

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



Faculté de Technologie
Département de Génie des procédés

MÉMOIRE

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER

Domaine : Science et Technologie Filière : Génie des Procédés

Spécialité : Génie Alimentaire

Présentée par :

NEGROUCHE Ferroudja

Thème

Formulation et analyse physicochimique d'une margarine liquide épicée

Soutenance le 09/07/2024

Devant le jury composé de :

Nom et prénom	Grade	Affiliation	Qualité
TAFININE.Z	MCA	U.A.M.Bejaia	Présidente
TAMENDJAI. S	MCA	U.A.M.Bejaia	Examinatrice
BEY.Z	MAA	U.A.M.Bejaia	Encadrante

Année Universitaire : 2023-2024

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Dieu, le Tout-Puissant, de m'avoir donné la force, la patience et la volonté qui m'ont permis de mener à bien ce modeste travail.

Je remercie les membres de jury, Mme Tamendjari.S et Mme Tafinie Z. d'avoir accepté d'examiner mon travail.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à Mme Z. BEY pour son excellent suivi, ses conseils, ses corrections, ses remarque pertinentes , sa gentillesse inégalée, sans elle ce travail n'aurait jamais aboutit.

Je remercie également mon encadrante de laboratoire, Mme K. JAAFRI, pour sa disponibilité et ses précieux conseils, ainsi que l'ensemble du personnel du laboratoire qui a contribué au bon déroulement de mon stage au sein de l'entreprise COGB Labelle Béjaïa, en particulier Mme Z. FERRAH et M. A/N. BOUADOUIA.

Je remercie énormément M. A. CHIKHOUN pour ses conseils et son encouragement, ainsi que M. A. BOUKIAR pour son aide et son soutien.



- N.Ferroudja -

Dédicaces

À celle qui m'a donné la vie, à la lumière de mes yeux, à ma source de joie : MAMAN.

À celui qui a fait de moi une femme forte et courageuse, à celui qui me dit : « Va où tu veux, ma fille, fais ce que tu veux, ma fille. J'ai confiance en toi et je te soutiendrai jusqu'au dernier souffle » : PAPA.

Aucune dédicace ne pourrait témoigner de mon amour, de ma gratitude et de mon profond respect pour vous. Je n'oublierai jamais tout ce que vous avez fait pour moi. C'est grâce à vous que je suis là aujourd'hui et vous êtes la clé de ma réussite.

À mon mari,

Je dédie ce travail à celui qui m'a dit un jour : « Le succès te convient. » Quoi que je fasse, quoi que je dise, je ne pourrai jamais te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta présence à mes côtés a toujours été la source de ma force.

À mes chères sœurs DJOUDJOU et CHAIMAA, à mes chers frères MOUKRANE et DAOUD.

À mes chers oncles sans exception, et surtout A JUGURTHA que j'aime à la folie

À mes grands-mères, ainsi qu'à toute ma famille et toute ma belle-famille.

À ma meilleure amie HASSINA ARRAR et à sa famille.



N. Ferroudja -

Sommaire

Remerciements	2
Dédicaces	3
Sommaire	4
Liste des tableaux	3
Liste des figures	4
Introduction Générale	1
I. Chapitre I	2
Généralités sur la margarine	2
I.1. Processus de fabrication de la margarine	3
I.2. Définition et classification	4
I.3. Composition globale	4
I.3.1. Phase Grasse	4
I.3.2. La phase aqueuse	5
I.4. Caractéristiques de la Margarine.....	5
I.4.1. Propriétés Physiques.....	5
I.4.2. Propriétés Chimique	6
I.4.3. Attributs Organoleptiques	6
I.4.4. Aspects Nutritionnels et thérapeutiques	6
I.5. Altération de la margarine.....	7
I.6. La classification des margarines	8
I.6.1. Margarines de Table	8
I.6.2. Margarines pour l'industrie alimentaire.....	8
I.6.3. Margarines Allégées	9
I.6.4. Margarine épicée.....	10
I.7. Fabrication de la margarine épicée	10
I.7.1. Caractéristiques de la margarine liquide épicée.....	11
I.7.2. Avantages et utilisations.....	12
II. Chapitre II	15
Matériel et Méthodes	15
II.1. Méthodologie de Travail.....	16
II.1.1. Enquête sur la consommation des margarines épicée en Algérie	16
II.1.2. Processus de Formulation	16
II.1.2.1. Préparation de la phase grasse	16
II.1.2.2. Élaboration de la phase aqueuse	16
II.1.2.3. Mise en place de l'émulsion (margarine).....	16
II.1.2.4. Sélection des Épices	17
II.1.3. Méthodes d'analyses	18
II.1.3.1. Analyse sensorielle préliminaire	18
II.1.3.2. Analyses physico-chimiques	19
II.1.3.2.1. Détermination du pH de la phase aqueuse	19
II.1.3.2.2. Le taux d'humidité.....	19

Sommaire

II.1.3.2.3. Teneur en sel (chlorure de sodium)	20
II.1.3.2.4. Indice de peroxyde	21
II.1.3.2.5. Détermination du point de fusion	21
II.1.3.2.6. Acidité.....	22
II.1.3.2.7. Détermination du taux de solide par RMN (teneur en corps gras solides).....	23
II.1.3.3. Analyses microbiologiques	23
II.1.3.3.1. Préparation de la solution mère.....	24
II.1.3.3.2. Dénombrement des germes aérobies (ISO 4833, 2003)	24
II.1.3.3.3. Dénombrement des levures et moisissures (ISO 21527-2, 2008). 25	
II.1.3.3.4. Recherche et dénombrement des coliformes fécaux (ISO 7251, 2005).....	25
A. Test présomptif.....	25
B. Test confirmatif	26
II.1.3.3.5. Recherche des <i>Staphylococcus aureus</i> (ISO 6888-1, 2003)	26
A. Enrichissement	26
B. Isolement	27
II.1.3.3.6. Recherche des salmonelles (ISO 6579, 2002)	27
A. Pré-enrichissement	27
B. Enrichissement.....	27
C. Isolement	28
III. Chapitre IV.....	29
Résultats et Discussions.....	29
III.1. Résultats de l'enquête menée auprès des consommateurs.....	30
III.2. Analyses sensorielle préliminaire	31
III.3. Résultats des analyses physicochimiques des matières premières et des produits finis.....	33
III.3.1. Détermination du pH de la phase aqueuse.....	34
III.3.2. Teneur en eau (Humidité)	34
III.3.3. Teneur en sel	34
III.3.4. Détermination de l'indice de peroxyde.....	35
III.3.5. Détermination du point de fusion	35
III.3.6. Acidité.....	36
III.3.7. Détermination du taux de solides par RMN (SFC).....	36
III.4. Analyses microbiologiques.....	37
Conclusion Générale	39
Références bibliographiques.....	41
Annexes.....	47

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau I : Altération de la margarine	17
Tableau III : Les principaux épices utilisés dans les margarines épicées	30
Tableau IV : Les margarines liquides épicées sélectionnées	31
Tableau V : Les résultats des analyses physico chimiques des paramètres étudiés. Erreur !	
Signet non défini.	
Tableau VI : Résultats des SFC du blend et du cinq margarines formulées	36
Tableau VII : Résultats des analyses microbiologiques effectuées sur toutes les margarines formulées	38

Liste des figures

Liste des figures

Figure 1: Diagramme de fabrication de la margarine.....	3
Figure 2: Classification des margarines disponibles sur le marché mondial.	10
Figure 20: Etapes de la formulation des recettes de margarine épicées	18
Figure 21: photographie de la RMN basse résolution	23
Figure 22: Photo de produit fini	Erreur ! Signet non défini.
Figure 23: Résultats d'analyses sensorielles des aliments préparés avec les margarines épicées formulés. A (Poulet) ; B (Viande), C (pomme de terre), D (poisson), E (Pates alimentaires)	33
Figure 24: Taux de solide du blend et des cinq margarines liquides formulés	37

Introduction Générale

Introduction Générale

Les matières grasses jouent un rôle clé dans notre alimentation, fournissant à la fois une source d'énergie concentrée et des acides gras essentiels comme les oméga-3 et oméga-6. En plus de leur valeur nutritionnelle, elles influencent de manière significative la texture et la saveur des aliments. Parmi elles, la margarine se distingue comme une alternative au beurre, initialement développée pour des raisons économiques (Liu et al., 2017).

Au fil du temps, la margarine a évolué, s'adaptant aux nouvelles attentes des consommateurs en matière de nutrition et de diversité sensorielle (Vermeulen et al., 2020). Sa composition s'est diversifiée, répondant aux enjeux de santé, tels que la réduction des matières grasses et l'enrichissement en acides gras bénéfiques (Shahidi & Hossain, 2022).

Autrefois produite à partir d'huiles hydrogénées pour imiter la consistance du beurre (Elliott, 2013), la margarine s'est transformée en un produit offrant différentes textures et saveurs, en accord avec les avancées technologiques et les préférences alimentaires (Silva et al., 2021). Cette flexibilité a permis à la margarine de s'imposer comme un ingrédient incontournable, notamment dans la boulangerie et les produits transformés, tout en offrant une alternative durable à l'utilisation de matières premières d'origine animale (Hoteit et al., 2021).

