement est également perçue comme une étape de maturation. La margarine ainsi obtenue alimente des mouleuses empaqueteuses automatiques qui la découpent en cubes de 250g et 500g. Pour les margarines ordinaires, le conditionnement est constitué de papiers opaques, sulfurisés avec parfois un film extérieur protecteur en plastique ou des complexes papiers-aluminium. Quant aux margarines molles végétales, elles sont « coulées » dans des pots en plastiques le plus souvent en PVC (Cossut et al., 2002). L'ensemble des pots sont ensuite rangés, dans des cartons ou des enveloppages plastiques de différentes tailles pour être organisés en palettes caractérisées par leur taille, leur poids et leur mode de palettisation. Le conditionnement a pour but de préparer les produits pour la distribution et la vente, mais il doit aussi veiller à conserver les propriétés essentielles de la margarine, en particulier le goût, la fraîcheur et la couleur, qui ne doivent évoluer que très lentement au cours de la durée de vie du produit (Silva et al., 2021).

Travail Expérimental



I. Objectif de l'étude et présentation de l'organisme d'accueil

L'objectif de cette présente étude est de contrôler la qualité de deux types de produits finis fabriquées par l'unité Cevital (margarinerie) : une margarine de table et une autre de feuilletage. En déterminant et en comparant leurs qualités physico-chimiques et bactériologiques.

Le travail expérimental a été réalisé au niveau de la Société Cevital SPA pendant une période de 15 jours. L'ensemble des analyses physicochimiques et microbiologiques ont été effectuées au niveau des laboratoires physico-chimie et microbiologie de la margarinerie au sein de l'unité Cevital de Bejaia.

Le groupe CEVITAL est une société privée par actions (SPA), créée en mai 1998 par l'entrepreneur Algérien ISSAD REBRAB, implanté au niveau du nouveau quai port de Bejaïa à 3Km du sud-ouest de cette ville à la proximité de la RN26, sous forme d'une Société Par Actions (SPA). C'est le premier groupe privé Algérien spécialisé dans l'industrie agroalimentaire, il est bâti sur une histoire, un parcours et des valeurs qui en ont fait sa réussite et sa renommée.

II. Matériel et méthodes

II.1. Matériel analysé

Deux types de margarines ont été analysés : une margarine de table « Fleurial » en plaquette de 250g et une margarine de feuilletage « La parisienne » de poids net de 1kg (Figure 2). Les analyses ont été effectuées sur les produits finis qui sont prêts à la commercialisation pendant 10 jours.



Margarine de table



Margarine de feuilletage

Figure 2 : Types de margarines analysées

II.2. Analyses physico-chimiques des margarines (Fleurial et Parisienne)

II.2.1. Détermination du point de fusion

- Principe

Le point de fusion offre une indication sur la température de fusion totale des triglycérides : son principal intérêt consistera à savourer la texture fondante du mélange utilisé (Laventurier, 2013). Dans le cas de la matière grasse, la technique consiste à utiliser des tubes capillaires (1mm de diamètre

intérieur) qui sont remplis jusqu'à 10 mm de graisse fondue, puis tempérés afin d'obtenir une graisse solide (O'brien, 2008).

- **Mode opératoire**

Une fois que la margarine a fondu, un mélange de deux phases (graisse et aqueuse) a été obtenu. Les phases grasses ont été récupérées, puis une partie a été introduite dans des tubes capillaires en verre sur une hauteur de 10 mm, avant d'être réfrigérée pendant 8 à 10 minutes. Les tubes contenant de la graisse solide sont ensuite plongés dans un bain- marie et la température a été augmentée de 0,5°C /min. La température de fusion a été prise lorsque l'huile a commencé à remonter dans les deux tubes (NE 1.2-9, 1988). Le point de fusion de la margarine est indiqué par la température notée, qui est exprimée en °C.

II.2.2. Détermination de la teneur en eaux (humidité)

- **Principe**

La méthode repose sur la mesure du poids d'une prise d'essai avant et après chauffage, en utilisant la méthode standard à l'étuve à une température de 103°C jusqu'à stabilisation du poids (NE 1.2-47, 1985).

- **Mode opératoire**

Trois échantillons de 2g pour chaque margarine sont placés dans une étuve à 103 ± 2°C. Une fois retirés de l'étuve, les échantillons sont placés dans un dessiccateur et pesés après refroidissement. Cette opération est répétée jusqu'à l'obtention d'un poids constant (NE 1.2-47, 1985). La formule suivante permet d'obtenir le taux d'humidité qui est exprimée en pourcentage massique :

$$\text{Humidité}\% = \frac{(P_0 + P_1) - P_2}{P_1} 100$$

H : humidité exprimée en pourcentage massique.

P₀ : poids du bécher vide en gramme.

P₁ : poids du bécher et la prise d'essai avant chauffage.

P₂ : poids du bécher et la prise d'essai après chauffage.

II.2.3. Mesure du pH de la phase aqueuse

- **Principe**

La différence de potentiel entre deux électrodes immergées dans la phase aqueuse de la margarine est connue sous le nom de pH des phases aqueuses de la margarine, et elle est obtenue à partir de la margarine fondue entre une électrode de verre et une électrode de référence (NE 1.2 430, 1989).

- **Mode opératoire**

Le pH a été calculé directement sur la phase aqueuse, une fois qu'elle a été séparée du produit, en utilisant un pH-mètre (Himed & Barkat, 2014).

II.2.4. Détermination de l'indice de peroxyde

- **Principe**

L'indice de peroxyde correspond à la quantité de μg d'oxygène actif du peroxyde présent dans un gramme de corps gras qui peut oxyder l'iodure de potassium sous forme de libération d'iode (**Yohan, 2004**). Ajouter du chloroforme et de l'acide acétique glacial à l'échantillon de margarine, puis ajouter l'iodure de potassium. L'iode libéré par les peroxydes peut être mesuré en utilisant un indicateur coloré qui est l'empois d'amidon et une solution étalon de thiosulfate de sodium. Puis identifier de manière visuelle à la fin du titrage (**ISO 3960, 2017**).

- **Mode opératoire**

Dans un ballon bien séché et à l'abri du contact avec l'air, 12 mL de chloroforme et 18 mL d'acide acétique ont été ajoutés, puis 5 g de margarine à analyser et une solution d'iodure de potassium (KI). Un blanc a été préparé dans les mêmes conditions en ajoutant tous les réactifs, sauf la margarine. Après une incubation à l'obscurité pendant 1 minute, 75 ml d'eau distillée et quelques gouttes d'empois d'amidon comme indicateur coloré ont été ajoutés. Ensuite, un titrage a été effectué en utilisant une solution de thiosulfate de sodium à 0,01 N. La mesure s'est basée sur la chute de burette (**NE. 1. 2. 98, 1988**).

Les résultats sont calculés selon la formule suivante :

$$I_p = \frac{(V_1 - V_0) \times N}{PE} 1000 = \text{chute} \times 2$$

IP : Indice de peroxyde exprimé en milliéquivalent gramme par kilogramme.

V_0 : Volume de thiosulfate de sodium pour l'essai à blanc en mL.

V_1 : Volume de thiosulfate de sodium pour la détermination en mL.

N : Normalités de la solution du thiosulfate de sodium qui est de 0,01N.