Aujourd'hui, l'innovation dans le secteur de la margarine inclut des propositions de produits épicés, qui répondent à la demande croissante de saveurs nouvelles et audacieuses (Guiné et al., 2020). L'incorporation d'épices comme le piment ou le cumin permet de créer des profils gustatifs distincts, adaptés à une variété de plats. Ce type de margarine, en plus de ses avantages nutritionnels et économiques, vise à satisfaire les palais en quête de nouvelles expériences culinaires.

Notre travail s'inscrit dans cette dynamique en proposant une margarine liquide épicée, une innovation destinée au marché algérien. Conçue pour répondre aux attentes des consommateurs en matière de praticité et de goût, cette margarine pourra être utilisée pour assaisonner divers plats, tout en offrant une expérience gustative unique. Ce produit devra bien sûr respecter les critères de qualité sanitaire, nutritionnelle et sensorielle en vigueur.

Chapitre I
Généralités sur la margarine

I.1. Processus de fabrication de la margarine

Ce schéma représente le processus de fabrication de la margarine, en détaillant les différentes étapes de formulation, d'émulsification, de pasteurisation et de conditionnement, depuis la préparation des phases grasses et aqueuses jusqu'au produit final.

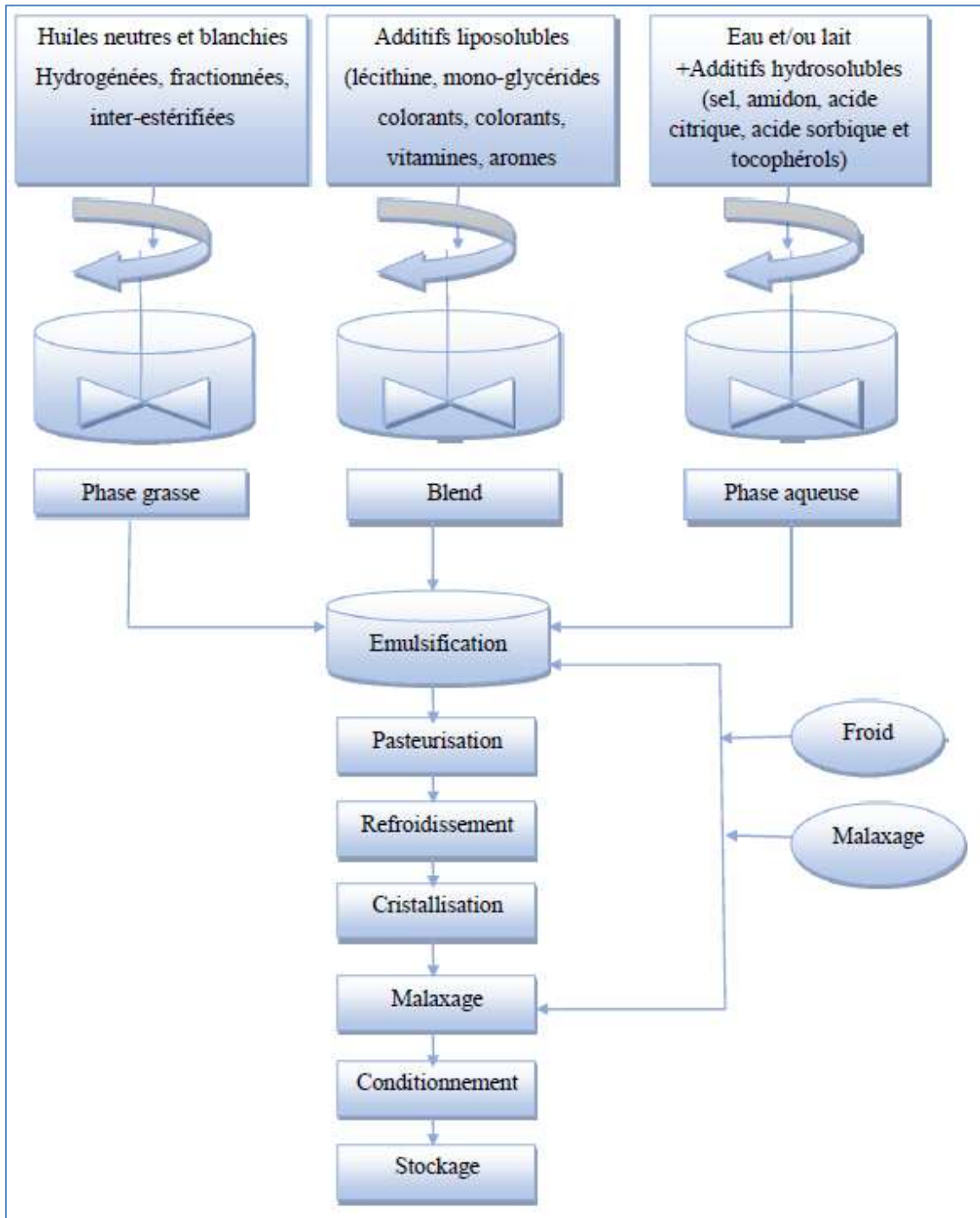


Figure 1: Diagramme de fabrication de la margarine (Cossut et al., 2002).

I.2. Définition et classification

La margarine est une sorte d'émulsion appelée eau dans huile (E/H) qui comporte deux phases distinctes : une phase continue constituée de la partie grasse et une phase dispersée constituée de la partie eau. Ce mélange complexe suggère l'inclusion de plusieurs additifs, dont la lécithine, du sel, des colorants, des antioxydants, des vitamines, etc., qui sont répartis uniformément dans les phases grasse et aqueuse (Silva *et al.*, 2021).

Les fabricants de margarine sont en mesure de proposer une grande variété de produits répondant aux différents besoins et goûts des consommateurs, grâce à la variété des ingrédients et des procédures de production qu'ils utilisent. De plus, l'utilisation de matières premières d'origine végétale dans plusieurs margarines répond au besoin croissant d'aliments à base de plantes, motivé par des considérations environnementales et liées à la santé (Guiné *et al.*, 2020).

I.3. Composition globale

La composition de la margarine est très variable en raison de variables telles que la source des graisses, les types d'huiles utilisées et l'utilisation prévue. De plus, l'utilisation de produits chimiques émulsifiants et stabilisants est une technique largement utilisée pour garantir l'unité et la durabilité du produit final (Guillen *et al.*, 2016).

I.3.1. Phase Grasse

La margarine comprend principalement une phase lipidique, représentant souvent 80 à 82 % de sa composition globale, constituée d'un mélange d'huiles et de composants lipophiles. Cette combinaison, appelée « mélange », peut être purifiée sous sa forme naturelle ou subir d'autres modifications

telles qu'un fractionnement, une trans-estérification ou une hydrogénation, qui pourraient impacter ses propriétés sensorielles et nutritionnelles (Temkov & Mureşan, 2021)

La margarine est enrichie de composants liposolubles, tels que des émulsifiants, des goûts, des vitamines et des colorants, pour augmenter ses caractéristiques sensorielles et nutritionnelles. Les émulsifiants, tels que la lécithine et les mono- et diglycérides, jouent un rôle crucial dans la formation et la préservation des structures d'émulsion. Des arômes, soumis à réglementation et souvent dérivés du diacétyl, sont inclus pour rehausser la saveur. L'enrichissement en vitamines, telles que la vitamine A et la vitamine D, est très répandu. De plus, la vitamine E est obtenue à partir des tocophérols présents dans les

huiles végétales. Des pigments, comme les caroténoïdes, sont utilisés pour obtenir une teinte semblable à celle du beurre(Silva et *al.*, 2021).

I.3.2. La phase aqueuse

La phase aqueuse, comprenant typiquement environ 16 à 18 % de margarines, est un constituant essentiel. La composition se compose principalement d'eau et/ou de lait, ainsi que de composants solubles dans l'eau comme du sel et des régulateurs de pH(Weber et *al.*, s. d.)

Les composants hydrosolubles, comme l'acide ascorbique. Le sel. Les acides organiques, tels que l'acide citrique et l'acide lactique.

I.4. Caractéristiques de la Margarine

I.4.1. Propriétés Physiques

La margarine présente une flexibilité due à la coexistence de phases solides et liquides. Cette dualité offre une consistance flexible, parfaite pour un large éventail d'utilisations culinaires. La phase solide est constituée d'acides gras saturés et insaturés et la phase liquide comprend des huiles végétales. Cette combinaison donne une texture uniforme adaptée à la friture, à la cuisson et au grillage(Bongers et *al.*, 2012)

Le point de fusion, compris entre 34 et 37°C, affecte la texture et la sensation en bouche, facilitant le mélange et la diffusion homogène des parfums. La fermeté de la margarine est également essentielle, nécessitant une combinaison harmonieuse d'acides gras saturés et insaturés pour obtenir la texture idéale qui peut être ajustée à divers usages(Bilek, 2013).

L'étalement, un facteur crucial, est affecté par des méthodes telles que la séparation des acides gras et l'utilisation d'émulsifiants. Des techniques de fabrication précises, telles qu'un mélange et un refroidissement réglementés, modifient la composition et l'épaisseur pour assurer une répartition uniforme sur les produits de boulangerie.

Par conséquent, le processus de formulation et de production de la margarine vise à obtenir une texture désirable et pratique, la rendant plus facile à utiliser en cuisine et garantissant une dispersion uniforme sur différentes surfaces alimentaires(Féron, 1949).

I.4.2. Propriétés Chimique

Les propriétés chimiques des margarines diffèrent en fonction de leur type, des pays de production, de leurs applications et des procédés de fabrication, entre autres facteurs.

I.4.3. Attributs Organoleptiques

Les attributs sensoriels de la margarine, nomment le goût, la texture, l'arôme et l'odeur, jouent un rôle crucial dans la détermination de son acceptation par les consommateurs et ont un impact considérable sur l'ensemble de l'expérience sensorielle lors de la consommation (Sun et *al.*, 2021). La saveur de la margarine est affectée par les acides gras, le sel, les protéines et les émulsifiants, qui contribuent à la sensation en bouche et à la consistance, ainsi qu'au goût salé ou crémeux. La texture, lisse et uniforme, impacte l'expérience tactile lors de l'utilisation du produit. Elle est déterminée par des facteurs tels que la quantité d'eau, la disposition des particules de graisse et la présence d'émulsifiants (Lieber et Bensmaia, 2022). La saveur d'une substance, qui englobe son goût, son parfum et sa rétro-olfaction, peut différer en fonction de la composition en matières grasses, de l'utilisation d'arômes et de la présence d'additifs. Ces facteurs sont cruciaux pour obtenir une sensation gustative idéale (Tepper et Tomassini Barbarossa, 2020).

L'arôme d'une substance est déterminé par la présence d'agents aromatisants et de produits chimiques volatils. Il peut présenter des variations délicates, telles que des notes beurrées, crémeuses ou de noisette, qui sont influencées par les techniques de raffinage, de transformation et de conservation (Calín-Sánchez et Barrachina, 2021).

I.4.4. Aspects Nutritionnels et thérapeutiques

Les margarines présentent plusieurs ressemblances nutritionnelles avec d'autres graisses alimentaires, notamment le beurre et les huiles végétales. Les acides gras y sont abondants, constituant une source cruciale de calories et jouant un rôle essentiel dans de nombreux processus biologiques tels que la construction de la membrane cellulaire et la fabrication d'hormones (Q. Liu et *al.*, 2017).

Les margarines contiennent une gamme de vitamines liposolubles qui remplissent diverses fonctions pour la santé humaine. La vitamine A est essentielle à la fonction visuelle ainsi qu'à la promotion de la croissance et du développement. D'autre part, la vitamine D joue un rôle essentiel dans le maintien de la santé des os en favorisant l'absorption du calcium. La vitamine E fonctionne comme un antioxydant, protégeant les

cellules des dommages causés par les radicaux libres, tandis que les caroténoïdes possèdent des qualités antioxydantes et peuvent être transformés en vitamine A (Patel et al., 2016).

La composition nutritionnelle des margarines peut varier en fonction de variables telles que la formulation du produit, les processus de fabrication et l'inclusion d'ingrédients supplémentaires. Les margarines enrichies peuvent avoir des concentrations élevées de vitamines ou d'autres éléments avantageux, tandis que les margarines standard peuvent présenter de plus grandes quantités d'acides gras saturés (Weber et al., s. d.).

I.5. Altération de la margarine

La margarine peut se détériorer de plusieurs manières, notamment par acidification, auto-oxydation, contamination bactériologique et détérioration physique. Chaque type de décomposition a des causes et des impacts distincts sur la qualité globale du produit final (Q. Liu et al., 2017).

Tableau I : Altération de la margarine

Type de Détérioration	Causes	Impacts sur la qualité
Acidification	- Hydrolyse des triglycérides - Humidité élevée et températures élevées	Modifications du goût, texture et apparence (Fruehwirth <i>et al.</i> , 2021)
Auto-oxydation	- Réaction des acides gras insaturés avec l'oxygène - Exposition à la lumière, chaleur et métaux	- Changements dans le goût, l'odeur, la texture et la durée de conservation (Bonfont-Rousselot, 2020)
Contamination bactériologique	- Exposition à l'air - Equipement insuffisamment désinfecté Présence d'eau ou de lait.	- Modification de l'apparence, texture, goût et sécurité (Pandey <i>et al.</i> , 2014)
Recristallisation	- Changement du rapport des composants solides et liquides	- Impact sur la texture, la saveur et l'apparence (Silva <i>et al.</i> , 2021)

I.6. La classification des margarines

La classification des margarines est vaste et diversifiée, se distinguant par la large gamme de compositions de phases grasses et les nombreux types d'additifs supplémentaires.

I.6.1. Margarines de Table

La margarine de table est principalement destinée à un usage domestique, notamment pour être tartinée sur du pain ou utilisée en pâtisserie. Afin de satisfaire la demande des clients, ce type particulier de margarine doit posséder une texture suffisamment solide à une température de 20°C, tout en restant facilement tartinable (Arellano et *al.*, 2015). Par ailleurs, il est essentiel que le produit présente des caractéristiques organoleptiques proches de celles du beurre, afin de répondre efficacement aux préférences gustatives des clients. Les margarines de table sont souvent produites à partir de triglycérides riches en acides gras insaturés, offrant un substitut plus léger au beurre. Le produit a une teneur énergétique moyenne de 740 kilocalories pour 100 grammes. Il est possible de créer une sélection diversifiée de margarines adaptées à certains usages, telles que des margarines réfrigérées ou des margarines de cuisson spécialisées, conçues pour répondre à des exigences culinaires spécifiques (Tahar et Khaled, 2018).

I.6.2. Margarines pour l'industrie alimentaire

Les margarines conçues pour le secteur alimentaire (Figure 2) sont soigneusement élaborées pour répondre aux exigences particulières de leur application prévue. Cela inclut la nécessité d'une excellente résistance à la chaleur pour la friture, ainsi que la nécessité d'une flexibilité optimale sur une large plage de températures, comme dans le cas des biscuits et des pâtisseries. Ces produits sont spécifiquement conçus pour respecter des critères rigoureux, notamment l'absence totale d'acides gras libres et la capacité à résister à l'oxydation, afin de garantir leur qualité exceptionnelle et leurs performances durables (Weber et *al.*, s. d.).

Il existe deux principales catégories de margarines souvent utilisées à des fins industrielles :

– **La margarine de feuilletage** : Est un type de margarine spécialisé conçu exclusivement pour la production de gâteaux et de pâtisseries feuilletées. La formulation est spécialement conçue pour fournir une texture distinctement feuilletée et la bonne

consistance tout au long du processus de cuisson. La margarine feuilletée est conçue pour supporter les températures élevées utilisées pendant le processus de cuisson tout en conservant son intégrité structurelle(Álvarez et al., 2023).

– **Les graisses émulsifiables :** Communément appelées shortening, sont largement utilisées dans l'industrie alimentaire à de multiples fins, notamment la production de biscuits, de pâtisseries, de croûtes à tarte et d'autres produits de boulangerie. Ces substances se distinguent par leur capacité à créer des émulsions stables et à conférer une texture souple et onctueuse aux produits finaux. Afin de maintenir une qualité constante des produits alimentaires, il est essentiel que ces graisses soient dépourvues d'acides gras libres et présentent une grande résistance à l'oxydation(Tan et McClements, 2021).

I.6.3.Margarines Allégées

La margarine faible en gras est une option moins grasse que la margarine ordinaire, spécialement créée pour répondre aux préoccupations concernant la réduction de la teneur en matières grasses tout en conservant un bon goût et des attributs sensoriels. Cette margarine possède de nombreuses caractéristiques uniques :

– **Aptitude à tartiner :** Contrairement à de nombreuses margarines qui peuvent se solidifier lorsqu'elles sont réfrigérées, la margarine faible en gras conserve sa capacité à s'étaler facilement même à basse température. Cela garantit une expérience conviviale aux clients, qui peuvent l'appliquer sans effort sur du pain ou d'autres produits alimentaires sans avoir besoin de le réchauffer au préalable(Haighton, 1976).