PE: Masse en gramme de la prise d'essai (poids de l'échantillon de margarine).

II.2.5. Détermination du taux de sel

- **Principe**

Selon la méthode de Mohr, le titrage des chlorures avec du nitrate d'argent en présence de chromate de potassium permet de déterminer la teneur en chlorure de sodium (NaCl) au niveau des margarines (**Bentayeb Ait Lounis et al., 2018**).

- **Mode opératoire**

Il a été nécessaire de dissoudre 5g de margarine dans 100 mL d'eau distillée chaude. Une fois le mélange est refroidi, quelques gouttes de chromate de potassium (5%) ont été ajoutées, ensuite, titrer le

mélange avec une solution de nitrate d'argent (0,1N) jusqu'à ce que la couleur devienne rouge brique (**Bentayeb Ait Lounis et al., 2018**).

La teneur en sel est calculée comme suite (**NE 1.2.429/1989**):

$$NaCl\% = \frac{(N \times V \times Eq. gNaCl)}{(P \times 10)}$$

Na Cl % : Teneur en chlorure de sodium exprimé en pourcentage.

V : Volume en mL de la solution d'AgNO₃ utilisée pour le titrage.

N : Normalité d'AgNO₃ (0,1N).

Eq.g NaCl: représente le masse molaire de NaCl qui est 58,5g /mol.

P : poids de l'échantillon de margarine (g).

II.3. Analyse microbiologiques des margarines de table et de feuilletage

II.3.1 Préparation de la solution mère pour les analyses microbiologiques

Peser dans un flacon stérile, soigneusement taré, 45g de margarine en prélevant aseptiquement l'échantillon à analyser avec une spatule stérile. Ajouter ensuite 35 mL de diluant (Solution Ringer 1/4), un volume ajusté pour équilibrer les besoins en humidité spécifiques des différents types de margarines. Placer les flacons dans un bain-marie, maintenu à une température précise de 45± 1°C, pour assurer la fusion complète du produit. Limiter ce processus à 20 minutes pour prévenir toute altération. Agiter la préparation jusqu'à l'obtention d'une émulsion parfaitement homogène. Enfin, laisser la solution en repos à température ambiante pour favoriser une séparation efficace entre la phase grasse et la phase aqueuse. Une série de dilutions décimales sont préparées par la suite à partir de la phase aqueuse de la solution mère (**ISO 6887-4, 2003**).

II.3.2 Recherche et dénombrement de la flore mésophile totale

Consiste à identifier et compter les micro-organismes tels que les bactéries mésophiles, les levures et les moisissures dans les produits alimentaires. Le milieu de culture utilisé est la gélose PCA (**ISO 4833, 2003**).

Pour cela, des boîtes de Pétri stériles ont été préparées dans lesquelles est ajouté une suspension de la solution mère. La gélose fondue est ensuite versée dans chaque boîte et mélangée soigneusement. Des boîtes témoins sont également préparées pour vérifier la stérilité du milieu. Les boîtes sont ensuite incubées à 30 °C pendant 72 heures. Une fois l'incubation est terminée, le nombre de colonies présentes dans les boîtes est compté. Pour calculer le nombre d'unités formant colonies (UFC) par gramme ou par

ml de produit. Cette méthode permet de déterminer la présence et la quantité de micro-organismes mésophiles dans les margarines (ISO 4833, 2003). L'équation suivante a été utilisée :

$$N = \frac{\sum C}{(n1 + 0,1n2) d}$$

Où :

- **N** : le nombre d'UFC par gramme ou par mL de produit initial.
- $\sum C$: la somme des colonies comptées sur toutes les boîtes retenues.
- **n1** : le nombre de boîtes retenues à la première dilution.
- **n2** : le nombre de boîtes retenues à la seconde dilution.
- **d** : le taux de dilution correspondant à la première dilution retenue.

II.3.3 Recherche et dénombrement d'*Escherichia coli*

Cette méthode repose sur la culture des échantillons sur des milieux spécifiques et l'identification des colonies d'*Escherichia coli* à l'aide de tests biochimiques ou d'autres méthodes de détection. Le dénombrement permet d'estimer la concentration de la bactérie dans l'échantillon, ce qui est essentiel pour évaluer la sécurité et la qualité des produits alimentaires (ISO 7251, 2005).

II.3.4 Recherche et dénombrement des *Staphylococcus aureus*

Une pipette stérile est utilisée pour transférer 1mL de la phase aqueuse de la suspension mère sur la surface de trois boîtes de Petri contenant un milieu gélosé. L'inoculum a été étalé soigneusement sur la surface du milieu gélosé, en évitant de toucher les bords des boîtes avec l'étaler. Laisser sécher les boîtes pendant environ 15 minutes à température ambiante, puis répéter l'opération une deuxième fois pour obtenir six boîtes au total. Ensuite les incuber pendant 24 heures \pm 2 heures, puis les ré-incuber pendant 24 heures \pm 2 heures supplémentaires à 37°C. Procéder au comptage des colonies après 24 heures et 48 heures d'incubation (ISO 6888-1, 2003). Le calcul du nombre de staphylocoques à coagulase positive identifiés dans chaque boîte retenue est effectué selon l'équation suivante (ISO 7218, 2007) :

$$a = \frac{bc}{ac} \times Cc + \frac{bnc}{Anc} \times Cnc$$

ac : nombre de colonies caractéristiques soumises au test de la coagulase.

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

Anc : nombre de colonies non caractéristiques soumises au teste de la coagulase.

bnc : nombre de colonies non caractéristiques qui ont répondu positivement au test de la coagulase.

Cc : nombre total de colonies caractéristiques repérées sur la boîte.

Cnc : nombre total de colonies non caractéristiques repérées sur la boîte.

II.3.5 Dénombrement des levures

La croissance des levures s'effectue sur des milieux de et se développent à la surface, les colonies formées ont des surfaces généralement régulières et plus ou moins convexes. Dans une boîte de pétri stérile est transféré à l'aide d'une pipette stérile 1 ml de la solution mère et environ 15 ml de gélose fondue maintenus à 45°C dans un bain-marie. Après 15 min, l'inoculum est mélangé soigneusement au milieu et laisser se solidifier. Une boîte témoin a été préparée également avec 15 ml du milieu uniquement pour contrôler sa stérilité. Enfin les boîtes sont retournées et incubées à l'étuve à 25 °C ± 1°C pendant 5 jours (ISO 21527-2, 2008). L'équation utilisée pour calculer le nombre de levures par gamme est la suivante :

$$N = \frac{\sum C}{(n1 + 0,1n2) d}$$

Où :

- N : représente le nombre de levures par gamme.
- $\sum C$: correspond à la somme des colonies caractéristiques comptées sur toutes les boîtes retenues.
- n1 : est le nombre de boîtes retenues à la première dilution.
- n2 : est le nombre de boîtes retenues à la seconde dilution.
- d : représente le taux de dilution correspondant à la première dilution retenue.