– **Les margarines faibles en gras :** ont souvent une teneur en matières grasses inférieure à celle des margarines ordinaires. En règle générale, elles sont conçus pour contenir environ 50 % d'eau, ce qui contribue à réduire le niveau global de graisse tout en garantissant la texture souhaitée. Des émulsifiants sont utilisés dans la margarine faible en gras pour stabiliser l'émulsion et préserver sa structure et sa texture, même avec une teneur élevée en eau. Le phosphate disodique ou la gélatine sont souvent utilisés comme agents stabilisants dans la production de margarine faible en gras pour assurer une dispersion constante de l'eau et des composants gras et empêcher la séparation(Fruehwirth et al., 2021)

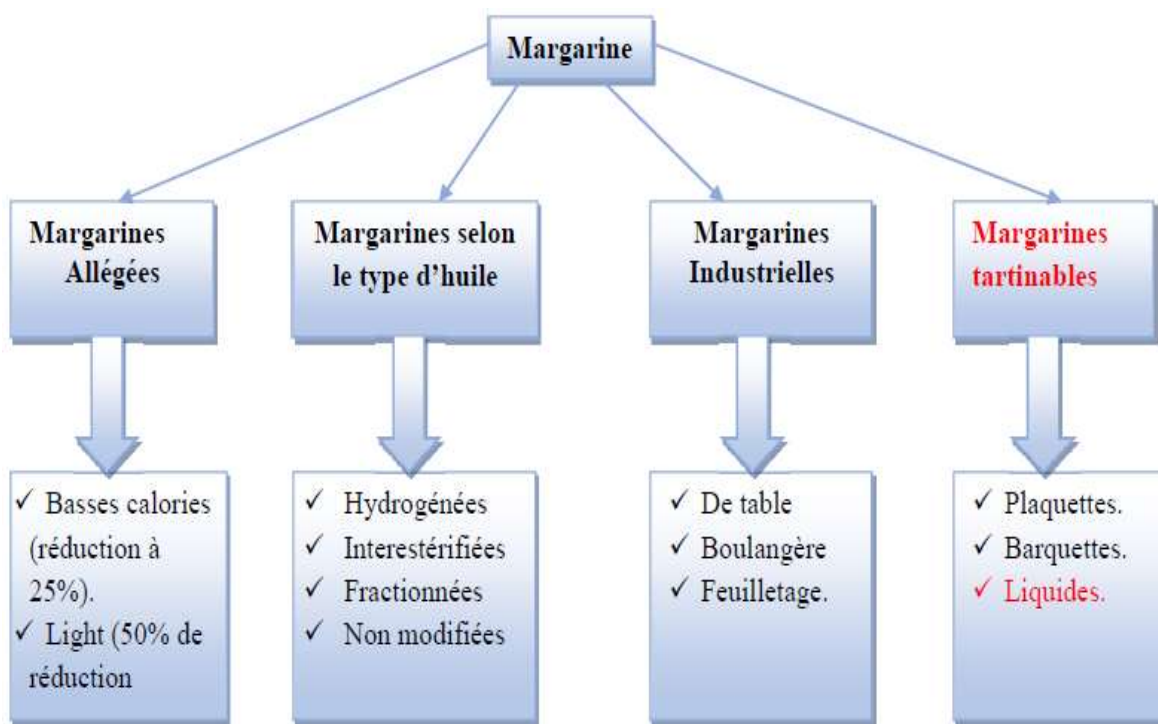


Figure 2: Classification des margarines disponibles sur le marché mondial (O'Brien, 2009).

I.6.4. Margarine épicée

La margarine épicée est un produit culinaire fabriqué à partir de graisses végétales, enrichie d'une variété d'épices et d'assaisonnements pour intensifier la saveur et introduire un élément aromatique unique. Elle se distingue des margarines conventionnelles par son profil gustatif complexe et sa capacité à conférer une saveur aigre ou aromatique à une gamme d'aliments.

La margarine épicée est un ingrédient flexible qui peut être utilisé dans diverses situations culinaires. Comme condiment, il peut être consommé immédiatement sur du pain, du pain grillé ou des craquelins pour une collation pratique et savoureuse. Lorsqu'il est utilisé en cuisine, il rehausse le goût des plats préparés, tels que les sautés, les sauces et les marinades. De plus, il a la capacité d'être incorporé dans des recettes de pâtisserie spécifiques afin de conférer une saveur distinctive et piquante. Lorsqu'il est pulvérisé sur de la viande, du poisson ou des légumes avant la cuisson, il enrichit les grillades et les barbecues en leur insufflant de la saveur.

I.7. Fabrication de la margarine épicée

Dans un premier temps, lors du processus de mélange ou de pré-émulsion, la phase grasse chauffée est jointe à la solution de phase aqueuse sans sel. À ce stade, les épices choisies sont ajoutées au mélange afin de garantir une répartition homogène des goûts dès le début du processus. L'incorporation précoce des épices facilite une dispersion uniforme

de leurs goûts dans la matrice lipidique. Pendant la phase d'émulsion, les émulsifiants ont pour objectif de réduire la taille des gouttelettes lipidiques et de garantir une répartition uniforme des épices dans la margarine. Ainsi, chaque étape du processus contribue à garantir l'uniformité des attributs sensoriels et l'excellence globale de la margarine épicée, résultant en une sensation gustative savoureuse et harmonieuse pour les clients (Perazzo et al., 2015)

I.7.1. Caractéristiques de la margarine liquide épicée

Les attributs de la margarine liquide piquante sont le résultat d'un amalgame méticuleusement élaboré de composants et de techniques de production. Vous trouverez ci-dessous une exposition détaillée de chacun de ces attributs :

- **Composition 100% de graisses végétales liquides** : La composition de la margarine liquide épicée est composée uniquement de graisses végétales liquides à 100 %, dérivées d'huiles telles que le tournesol, le maïs, le soja ou le colza. Les huiles sont choisies en fonction de leur capacité à maintenir un état liquide à température normale, conférant ainsi à la margarine sa consistance onctueuse et sa facilité d'application. Les graisses végétales liquides sont privilégiées en raison de leur profil lipidique
- **Liquéfaction rapide dans la poêle, et arrivée rapide à température** : La margarine liquide épicée a l'avantage de se liquéfier rapidement dans la poêle, ce qui lui permet de se répartir uniformément sur la surface de friture. La liquéfaction rapide de la margarine facilite l'atteinte rapide de la température nécessaire pour saisir les repas, améliorant ainsi l'efficacité et l'uniformité du processus de cuisson. Cela garantit une dispersion uniforme des goûts piquants dans les plats préparés (Elhassan et al., 2023) :
- **Bonne proportion entre acides gras saturés et insaturés** : La margarine liquide épicée est soigneusement préparée pour atteindre un équilibre idéal entre les acides gras saturés et insaturés, garantissant une proportion favorable entre les deux. La margarine obtient sa stabilité structurelle et sa douceur grâce à la présence régulée d'acides gras saturés. A l'inverse, la présence d'acides gras insaturés, tels que les acides gras monoinsaturés et polyinsaturés, est privilégiée en raison de leur impact avantageux sur le bien-être cardiovasculaire. Le mélange bien proportionné d'acides gras contenu dans la margarine liquide épicée contribue à sa grande popularité en tant qu'option nutritionnelle dans le cadre d'un régime alimentaire bien équilibré (Astrup et al., 2020).

– **Faible teneur en sel (0,4%) et sans cholestérol** : La composition de la margarine liquide épicée est soigneusement créée pour avoir une faible teneur en sel de 0,4 % et être exempte de cholestérol. Il existe un besoin croissant d'options à faible teneur en sel en raison des inquiétudes croissantes concernant la consommation excessive de sodium, liée à des problèmes de santé, notamment l'hypertension. De plus, le manque de cholestérol dans la margarine liquide épicée en fait un excellent choix pour ceux qui suivent un régime visant à réduire leur consommation de cholestérol, contribuant ainsi au maintien d'un bien-être cardiovasculaire optimal (Sonal Sekhar et al., 2020).

– **Profil aromatique équilibré** : La margarine liquide épicée se distingue par son profil gustatif bien équilibré, obtenu grâce à l'incorporation minutieuse d'épices bien choisies. Les épices sont minutieusement dosées pour offrir un éclat de saveurs lors de la cuisson, tout en maintenant un équilibre délicat entre les nombreux éléments aromatiques. Les épices comme le paprika, le curcuma, le cumin, le gingembre et le poivre rehaussent la saveur des plats cuisinés, offrant une sensation gustative savoureuse et complexe.

– **Perception sensorielle améliorée** : L'ajout d'épices à la margarine liquide piquante amplifie non seulement la saveur des aliments, mais élève également toute leur expérience sensorielle. Les parfums et odeurs subtiles des épices rehaussent la texture et le goût de la margarine, rehaussant ainsi l'attrait et l'attrait visuel des aliments. Par conséquent, l'utilisation d'épices sert à accroître le désir de manger et à améliorer le plaisir global de l'expérience culinaire des clients.

I.7.2. Avantages et utilisations

La composition particulière et les qualités uniques de la margarine liquide épicée offrent une grande variété d'avantages et d'utilisations. Vous trouverez ci-dessous un examen approfondi des avantages et des utilisations actuelles de cette technologie :

– **Adaptabilité culinaire** : La margarine liquide épicée est très polyvalente et peut remplacer avec succès le beurre et les huiles conventionnels dans un large éventail de recettes et de méthodes culinaires, notamment la friture, la pâtisserie, les sauces et les marinades. L'utilisation d'épices bien choisies améliore le profil gustatif des aliments, en ajoutant des couches de saveurs complexes et nuancées (Silva et al., 2021).