II.3.6 Recherche des salmonelles

La méthode utilisée pour détecter la présence de ces bactéries pathogènes dans les margarines comprend généralement trois étapes clés :

Recherche des salmonelles : Un pré-enrichissement dans le liquide Ringer^{1/4} est réalisé en portant 25g de margarine dans 225 ml du milieu et incubation à 37°C/ 24 h, suivi d'un enrichissement en repiquant quelques gouttes du milieu de pré-enrichissement dans 9 ml de bouillon au sélénite cystine stérile et incubation à 37°C /24 h. Enfin, un isolement en stries est effectué sur le milieu sulfite bismuth avec incubation à 37°C/24 h

A. Pré-enrichissement

Cette étape consiste à préparer l'échantillon de margarine en le plaçant dans un milieu de culture favorable à la croissance des salmonelles qui est le liquide Ringer^{1/4} puis laisser incuber à 37°C pendant 24h. Ceci permet d'augmenter le nombre de bactéries présentes dans l'échantillon pour faciliter leur détection ultérieure.

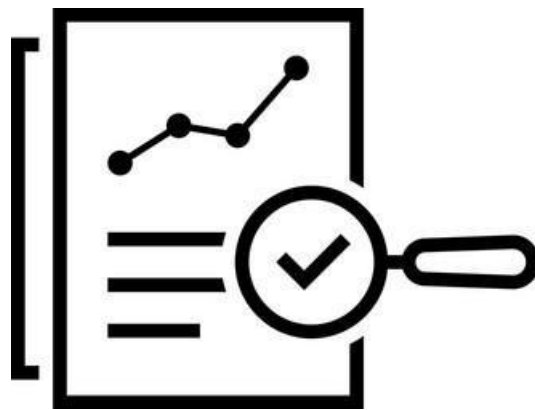
B. Enrichissement sélectif

Une fois le pré-enrichissement est terminé, l'échantillon est transféré dans un milieu de culture sélectif spécialement conçu pour favoriser la croissance des salmonelles et inhiber la croissance d'autres bactéries présentes. Le bouillon sélénite cystine stérile est utilisé et l'incubation c'est effectuée à 37°C /24 h.

C. Isolement des colonies de salmonelles :

Après l'enrichissement sélectif, une étape d'isolement est réalisée pour séparer les colonies de salmonelles des autres colonies bactériennes présentes. Un isolement en stries est effectué sur le milieu sulfite bismuth avec incubation à 37°C/24 h. Cela permet de concentrer les salmonelles dans l'échantillon et de les différencier des autres micro-organismes. Les colonies de salmonelles isolées peuvent ensuite être confirmées par des tests supplémentaires.

Résultats et discussions



III. Résultats et discussions

III.1. Résultats des analyses physico-chimiques des margarines analysées

III.1.1. Poids des margarines

Le premier paramètre analysé est le poids des margarines, d'après les résultats obtenus et qui sont illustrés dans la (figure 3), les poids des entaillons analysés pendant une période de 10 jours varient très peu :

Entre 252 et 255g pour la margarine de table (Fleurial) et entre 1015 et 1023g pour la margarine de feuilletage. Ceci confirme que les poids des margarines sont conformes aux normes vu que leurs poids n'est pas inférieur aux poids nets inscrits sur les étiquettes des produits qui sont de 250g et 1kg pour les margarines fleurial et parisienne successivement.

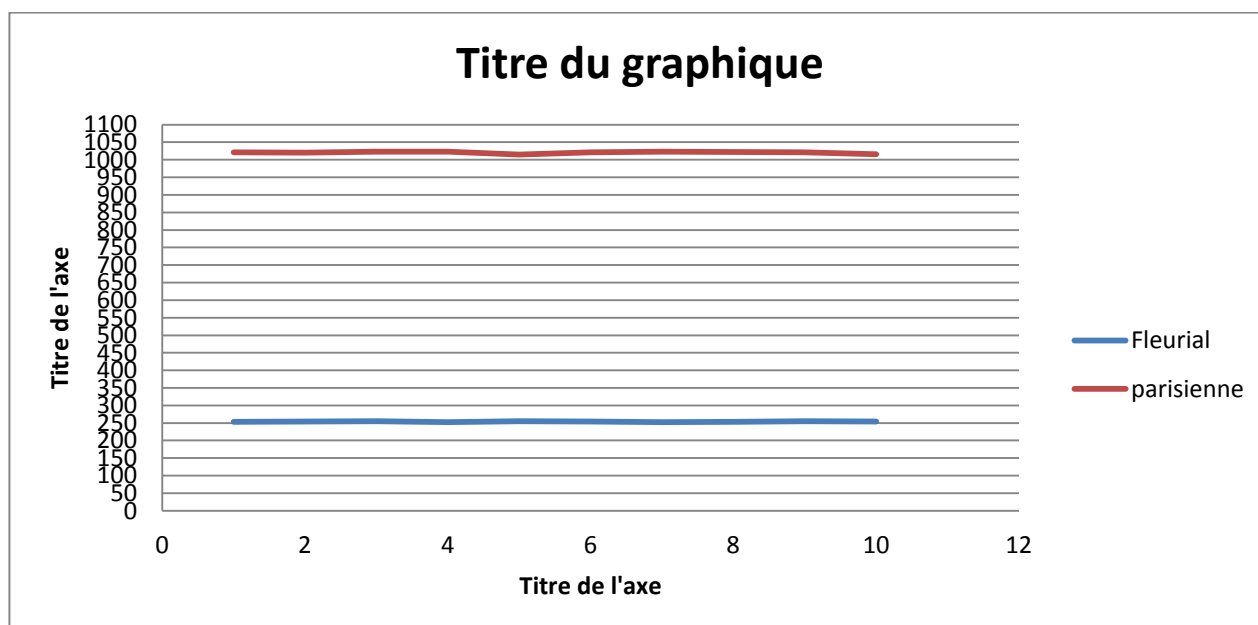


Figure 3 : Variation du poids des margarines analysées pendant 10 jours.

III.1.2. Point de fusion

Les résultats des mesures du point de fusion des échantillons analysés montrent que les margarines fleurial et feuilletage ont des valeurs moyennes de $39,35 \pm 0,8^\circ\text{C}$ et $50,35 \pm 1,15^\circ\text{C}$ successivement. Ces valeurs sont conformes aux normes ISO utilisées par Cevital qui sont de $[37^\circ\text{C} - 41^\circ\text{C}]$ pour la margarine Fleurial et $[44^\circ\text{C} - 52^\circ\text{C}]$ pour la margarine de feuilletage.

D'après les résultats obtenus la margarine de feuilletage a un point de fusion plus élevé que la margarine de table. Ceci paraît évident vu que cette dernière est destinée à préparer des tartines et des

gateaux donc nécessite qu'elle ne soit pas dure à température ambiante comparativement à la margarine de feuilletage qui est destinée à préparer des pâtes feuilletées. Le point de fusion des corps gras alimentaires a une grande importance car il détermine la consistance de la margarine à une certaine température. Cependant, la longueur de la chaîne carbonée des acides gras composants et leur hydrogénation sont des éléments clés qui impactent cette caractéristique (Brisson et al., 2023).

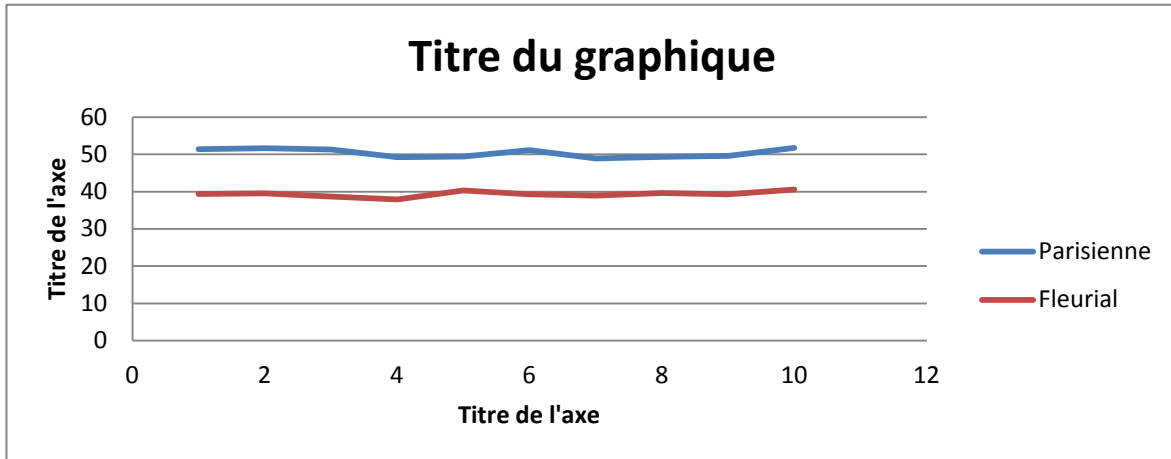


Figure 4 : Point de fusion des deux margarines fleurial et feuilletage.

III.1.3. Teneur en eau (Humidité)

Les teneurs en humidité des margarines sont présentées dans la (figure 5). D'après ces résultats, les taux d'humidité sont proches pour les deux margarines avec une moyenne de $16,9 \pm 0,64\%$ pour la margarine fleurial et $17,3 \pm 0,51\%$ pour la margarine de feuilletage. Ces résultats indiquent qu'ils sont conformes aux normes exigées par Cevital qui est fixé à 18% au maximum.

La valeur moyenne d'humidité de la margarine de table est proche de celle trouvée par **Brahmi et al. (2023)** qui est de $15,97 \pm 0,01\%$ également produite par Cevital. Cependant l'étude réalisée par **Bentayeb Ait Lounis et al. (2018)** sur la qualité des margarines produites en Algérie, a montré une teneur moyenne plus faible en humidité $11,84 \pm 0,33\%$ de la margarine de feuilletage comparativement au résultat obtenu dans cette présente étude.

La détermination de la teneur en eau des margarines est un élément important car une teneur élevée d'eau favorise l'hydrolyse enzymatique, l'oxydation de la margarine et la prolifération des micro-organismes, ce qui entraîne une altération du produit. Toutefois, un manque d'eau entraînera la production d'un produit sec et friable ce qui le rend moins apprécié par les consommateurs (**Blanc et al., 2023**).

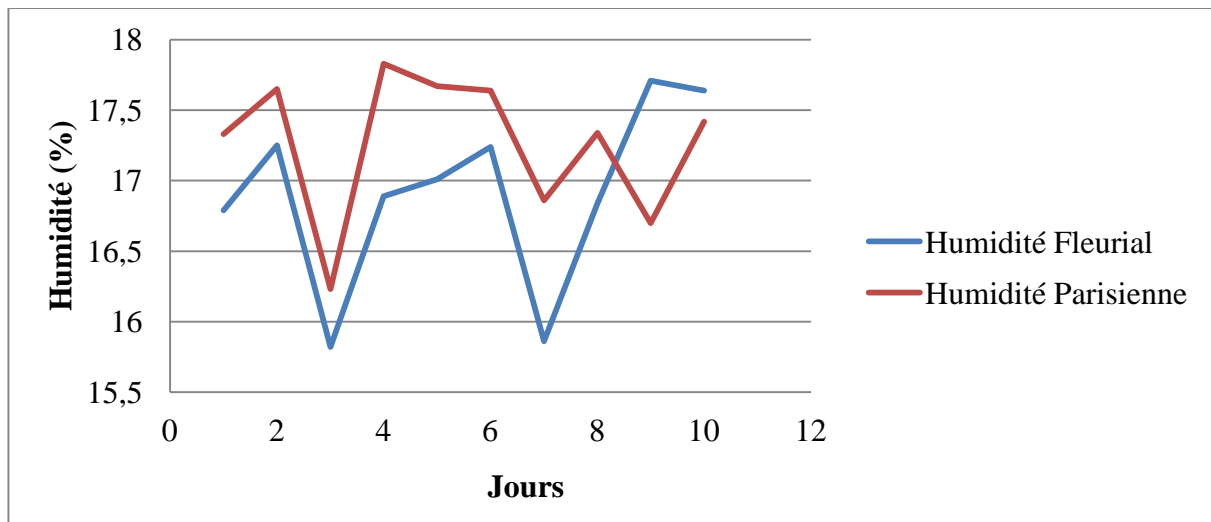


Figure 5 : Taux d'humidité des margarines fleurial et feuilletage.

III.1.4. pH de la phase aqueuse

D'après les analyses réalisées sur le pH de la phase aqueuse et qui sont illustrés dans la (figure 6), il a été observé que les valeurs de pH mesurées se situent dans la norme ($3,5 < \text{pH} < 5,5$). Les valeurs moyennes trouvées sont de $4,44 \pm 0,5$ pour la margarine fleurial et $4,16 \pm 0,5$ pour la margarine de feuilletage. Ces valeurs sont proches de celles obtenues par **Brahmi et al. (2023)** et **Kaanin-Boudraa et al., (2023)** qui sont $4,50 \pm 0,01$ et $4,20 \pm 0,012$ respectivement.

Le pH de la margarine revêt une importance capitale car il limite le risque de contamination microbienne. La croissance de la plupart des micro-organismes peut être inhibée par un pH faible. Le pH de la margarine est corrigé en ajoutant un correcteur d'acidité comme l'acide citrique, acide lactique et leurs sels de sodium et de calcium (**Bentayeb Ait Lounis et al., 2018**).

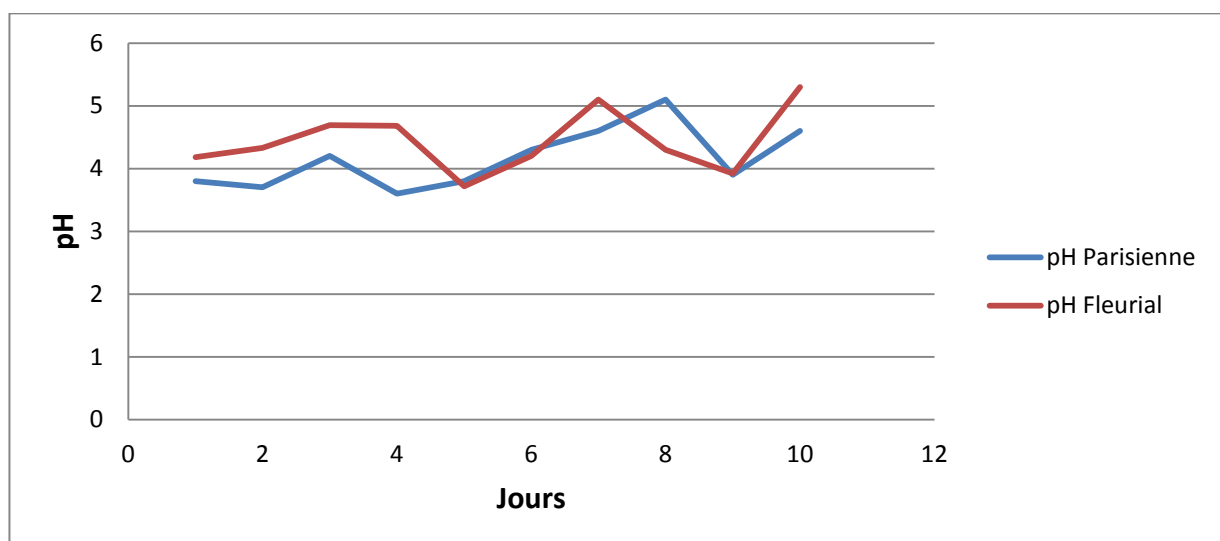


Figure 6 : Variation de pH des margarines fleurial et feuilletage.