– **Consommation nutritionnelle améliorée** : La margarine liquide épicée a un profil nutritionnel plus avantageux que le beurre, car elle contient moins de graisses saturées.

L'utilisation d'huiles végétales riches en acides gras insaturés peut aider à maintenir une alimentation équilibrée et à améliorer le bien-être cardiovasculaire(Silva et *al.*, 2021).

– **Commodité et conservation** : La margarine liquide épicée a une texture onctueuse qui lui permet d'être facilement versée et étalée à température ambiante, ce qui la rend très adaptée à une utilisation régulière en cuisine. L'emballage liquide permet un stockage efficace et compact, ce qui le rend adapté aussi bien aux cuisiniers débutants qu'experts(Silva et *al.*, 2021)-

– **Respectueuse du poids** : la margarine liquide épicée est spécialement formulée pour être sans cholestérol et faible en sel, ce qui la rend adaptée à un large éventail de régimes, y compris ceux qui nécessitent un faible apport en cholestérol ou en sodium. La polyvalence de cette option réside dans sa capacité à s'adapter à diverses exigences alimentaires(Silva et *al.*, 2021).



.

Chapitre II
Matériel et Méthodes

II.1. Méthodologie de Travail

Cette étude, réalisée au complexe C.O.G.B Labelle, a pour objectif de développer une margarine liquide épicée de haute qualité pour assaisonner les plats cuisinés et leur donner de la saveur. Ces produits ont fait par la suite l'objet d'une analyse sensorielle préliminaire pour sélectionner 5 produits, qui sont ensuite analysés pour déterminer leur qualité physicochimique et microbiologique. Les margarines liquides épicées formulées sont principalement utilisées pour la cuisson et le rôtissage des aliments (pomme de terre, autres légumes, viande, poulet, poisson ou même des pâtes alimentaires).

II.1.1. Enquête sur la consommation des margarines épicée en Algérie

Une enquête en ligne est lancée en ligne pour avoir l'avis d'un certain nombre de consommateurs sur ce nouveau produit (Questionnaire en annexe). Ce sondage est un aperçu :

- Du marché algérien
- Des goûts et des préférences des consommateurs en termes d'épices à utiliser.
- De la prédisposition du consommateur à acheter ce produit.
- Des motivations du consommateur à acheter ce produit.

II.1.2. Processus de Formulation

II.1.2.1. Préparation de la phase grasse

Les huiles végétales et les additifs liposolubles suivants forment la phase grasse : les émulsifiants (mono et diglycérides, ainsi que la lécithine de soja). L'arôme de beurre artificiel (diacétyle) et un complexe vitaminique (A, D3, E) sont également inclus (voir Annexe I).

II.1.2.2. Élaboration de la phase aqueuse

La phase aqueuse est composée d'eau osmosée et d'additifs hydrosolubles tels qu'un exhausteur de goût (NaCl), un conservateur (sorbate de potassium) et un régulateur d'acidité (acide citrique). Du lait en poudre est également ajouté pour améliorer le goût.

II.1.2.3. Mise en place de l'émulsion (margarine)

Au laboratoire des huiles et margarines de COGB Labelle Bejaia, la margarine a été fabriquée de manière artisanale. Les étapes suivantes ont été suivies :

- **Préparation de l'émulsion** : Cette étape consiste à mélanger les deux phases en ajoutant le mélange d'épices et à les malaxer pendant 5 min à l'aide d'un agitateur.
- **Cristallisation et mise au repos** : Le mélange est laissé à température ambiante pendant 15 min, dans un plat en inox.
- **Malaxage et conditionnement** : La pâte est malaxée à l'aide d'un agitateur sur un bol de glaçon pendant 10 min. Enfin, le produit fini est conditionné. Les différentes étapes de la formulation de la margarine liquide sont expliquées dans la figure 2.

II.1.2.4. Sélection des Épices

Nous avons préparé les recettes de margarine épicées suivantes :

- Trois pour la cuisson du poulet :(MLP1, MLP2, MLP3)
- Trois pour la viande (MLV1, MLV2, MLV3)
- Deux pour la pomme de terre (MLPT1, MLPT2)
- Deux pour le poisson (MLPOIS1, MLPOIS2)
- Deux pour les pâtes alimentaires (MLPA1, MLPA2)

MLP : Margarine Liquide Poulet (1, 2,3), *MLV* : Margarine Liquide pour Viande, *MLPOIS* : Margarine Liquide pour le poisson, *MLPA* : Margarine pour Pâtes alimentaires, *MLPT* : Margarine Liquide Pomme de terre.

Préparation de mélanges d'épices pour la cuisson du poulet, la viande, la pomme de terre ou les légumes en général, les pâtes alimentaires et pour le poisson.

Tableau I : Les principales épices utilisées dans les margarines épicées

Piment	Coriandre
Ail en poudre	Persil
Muscade	Cumin
Grain de moutard	Curcuma
Romarin	Poivre noire
Thym	Oignon en poudre
Paprika	Gingembre
Curry	Saffran
Laurier	Basilic

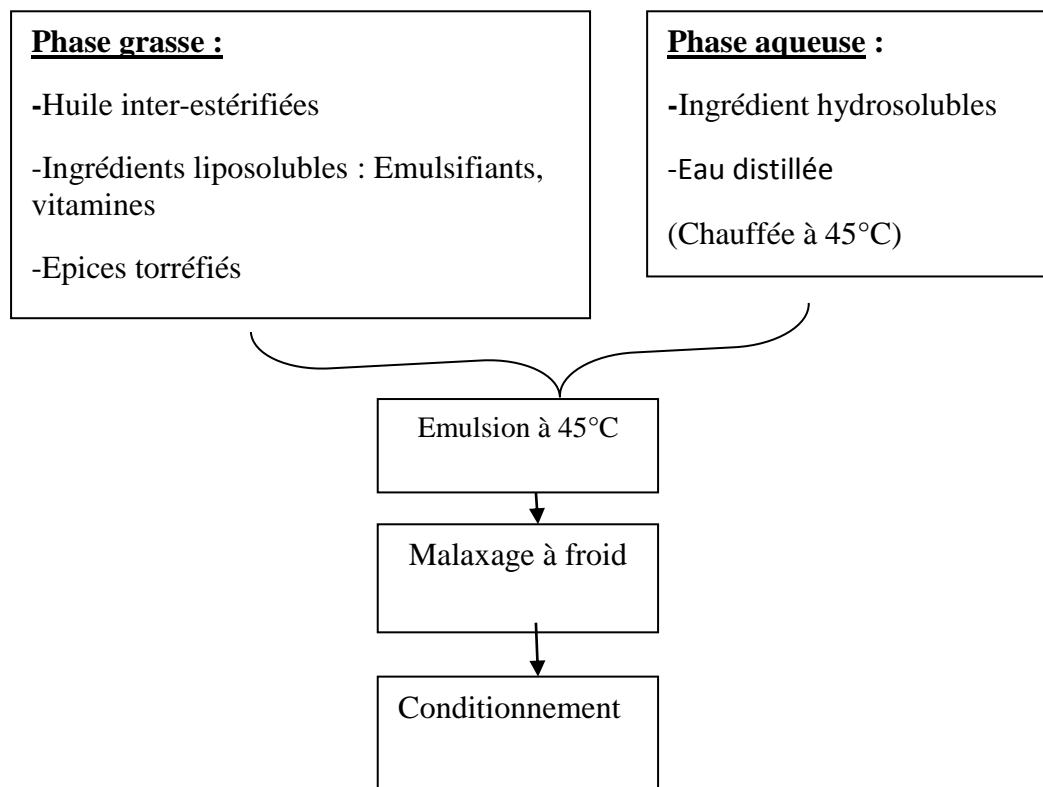


Figure 3: Etapes de la formulation des recettes de margarine épicées

II.1.3. Méthodes d'analyses

Les margarines liquides épicées formulées ont fait l'objet des analyses suivantes :

- Analyses sensorielles préliminaires
- Analyses physico-chimiques
- Analyses microbiologiques

II.1.3.1. Analyse sensorielle préliminaire

L'analyse sensorielle préliminaire est employée pour évaluer les propriétés organoleptiques d'un produit alimentaire, telles que l'odeur, le goût, la texture et la couleur. Elle est réalisée par un panel composé de cinq personnes au sein de l'entreprise COGB La Belle sur les 12 recettes de margarines épicées formulées(Annexe ...)

L'évaluation de la qualité sensorielle du produit sera notée sur 20 points, répartis comme suit :

- 8 points pour la saveur (goût) ;
- 5 points pour l'arôme (odeur);
- 5 points pour la couleur;

- 2 points pour la texture.

Selon les critères établis, un produit est déclaré non conforme dans les cas suivants :

- Si le produit a obtenu une note de 0 pour un critère.
- Si la note moyenne est inférieure à 15.