III.1.5. Indice de peroxyde

L'évaluation des indice de peroxyde pour les échantillons fleurial et prisienne montre des valeurs qui varient entre 0,24 et 0,34 Meq O₂ /Kg (Figure7), avec une teneur moyenne de 0,3±0,03 Meq O₂ /Kg qui est identique pour les deux types de margarine. Ces résultats présentent des valeurs inférieures à la norme qui est de 10 Meq O₂/kg au maximum ce qui indique que les résultats sont conformes aux normes et les margarines analysées ne sont pas oxydées.

L'indice de peroxyde nous renseigne sur le taux d'oxydation. La mesure de l'indice de peroxyde et de la composition en carbonyles totaux permet d'évaluer les taux d'oxydation des corps gras. Différentes formes d'oxydation des lipides peuvent être réalisées, que ce soit par auto-oxydation, oxydation enzymatique ou oxydation par l'oxygène seul (Makhloufi, 2010).

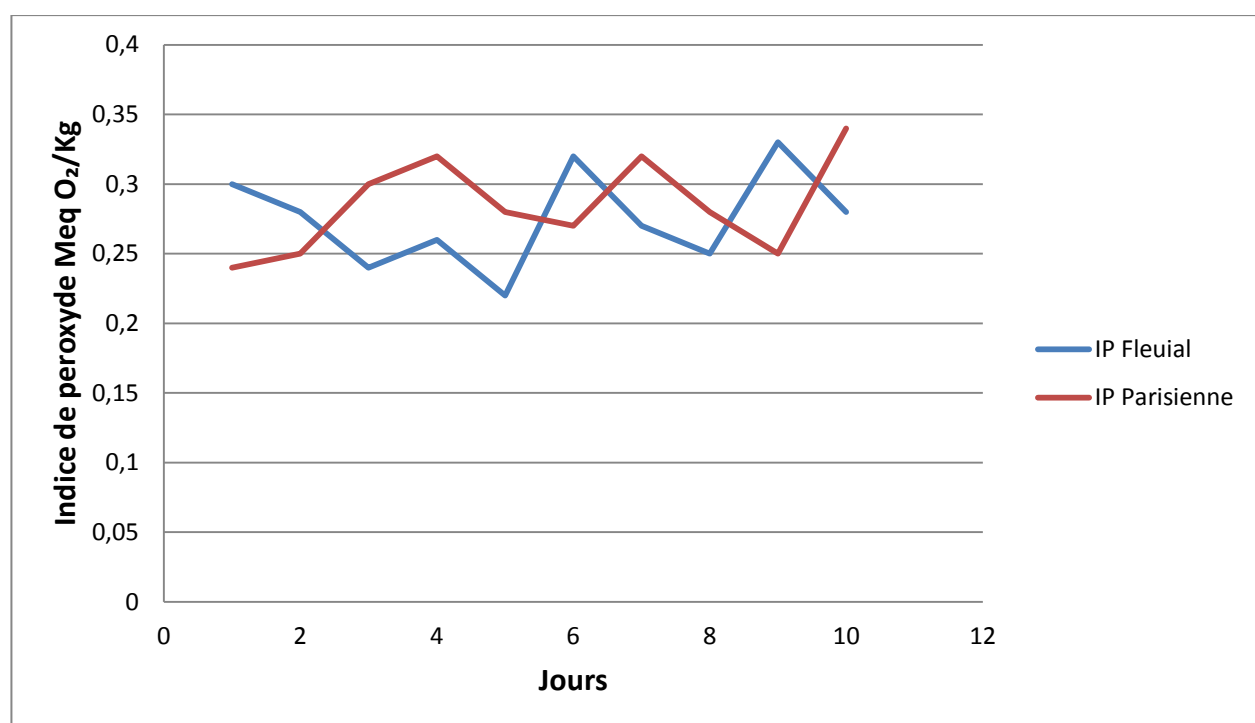


Figure 7 : Indice de peroxyde des margarines fleurial et feuilletage.

III.1.6. Taux de sel

Les résultats du taux de sel des échantillons étudiés (figure 8) montrent que les deux margarines fleurial et feuilletage ont en effet des valeurs moyennes de 0,36±0,02 et 0,7±0,05. Ces valeurs sont conformes à la norme ISO utilisée par l'entreprise Cevital qui est de [0,3%-0,4%] pour la margarine Fleurial, [0,6%-1%] pour la margarine feuilletage. Ceci montre que la margarine de feuilletage est plus salée que celle de table vue leur utilisations.

Le sel joue un rôle essentiel en tant qu'additif qui, grâce à ses propriétés bactériostatiques, peut aider à préserver le produit contre la détérioration microbiologique tout en améliorant sa texture gustative. Il a aussi un rôle crucial dans la stabilité de l'émulsion. Le sel ajouté varie en fonction de l'utilisation de la margarine et de sa texture, ainsi que des préférences culinaires et de la catégorie de consommateurs (Bentayeb Ait Lounis et al., 2018).

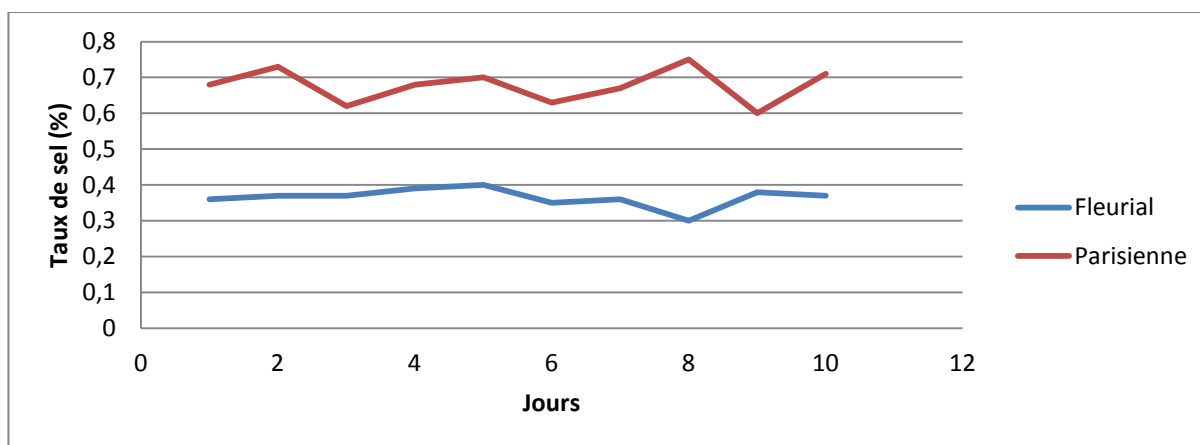


Figure 8 : Taux de sel des margarines fleurial et feuilletage.

Les valeurs moyennes obtenues dans l'ensemble des analyses physico-chimiques des margarines fleurial et feuilletage sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau II : Résultats des analyses physico-chimique des margarines

Margarine	Poids (g)	Sel (%)	pH	Point de fusion (°C)	Humidité (%)	Indice peroxyde Meq O ₂ /kg
Fleurial (250g)	254±1,16	0,36±0,02	4,44±0,5	39,35±0,8	16,9±0,64	0,3±0,03
La Parisienne (1kg)	1021±3	0,7±0,05	4,16±0,5	50,35±1,15	17,3±0,51	0,3±0,03

III.2. Résultats des analyses microbiologiques des margarines

Les analyses microbiologiques jouent un rôle important dans la sécurité alimentaire. Elles permettent d'identifier les bactéries pathogènes présentes dans les aliments, garantir la qualité des produits et valider les processus de fabrication. En fin de compte, ces analyses contribuent à protéger la santé des consommateurs en assurant que les aliments que nous consommons sont sûrs et conformes aux normes (Lund et al., 2000).

Les résultats des différents tests microbiologiques effectués sur les échantillons de margarines sont récapitulés dans le tableau III

Tableau III : Résultats des analyses microbiologiques des margarines

Germes recherchés	Unité	Margarine fleurial	Margarine feuilletage	Normes	Méthode d'essai
Germes aérobies à 30°C	UFC /g	<4	<4	10 ² -10 ³	ISO :4833
<i>Escherichia coli</i>	UFC /g	Absence	Absence	4 - 40	ISO :4832
<i>Staphylococcus aureus</i>	UFC /g	Absence	Absence	10 -10 ²	ISO :6888-1
Levures et moisissures	UFC /g	Absence	Absence	10 -10 ²	ISO :21527-2
<i>Salmonella</i>	UFC /g	Absence	Absence	Absence dans 25 g	ISO :6579

Les résultats des analyses effectuées, concernant les produits finis, montrent que ces derniers sont des produits de bonne qualité microbiologique, puisqu'ils sont conformes aux normes du Journal Officiel de la République Algérienne (**JORA-N°39, 2017**).

Les valeurs peuvent être expliquées par le fait que la margarine constitue un milieu défavorable pour le développement des micro-organismes puisqu'elle ne contient pas d'autres sources de carbone tel que les protéines, et que l'eau utilisée est une eau osmosée de bonne qualité bactériologique, elle est dispersée en fines gouttelettes au sein de la matière grasse et généralement elle ne dépasse pas 16%.

- La conformité aux normes des germes mésophiles (germes aérobies) pourrait refléter la bonne pratique dans l'entreprise, chaîne de froid respectée, bon refroidissement, pasteurisation efficace et la bonne pratique d'hygiène.
- L'absence de ces germes dans les échantillons de margarine analysés s'explique aussi par l'addition de certains ingrédients (sel, acide sorbique, antioxydant,...) apportés lors de préparation des différentes phases.
- L'acide citrique présent dans la phase aqueuse défavorise la croissance des bactéries basophiles et celles qui se développent à un pH compris entre 6 et 7, mais c'est un milieu qui reste toutefois favorable au développement des levures et des moisissures; c'est pour cette raison que l'acide sorbique est ajouté (pour son effet fongistatique et bactériostatique).

- Le sel additionné, dans la margarine, permet de capter l'eau et par conséquent d'empêcher le développement et la croissance des microorganismes.
- De par son effet bactériostatique; le BHT est un antioxydant qui inhibe aussi la croissance des microorganismes aérobies.

En plus, de tous ces ingrédients, l'émulsion subit un traitement thermique (pasteurisation à 80-85°C pendant 4 à 5 secondes, ce qui élimine les germes pathogènes tels que les *Salmonelles* et *Staphylococcus aureus* et diminue la charge des germes banaux.

Rappelons également que la température de stockage de la margarine est de 7 à 9°C participe à l'inhibition de la croissance des bactéries thermophiles et mésophiles

En conclusion, les analyses microbiologiques réalisées et les résultats obtenus nous permettent de dire que cette margarine est de qualité microbiologique satisfaisante.

Conclusion

Conclusion

Cette étude vise à évaluer et comparer les paramètres physico-chimiques et la qualité microbiologique des margarines de table et de feuilletage produite par Cevital SPA.

Les analyses physico-chimiques effectuées constituent des paramètres clés tels que le point de fusion, l'humidité, pH de la phase aqueuse, indice peroxyde et le taux de sel. Les résultats obtenus montrent que les margarines produites sont conformes aux normes en vigueur pour l'ensemble de ces paramètres.

Les analyses microbiologiques visaient à rechercher et quantifier les principaux micro-organismes pouvant être présents, notamment les flores mésophiles totales, *E.coli*, *S.aureus*, levures et moisissures et *Salmonella*. Les résultats obtenus pour les deux margarines sont bien inférieures aux limites réglementaires, ceci témoigne une très bonne qualité hygiénique des margarines.

L'ensemble des analyses effectuées démontrent que les margarines fleurial et la parisienne produites par Cevital répondent aux exigences physicochimiques et microbiologiques requises pour un produit alimentaire destiné à la consommation. Cela valide la maîtrise des procédés de fabrication et garantit la sécurité sanitaire de ce produit.

Si à l'origine la margarine se proposait d'imiter le beurre, aujourd'hui, ce n'est plus le cas. Les margarines, en tant que produits modernes, à forte capacité évolutive, doivent répondre à des besoins nutritionnels et fonctionnels et donc correspondre aux attentes des consommateurs et à celles des utilisateurs en alliant qualité, santé et plaisir.

Ce travail pourrait être complété par d'autres types d'analyses afin de mieux caractériser ces produits, comme des analyses sensorielles ou nutritionnelles plus approfondies. Cela contribuerait à une meilleure caractérisation et traçabilité de la margarine commercialisée.

En perspective, il est important d'achever cette présente étude par la mesure des indices d'iode, la détermination de la teneur en matières grasses solides (SFC), la détermination de la stabilité à l'oxydation en effectuant le test de rancimat, la détermination de la composition en acides gras et la teneur en acides gras trans pour les deux margarines.

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

A

Alias C. et Linden G. (1997). Corps gras in : biochimie alimentaire. Masson, Paris. ISBN : 2- 225-808880-5.pp : 202-207.

B

Bentayeb Ait Lounis, S., L. Mekimène, et al. (2018). "Nutritional quality and safety of algerian margarines: Fatty acid composition, oxidative stability and physicochemical properties." Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism **11**(3): 331-342.

Brahmi, E., Souli, A., Soltani, N., Saidani, F., & Ayadi, A. M. (2023). Évaluation des performances productives et reproductives de la vache laitière de race Holstein élevée en climat Tunisien (Méditerranéen) chaud. *Journal of New Sciences*, 91, 5139-5149.