Ces critères de conformité assurent une évaluation rigoureuse de la qualité du produit, garantissant ainsi sa conformité aux normes établies.

II.1.3.2. Analyses physico-chimiques

II.1.3.2.1. Détermination du pH de la phase aqueuse

- **Principe :**

Cette mesure s'effectue avec un pH-mètre muni d'une électrode en verre. L'électrode est plongée dans l'échantillon et le résultat est obtenu en lisant directement sur l'écran du pH-mètre.

- **Mode opératoire :**

La méthode utilisée pour la détermination du pH de la phase aqueuse est celle de l'ISO 7238 (2004). Elle repose sur les étapes suivantes :

- Étalonner le pH-mètre avec une solution tampon à pH = 7
- Introduire l'électrode dans la phase aqueuse à une température de 20 °C
- Lire la valeur numérique sur le pH-mètre.

II.1.3.2.2. Le taux d'humidité

- **Principe :**

La détermination de la teneur en eau consiste en une évaporation de l'eau ainsi que des matières volatiles de la margarine sous l'effet de la chaleur (plaque chauffante).

- **Mode opératoire :**

La méthode de détermination de l'humidité de la margarine utilisée est celle de l'ISO 662 (1998). Elle comprend les étapes suivantes :

- Peser le bécher vide (p0)
- Peser le bécher avec l'échantillon (p1)

- Déposer le bécher contenant la margarine sur une plaque chauffante, tout en agitant soigneusement
- Peser le bécher après refroidissement, soit un poids (p2)

Expression des résultats

La teneur en eau est déterminée par la formule suivante :

$$H\% = (p1 - p2) / (p1 - p0) \times 100$$

Où :

H% : Humidité exprimée en pourcentage massique

P0 : Poids du bécher vide en grammes

P1 : Poids du bécher contenant l'échantillon avant chauffage

P2 : Poids du bécher contenant l'échantillon après chauffage

II.1.3.2.3. Teneur en sel (chlorure de sodium)

- **Principe :**

Le principe du dosage des sels consiste en un titrage des chlorures avec des nitrates d'argent (0,171 N), en présence de chromate de potassium comme indicateur coloré.

- **Mode opératoire :**

La méthode suivie pour la détermination du taux de sel est celle décrite dans l'ISO 15648 (2004). Elle comprend les étapes suivantes :

- Peser 5 g de margarine dans un Erlenmeyer
- Ajouter 100 ml d'eau distillée préalablement chauffée
- Agiter et laisser refroidir
- Ajouter quelques gouttes de chromate de potassium
- Effectuer le titrage avec la solution de nitrate d'argent jusqu'au virage de la couleur vers le rouge brique

- **Expression des résultats :**

La teneur en sel est déterminée par la formule suivante :

$$NaCl (\%) = V \times 58.5 \times N/10P$$

Où :

V : Volume correspondant à la chute de la burette

58.5 : Masse molaire du NaCl (g/mol)

N : Normalité de l'AgNO₃ (0.171)

P : Prise d'essai

II.1.3.2.4. Indice de peroxyde

- **Principe :**

Il consiste en un traitement d'une quantité de corps gras en solution dans un mélange d'acide acétique et de chloroforme, suivi de l'addition d'une solution d'iodure de potassium (KI). En présence d'oxygène à liaison peroxyde, la solution libère de l'iode. Le titrage de l'iode libéré se fait par une solution de thiosulfate de sodium en présence d'amidon comme indicateur coloré.

- **Mode opératoire :**

La méthode employée pour déterminer l'indice de peroxyde de notre margarine liquide est celle de l'ISO 3960 (2007). Elle comprend les étapes suivantes :

- Peser 2 g de margarine dans un ballon séché et à l'abri de l'air
- Ajouter un mélange chloroforme/acide acétique (10/15, V/V), puis de l'iodure de potassium saturé (KI)
- Agiter le mélange pendant une minute et le mettre à l'abri de la lumière pendant 5 minutes
- Ajouter 75 ml d'eau distillée et quelques gouttes d'amidon (indicateur coloré)
- Effectuer le titrage à l'aide de la solution de thiosulfate de sodium à 0,01 N
- Lire sur la burette le niveau de la chute correspondante

- **Expression des résultats :**

L'indice de peroxyde est exprimé par la formule suivante :

$$IP \text{ (meq O}_2\text{/kg)} = N \times (V1 - V0) \times 1000 / p$$

Où :

IP : Indice de peroxyde exprimé en milliéquivalents par kilogramme

V0 : Volume de la solution de thiosulfate de sodium pour l'essai à blanc en ml

V1 : Volume de thiosulfate de sodium pour l'échantillon en ml

N : Normalité de la solution de thiosulfate de sodium (0.002 N)

II.1.3.2.5. Détermination du point de fusion

- **Principe :**

Il est basé sur le passage de la matière grasse de l'état solide à l'état liquide sous l'effet de la chaleur, à une certaine température (maximum 37 °C pour une margarine solide).

- **Mode opératoire :**

Selon NA 2208 (1991), la méthode conçue pour la détermination du point de fusion comprend les étapes suivantes :

- Introduire la margarine à une hauteur de 1 cm dans un tube capillaire en verre puis le mettre au réfrigérateur pendant 8 à 10 minutes.
- Fixer le tube capillaire et le thermomètre avec une pince.
- Suspendre la pince sur les côtés du bécher et immerger le tube capillaire dans l'eau. Chauffer lentement le milieu (0,5 °C/min) sur une plaque chauffante.
- Noter la température à laquelle la margarine remonte dans les colonnes du tube, ce qui correspond au point de fusion de la margarine.

II.1.3.2.6. Acidité

- **Principe :**

Il repose sur le traitement d'une prise d'essai de la margarine par un mélange d'éthanol et d'oxyde diéthylénique, suivi du titrage des acides gras libres présents à l'aide d'une solution éthanolique d'hydroxyde de sodium.

- **Mode opératoire :**

Les étapes de détermination de l'acidité de la margarine suivant le protocole cité par ISO 660 (2009) sont résumées comme suit :

- Peser 10 g de margarine dans un bécher.
- Ajouter 50 ml d'éthanol neutralisé.
- Ajouter quelques gouttes d'indicateur coloré (phénolphtaléine).
- Effectuer le titrage avec NaOH jusqu'à apparition d'une coloration rose pâle.

- **Expression des résultats :**

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

$$A(\%) = \frac{PN \times V \times M}{P}$$

Où :

A : Acidité exprimée en %

N : Normalité du NaOH utilisé (0,1 N)

V : Volume du NaOH utilisé (ml)

M : Poids moléculaire de l'acide oléique (282 g/mol)

P : Masse de la prise d'essai en g

II.1.3.2.7. Détermination du taux de solide par RMN (teneur en corps gras solides)

- **Principe :**

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



Figure 4: photographie de la RMN basse résolution

- **Mode opératoire**

Les étapes de détermination du taux de solides de la margarine selon le protocole cité par ISO 8292 (1995) sont les suivantes :

- Faire fondre une quantité de margarine.
- Récupérer la phase grasse.
- Remplir les tubes à une hauteur de 3 cm.
- Mettre les tubes à 0°C pendant une heure.
- Laisser un tube à 0°C et placer les autres à différentes températures.
- Introduire chaque tube dans l'appareil et lire leur SFC sur l'écran.

II.1.3.3. Analyses microbiologiques

Les phases grasses, pratiquement anhydres après le traitement de raffinage, ne contiennent pas de bactéries ; en revanche, la phase aqueuse est plus fragile car l'eau qui en est la base contient des éléments nutritifs pour les bactéries, levures et moisissures, ce qui rend l'aspect et le contrôle microbiologique crucial.

Selon le Journal Officiel de la République Algérienne N°35, les germes recherchés dans la margarine sont : Les aérobies totaux, Levures et moisissures, Coliformes fécaux, Staphylococcus aureus et les salmonelles

II.1.3.3.1. Préparation de la solution mère

La recherche et le dénombrement des germes contaminants sont réalisés à partir de la solution mère de la margarine et de ses dilutions décimales (10-1 et 10-2). Ces dilutions sont réalisées par la méthode classique, en utilisant de l'eau physiologique stérile.

II.1.3.3.2. Dénombrement des germes aérobies (ISO 4833, 2003)

Les germes aérobies sont des microorganismes présents dans les produits alimentaires. Ils ont des exigences nutritives sur un milieu de culture appelé gélose nutritive, spécifique pour leur croissance. Le milieu utilisé est la gélose PCA (Plate Count Agar) préalablement fondue au bain-marie puis refroidie à 45°C.

- **Mode opératoire :**

- Préparer 7 boîtes de Pétri et ensemercer en masse :
 - ✓ Une boîte avec 1 ml de la solution mère.
 - ✓ Deux boîtes avec 1 ml de chaque dilution (10-1, 10-2).
 - ✓ Une boîte avec le diluant Ringer (témoin).
 - ✓ Une boîte est considérée comme témoin (PCA).
- Réaliser des mouvements circulaires pour homogénéiser l'ensemble.
- Incuber les boîtes à 30°C pendant 72 heures.