Brisson, G. (1982). Lipides et nutrition humaine: analyse des données récentes sur les corps gras alimentaires, Presses Université Laval.

Borwankar, R., Frye, L., Blaurock, A., & Sasevich, F. (1992). Rheological characterization of melting of margarines and tablespreads *Rheology of Foods* (pp. 55-74): Elsevier.

C

Carr, R. A., & Vaisey-Genser, M. (2003). MARGARINE| Methods of Manufacture.

Claude, L. (2013). Les lipides – nutrition et santé: Lavoisier.

Cossut, J., Defrenne, B., Desmedt, C., Ferroul, S., Garnet, S., Roelstraete, L., . . . Vidal, D. (2002). Les corps gras: Entre tradition et modernité. *Projet du DESS QUALIMAPA, Université des Sciences et Technologies de Lille, France*.p140.

D

De Oliveira Lopes, C., Barcelos, M. d. F. P., Dias, N. A. A., Carneiro, J. d. D. S., & de Abreu, W. C. (2014). Effect of the addition of spices on reducing the sodium content and increasing the antioxidant activity of margarine. *LWT-Food Science and Technology*, 58(1), 63-70.

Dong, S., Y. Zhou, et al. (2023). "Preparation of a novel healthy tiger nut oil-based margarine fat with low trans and saturated fatty acids." Food Chemistry **427**: 136731.

E

Evrard, J., Pagès-Xatart-Pares, X., Argenson, C., & Morin, O. (2007). Procédés d'obtention et compositions nutritionnelles des huiles de tournesol, olive et colza. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 42, 13-23.

F

Fallahasgari, M., Barzegar, F., Abolghasem, D., & Nayebzadeh, K. (2023). An overview focusing on modification of margarine rheological and textural properties for improving physical quality. *European Food Research and Technology*, 249(9), 2227-2240.

Faur, L. (1992). Transformation des corps gras à des fins alimentaires. *Manuel des corps gras*, 883-937.

Francois, R. (1974). *Les industries des corps gras*. Technique et Documentation.

G

Gharby, S. (2022). Refining vegetable oils: Chemical and physical refining. *The Scientific World Journal*, 2022(1), 6627013.

Guillén, M. a. D. and A. Ruiz (2001). "High resolution 1H nuclear magnetic resonance in the study of edible oils and fats." *Trends in Food Science & Technology* 12(9): 328-338.

Graille J. (2003). Lipides et corps gras alimentaires .Tec et Doc, Lavoisier, Paris. ISSN : 0243-5624. ISBN : 2-7430-0594-7. pp :1-183 .

H

Herreman, I. (2005). Marché européen des margarines et des matières grasses à tartiner. *Oléagineux, Corps gras, Lipides*, 12(5-6), 393-394.

Himed, L., & Barkat, M. (2014). Élaboration d'une nouvelle margarine additionnée des huiles essentielles de Citrus limon. *OCL*, 21(1), A102.

I

ISO 6887-4/2003., Microbiologie des aliments -- Préparation des échantillons, de la suspension mère et des dilutions décimales en vue de l'examen microbiologique .

ISO 4833:2003.Microbiologie des aliments -- Méthode horizontale pour le dénombrement des micro-organismes -- Technique de comptage des colonies à 30 degrés C.

ISO 7251 .2005. Microbiologie des aliments -- Méthode horizontale pour la recherche et le dénombrement d'Escherichia coli présumés - Technique du nombre le plus probable.

ISO 7218:2007. Microbiologie des aliments -- Exigences générales et recommandations.

ISO 21527-2.2008.Microbiologie des aliments -- Méthode horizontale pour le dénombrement des levures et moisissures.

K

Karleskind A. (1992). Manuel des corps gras. Tome 2. Technique et documentation Lavoisier. P : 803-988.

Kone S. (2001). Fabrication artisanale de margarine, Mars 2001 Issue <http://www.gtz.de/gate/>

L

Laventurier, M. (2013). Impact des formulations de margarines sur le process en boulangerie et pâtisserie artisanales et industrielles. *Oléagineux, Corps gras, Lipides*, 20(3), 160-164.

Lund, B. M., T. C. Baird-Parker, et al. (2000). Microbiological safety and quality of food, Springer Science & Business Media.

M

Makhloufi, A. (2010). "Etude des activités antimicrobienne et antioxydante de deux plantes médicinales poussant à l'état spontané dans la région de bechar (*Matricaria pubescens* (Desf.) et *Rosmarinus officinalis* L) et leur impact sur la conservation des dattes et du beurre cru." Mémoire d'obtenir le grade de doctorat d'état en biologie. Université Aboubaker Belkaid. Bechar P 166.

Milton, D. K., Feldman, H. A., Neuberg, D. S., Bruckner, R. J., & Greaves, I. A. (1992). Environmental endotoxin measurement: the kinetic *Limulus* assay with resistant-parallel-line estimation. *Environmental research*, 57(2), 212-230.

Miskandar, M., Che Man, Y., Yusoff, M., & Abdul Rahman, R. (2002). Effect of emulsion temperature on physical properties of palm oil-based margarine. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 79(12), 1163-1168.

N

NE. 1. 2.430/1989. Margarine : détermination du pH de la phase aqueuse (Méthode Potentiométrique).

NE. 1. 2.47/1985. Corps gras d'origines animal et végétale -Détermination de la teneur en eau et en matières volatiles.

NE. 1.2.91/1988. Margarine : détermination du point de fusion (méthode au tube capillaire).

NE.1.2.98/1988. Margarine : détermination de l'indice de peroxyde.

NE.1.2.429. (1989). Margarine : détermination de la teneur en chlorure de sodium.

Noor Lida, H., Sundram, K., Siew, W., Aminah, A., & Mamot, S. (2002). TAG composition and solid fat content of palm oil, sunflower oil, and palm kernel olein belends before and after chemical interesterification. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 79, 1137-1144.

O

O'brien, R. D. (2008). Fats and oils: formulating and processing for applications, CRC press.

P

Pages, X., Morin, O., Birot, C., Gaud, M., Fazeuilh, S., & Gouband, M. (2010). Raffinage des huiles et des corps gras et élimination des contaminants. *OCL*, 17(2), 86-99.

Pagès-Xatart-Parès, X. (2008). Technologies des corps gras (huiles et graisses végétales). *Techniques de l'Ingénieur*, f6070.à la place de François .

S

Saillard, M. (2010). Margarines et matières grasses tartinables. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 45(5), 274-280.

Silva, T. J., Fernandes, G. D., Bernardinelli, O. D., da Rosa Silva, E. C., Barrera-Arellano, D., & Ribeiro, A. P. B. (2021). Organogels in low-fat and high-fat margarine: A study of physical properties and shelf life. *Food research international*, 140, 110036.

T

Tremolieres, M. (1988). Deoxygenating effect and toxicity of ground-up dried coniferous needles and deciduous leaves of Canadian trees in water: a preliminary study in comparison with litter of European trees. *Water Research*, 22(1), 21-28.