- **Expression des résultats :**

Après la période d'incubation, seules les boîtes présentant un nombre de colonies entre 15 et 300 sont comptées. Le nombre de germes est calculé par la formule suivante :

$$N = \frac{\Sigma \text{Colonies}}{V \text{ml} * (n_1 + 0.1n_2)d_1}$$

ΣC : Somme des colonies comptées dans les boites retenues

V : volumeensemencé

n_1 : Nombre de boites retenues dans la première dilution

n_2 : Nombre de boites retenues dans la deuxième dilution

d : Taux de dilution

II.1.3.3.3. Dénombrement des levures et moisissures (ISO 21527-2, 2008)

Pour le dénombrement des levures et moisissures, on utilise le milieu OGA (Oxytétracycline Glucosé Agar) en surfusion, additionné d'oxytétracycline (antibiotique) pour inhiber la croissance des bactéries.

- **Mode opératoire :**
 - Préparer 6 boîtes de Pétri stériles vides et ensemer en masse :
 - ✓ Une boîte avec 1 ml de la solution mère.
 - ✓ Deux boîtes avec 1 ml de chaque dilution (10^{-1} , 10^{-2}).
 - ✓ Une boîte est utilisée comme témoin, couler la gélose directement sur la boîte (sans ensemencement).
 - Incuber les boîtes à 30°C pendant 72 heures.

Les résultats positifs se traduisent par l'apparition de colonies bombées blanches ou roses.

- **Expression des résultats :**

Pour le dénombrement des levures sur des milieux solides, seules les boîtes contenant un nombre de colonies compris entre 11 et 150 sont prises en compte. La formule de calcul du nombre de levures est la même que celle utilisée pour le dénombrement des germes aérobies.

II.1.3.3.4. Recherche et dénombrement des coliformes fécaux (ISO 7251, 2005)

A. Test présomptif

La recherche des coliformes fécaux s'effectue sur le milieu VBL (bouillon lactosé au vert brillant) muni d'une cloche de Durham pour la mise en évidence du gaz produit. Le vert brillant inhibe la croissance de la plupart des germes qui n'appartiennent pas aux entérobactéries.

- **Mode opératoire**

À partir de chaque dilution préparée précédemment, prélever 1 ml et ensemer aseptiquement trois tubes de milieu VBL. Ensuite, incuber les tubes à 37°C pendant 48 heures.

- **Expression des résultats**

Les résultats positifs se traduisent par un virage du milieu au jaune et par la production

de gaz dans la cloche de Durham. Les tubes de VBL positifs (présence de gaz dans la cloche) lors du dénombrement des coliformes totaux feront l'objet d'un repiquage à l'aide de l'anse de platine.

B. Test confirmatif

- **Mode opératoire**

Le test confirmatif comprend les étapes suivantes :

- Ensemencer un tube de VBL muni d'une cloche pour confirmer la présence des coliformes totaux.
- Ensemencer un tube d'eau peptonée exempte d'indole avec une goutte prélevée aseptiquement à l'aide de l'anse de platine stérile pour chaque tube trouvé positif.
- Incuber les tubes à 44°C pendant 24 heures.

- **Expression des résultats**

Après l'incubation, ajouter le réactif de Kovacs au tube d'eau peptonée exempte d'indole. L'apparition d'un anneau rouge en surface indique la production d'indole, caractéristique d'*Escherichia coli*.

II.1.3.3.5. Recherche des *Staphylococcus aureus* (ISO 6888-1, 2003)

La recherche des staphylocoques comprend deux étapes principales :

A. Enrichissement

L'enrichissement se réalise sur le milieu liquide de Giolitti et Cantoni additionné de quelques millilitres de tellurite de potassium.

- **Mode opératoire**

- À partir de chaque dilution, ensemencer trois tubes de milieu Giolitti et Cantoni.
- Ajouter une couche de paraffine pour sélectionner les *Staphylococcus* par rapport aux *Micrococcus*, qui sont aérobies stricts.
- Incuber à 37°C pendant 48 heures.

- **Expression des résultats**

Les résultats positifs se traduisent par le noircissement des tubes de Giolitti et Cantoni, dû à la réduction de tellurite en tellure noir, révélant ainsi la croissance des staphylocoques.

B. Isolement

- **Mode opératoire**

- L'isolement est réalisé à partir des tubes noirs par ensemencement en stries sur des boîtes contenant le milieu Baird-Parker.
- Le tellurite et le jaune d'œuf sont ajoutés au moment du coulage.
- Incuber à 37°C pendant 24 heures.

- **Expression des résultats**

Après la période d'incubation, les *Staphylococcus* forment des colonies noires avec un halo clair. Les colonies noires sont dues à la réduction du tellurite en tellure, et le halo clair est dû à la protéolyse des protéines du jaune d'œuf, avec éventuellement un liseré blanc opaque dû à la précipitation des acides gras produits par la lécithinase, qui hydrolyse la lécithine du jaune d'œuf (Joffin, 1999).

II.1.3.3.6. Recherche des salmonelles (ISO 6579, 2002)

La recherche des salmonelles nécessite trois étapes :

A. Pré-enrichissement

- **Mode opératoire**

- Prélever 25 g de margarine et les placer dans un erlenmeyer. Ajouter ensuite 225 ml de la solution de Ringer (1/4). Boucher l'erlenmeyer avec du coton cardé et du papier aluminium.
- Placer l'ensemble dans un bain-marie à 45°C jusqu'à la fusion de la margarine.
- Incuber à 37°C pendant 18 à 20 heures.

B. Enrichissement

L'enrichissement des salmonelles (à partir de la phase aqueuse) est effectué sur le milieu SFB (bouillon de sélénite de sodium) en simple concentration.

- **Mode opératoire**

- Dans trois tubes de bouillon d'enrichissement SFB de 10 ml,ensemencer avec 1 ml de la culture de pré-enrichissement.
- Chaque tube reçoit par la suite un disque d'additif SFB.
- Incuber à 37°C pendant 24 heures.

- **Expression des résultats**

Le virage vers le rouge brique indique un résultat positif, donc la présence des salmonelles, tandis que le jaune indique un résultat négatif, donc l'absence de salmonelles. Si les résultats sont positifs, procéder à un isolement sur milieu Hektoen.

C. Isolement

- **Mode opératoire**

- À partir des tubes SFB positifs,ensemencer par stries et à l'aide d'une anse de platine flambée, trois boîtes de milieu Hektoen.
- Incuber à 37°C pendant 24 heures.

- **Expression des résultats**

Les résultats se traduisent par des colonies vertes à centre noir.

Chapitre IV
Résultats et Discussions

III.1. Résultats de l'enquête menée auprès des consommateurs

Dans le cycle de développement d'un produit alimentaire, la sélection peut être considérée comme le processus d'évaluation des différents facteurs impliqués dans le développement d'un nouveau produit alimentaire. Cette étape cruciale du processus de développement d'un produit alimentaire implique l'analyse de facteurs tels que le type d'aliment, le public cible, les avantages potentiels, la taille du marché, etc. Pour toutes ces raisons que nous avons établi un questionnaire, que nous avons mis en ligne pour recueillir les avis des futurs consommateurs sur ce nouveau produit.

Tableau II : Résultats de l'enquête sur la margarine épicée

Genre	
Femme	69,75%
Homme	30,24%
Avez-vous déjà utilisé une margarine épicée ?	
Non	84,56%
Oui	15,43%
Etes vous intéressé par une margarine aux mélanges d'épices ?	
Pas intéressé	4,32%
Très intéressé	41,35%
Peu intéressé	54,32%
Frequence d'utilisation	
Occasionnellement	48,14%
Plusieurs foies par semaine	27,16%
Tous les jours	3,70%
influence du prix sur la décision d'achat	
Pas du tout	22,22%
légèrement	49,38%
Fortement	24,69%

La margarine aux épices est un produit qui n'est pas disponible sur le marché algérien, 84,56% personnes ne l'ont jamais utilisés, l'enquête révèle que 41,35% des gens

sont très intéressés par ce produit grâce à sa facilité d'utilisation, et son rôle de relever le goût des aliments en particulier les viandes et les légumes. Près de 48,14% sont prêts à l'utiliser occasionnellement et 27,16% pensent à l'utiliser dans leur plat plusieurs fois par semaines. Le prix du produit conditionne son achat par les consommateurs, en effet, 49,38% confirment que le prix pourrait influencer leur décision d'acheter ce produit.