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

W

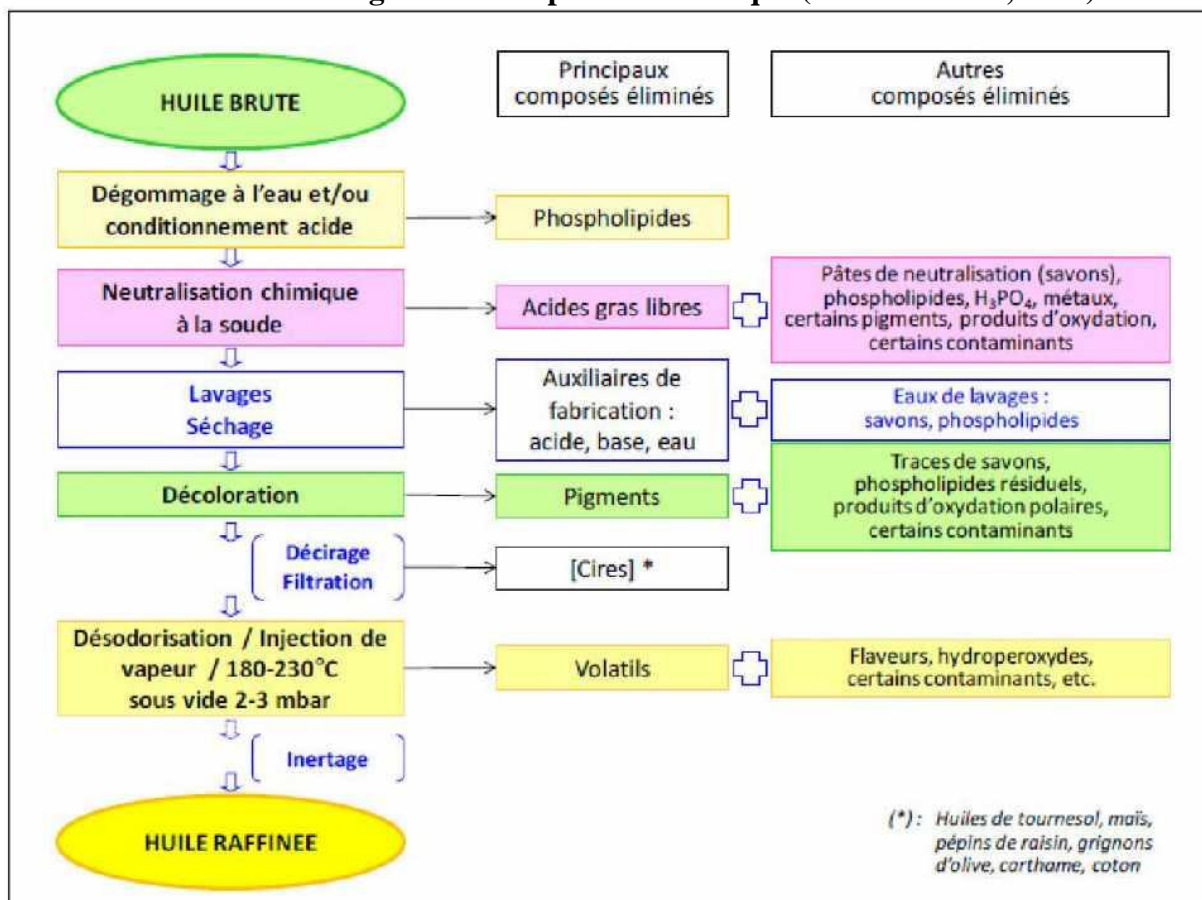
Wolff, J. (1968). Manuel d'Analyse des Corps Gras, edited by Azoulay Editeur, Paris.

Y

Yohan, R. (2004). "Antioxydants naturels végétaux.

Annexes

Annexe 1 : Raffinage des huiles par voie chimique (Devilleers et al., 2010).



Annexe 2 : les résultats d'analyse physico-chimique de la margarine fleurial (250 g).

Fleurial (250 g)	Poids (g)	Teneur en sel	Teneur en eau (humidité)	pH	Point de fusion (°C)	Indice peroxyd e
1	253	0,36	16,79	4,18	39,4	0,3
2	254	0,37	17,25	4,33	39,5	0,28
3	255	0,37	15,82	4,69	38,7	0,24
4	252	0,39	16,89	4,68	37,9	0,26
5	255	0,4	17,01	3,72	40,3	0,22
6	254	0,35	17,24	4,2	39,3	0,32
7	252	0,36	15,86	5,1	38,9	0,27
8	253	0,3	16,84	4,3	39,6	0,25
9	255	0,38	17,71	3,92	39,3	0,33
10	254	0,37	17,64	5,3	40,6	0,28

Annexe 3 : les résultats d'analyse physico-chimique de la margarine Feuilletage (1kg).

Feuilletage (1kg)	Poids (g)	Teneur en sel	Teneur en eau (humidité)	PH	Point de fusion (°C)	Indice peroxyde
1	1021	0,68	17,33	3,8	51,4	0,24
2	1020	0,73	17,65	3,7	51,6	0,25
3	1023	0,62	16,23	4,2	51,3	0,30
4	1023	0,68	17,83	3,6	49,2	0,32
5	1015	0,70	17,67	3,8	49,4	0,28
6	1021	0,63	17,64	4,3	51,1	0,27
7	1023	0,67	16,86	4,6	48,9	0,32
8	1022	0,75	17,34	5,1	49,3	0,28
9	1021	0,60	16,70	3,9	49,6	0,25
10	1016	0,71	17,42	4,6	51,7	0,34

Résumé

La margarine est un produit largement consommé en Algérie. Cette étude vise à évaluer deux margarines produites par Cevital SPA : une margarine de table (Fleurial) et l'autre de feuilletage (La parisienne). Un intérêt particulier est porté sur l'évaluation de leurs propriétés physicochimiques et leurs qualités microbiologiques.

Les paramètres physicochimiques évalués pendant une période de 10 jours sont : la teneur en eau, pH, teneur en sel, point de fusion et l'indice de peroxyde. Des tests microbiologiques ont été réalisés pendant 10 jours également pour la recherche de germes aérobies à 30°C, de levures, de moisissures, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* et *Salmonella*. Les résultats ont révélé que les deux margarines sont conformes aux normes. Les analyses microbiologiques ont montré que les échantillons étaient exempts de contaminants dangereux, confirmant leur conformité aux normes de qualité. Cette étude contribue à une meilleure compréhension des processus de production et des contrôles de qualité dans la margarinerie, et les données obtenues peuvent aider à optimiser les formulations de margarine tout en garantissant la sécurité des produits pour les consommateurs.

Mots-clés : margarine de table, margarine feuilletage, Cevital, analyses physicochimiques analyses microbiologiques.

Abstract

Margarine is a product widely consumed in Algeria. This study aims to evaluate two margarines produced by Cevital SPA: one table margarine (Fleurial) and the other is puff margarine (La Parisienne). Particular attention was focused on assessing their physicochemical properties and microbiological qualities.

The physicochemical parameters evaluated over a 10-days period were: water content, pH, salt content, melting point and peroxide value. Microbiological tests were carried out to detect the presence of aerobic germs at 30°C, yeasts, molds, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Salmonella*. The results showed that both margarines complied with standards. Microbiological analyses showed that the samples were exempt from harmful contaminants, confirming their compliance with quality standards. This study contributes to a better understanding of production processes and quality controls in the margarine industry, and the data obtained can help optimize margarine formulations while assuring product safety for consumers.

Key words: table margarine, puff margarine, Cevital, physicochemical analyses microbiological analyses.