III.2. Analyses sensorielle préliminaire

D'après les résultats obtenus, les margarines liquides épicées sélectionnées sont les suivantes :

Tableau III : Les margarines liquides épicées sélectionnées

Aliments	Margarine épicée sélectionnée
Poulet	MLP3
Viande	MLV2
Poisson	MLPOIS2
Pomme de terre	MLPT2
Pâtes alimentaires	MLPA



Figure 5: Photo de produit fini

Les résultats des tests sensoriels peuvent guider les fabricants dans l'amélioration des formulations de leurs épices et condiments, en ajustant les niveaux d'ingrédients et les recettes pour répondre aux préférences des consommateurs

Les margarines formulées ont été sélectionnés grâce à leur saveur agréable (Gout et odeur) tel qu'il est présenté dans les diagrammes en toile d'araignée en **figure 6**

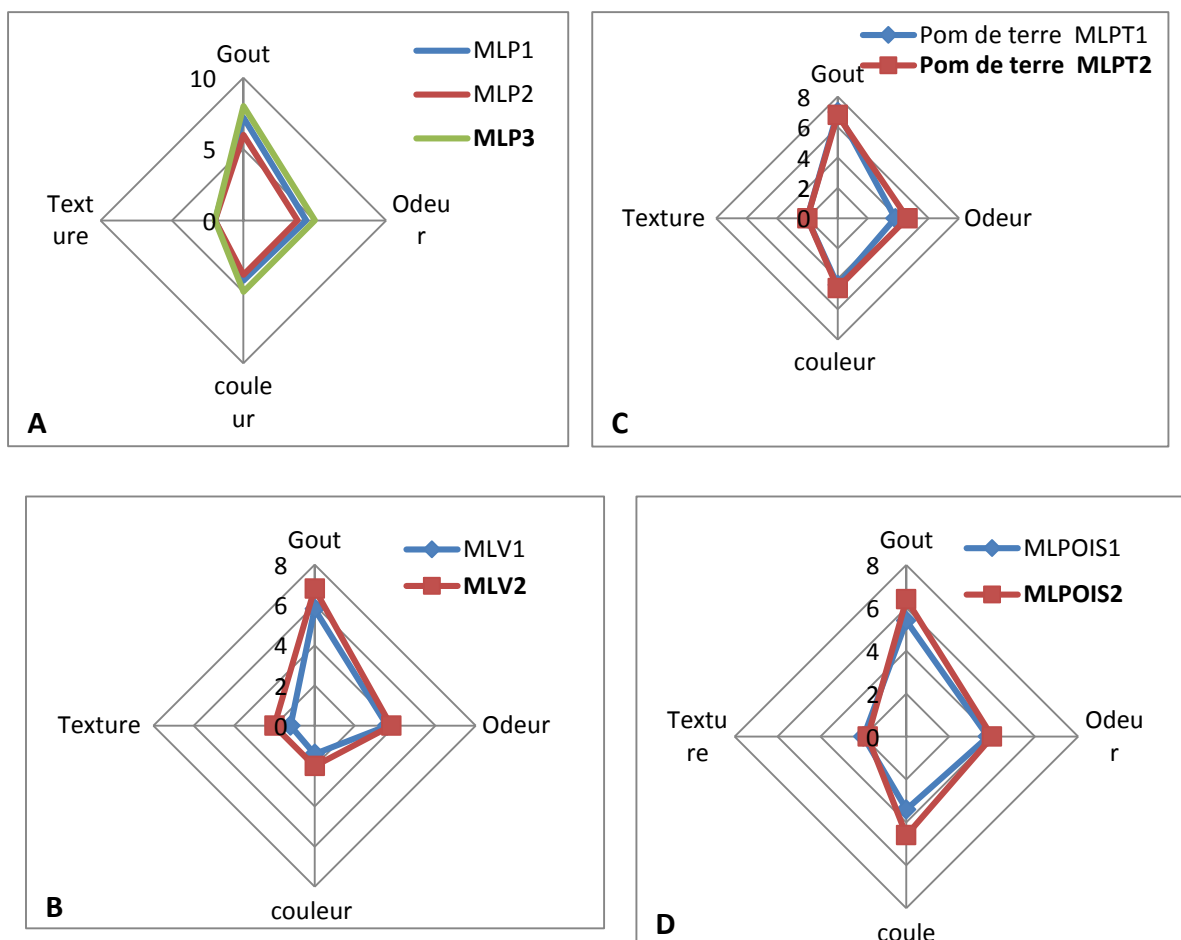


Figure 6: Résultats d’analyses sensorielles des aliments préparés avec les margarines épicées formulés. **A**(Poulet) ; **B**(Viande), **C** (pomme de terre), **D**(poisson), **E**(Pates alimentaires)

III.3. Résultats des analyses physicochimiques des matières premières et des produits finis

Les résultats des analyses physico chimiques des paramètres étudiés sont sélectionnés dans ce tableau :

Echantillons	Humidité (%)	Teneur en sel (%)	IP (Meq.gd'O2/Kg)	Point de fusion (°C)	Acidité (%)
Blend	0	0	3,8	29	0,12
MLP3	17,68	1,02	4	29	0,14

MLPT2	13,88	0,75	4,4	29	0,16
MLV2	13,5	0,7	4,49	29	0,17
MLPOIS2	13,5	1,3	4,6	29	0,18
MLPA2	13,5	0,6	4,9	29	0,19
Normes	(4 à 5,5)	(0,1 à 0,4%)	Inférieur à 5	Inférieur à 37°	Inférieur à 0,2%

Tableau IV : Résultats des analyses physico chimiques des paramètres étudiés

III.3.1. Détermination du pH de la phase aqueuse

Le pH de la phase aqueuse de la margarine liquide épicée est de l'ordre de 4,9.

Nous remarquons que le pH de la phase aqueuse de la margarine liquide épicée est conforme aux normes. Puisque les normes prévoient un pH compris entre 4,0 et 5,5, il est difficile pour les micro-organismes d'y survivre et de s'y développer. Toutefois, le pH ne doit pas être trop bas, sinon il donnera un goût acide à notre produit, ce qui pourrait entraîner son rejet par les consommateurs (Karleskind, 1992, p. 2).

III.3.2. Teneur en eau (Humidité)

On remarque que la teneur en eau des cinq différents produits est compatible et dans les normes. La teneur en eau a une influence sur la qualité du produit. Une présence importante d'humidité peut provoquer une détérioration du produit et augmenter l'activité des micro-organismes (Fruehwirth et al., 2021).

En revanche, un manque d'eau peut rendre le produit très sec, ce qui est moins apprécié des consommateurs

III.3.3. Teneur en sel

Les résultats obtenus sont supérieurs à la norme du Codex Alimentarius (0,1% à 0,4%). Cette augmentation est due à l'excès de sel ajouté aux épices. L'ajout de sel à la margarine est nécessaire pour améliorer les caractéristiques organoleptiques telles que la sapidité à la consommation. C'est également un élément important pour empêcher le développement de certaines bactéries et prolonger la durée de conservation des aliments (Bauernfeind & Pinkert, 1970).

III.3.4. Détermination de l'indice de peroxyde

L'indice de peroxyde du blend utilisé pour former la margarine liquide épicée est inférieur à 5, ce qui est conforme aux normes de l'entreprise. Cela est dû à l'utilisation des huiles interstérifiées, qui jouent un rôle dans la stabilité oxydative de la margarine liquide épicée et permettent l'élimination des acides gras trans.

Dans les corps gras, certaines graisses ne peuvent pas fondre à température ambiante, donc un chauffage est nécessaire. Cependant, le chauffage peut induire une dégradation, surtout lorsqu'il est en contact avec la phase aqueuse. Lorsqu'on mélange ces corps gras avec la phase aqueuse, il est nécessaire de pasteuriser pour éviter toute contamination. La pasteurisation implique une augmentation de la température, ce qui peut conduire à une dégradation thermique et à une oxydation des matières grasses. De plus, si le milieu est ouvert et exposé à l'air ambiant, cela peut provoquer une augmentation de l'indice de peroxyde des produits finis en raison de l'apport en blend (Szabo et al., 2022).

L'influence sur l'état oxydatif des margarines enrichies en épices dépend d'une part de la composition des composés phénoliques des épices et d'autre part de la migration de ces composés phénoliques des épices vers les margarines (Bertrand Matthäus, Julia Salomo).

III.3.5. Détermination du point de fusion

La fusion se produit lorsque la matière grasse passe de l'état solide à l'état liquide sous l'influence de la chaleur.

Les résultats du point de fusion des cinq margarines sont exprimés en pourcentage des huiles interstérifiées, donc en acides gras saturés. Le point de fusion dépend du passage de la matière grasse de l'état solide à l'état liquide. Les graisses et les huiles contenant des acides gras saturés à longues chaînes présentent des points de fusion plus élevés que les acides gras polyinsaturés ou à courtes chaînes. Les points de fusion obtenus nous permettent d'obtenir des informations sur la composition en AG des échantillons examinés. L'impact de la chaleur a été étudié par Ghotra et al.

L'évaluation du point de fusion offre une vision du comportement rhéologique, mais ne fournit aucune information sur la cristallinité, car celle-ci peut être affectée par les additifs. Cependant, le point de fusion est étroitement lié à la composition du corps gras en acides gras et triglycérides, comme mentionné par Zhang.

III.3.6. Acidité

L'acidité du mélange des huiles (blend) est conforme à la norme, puisque les valeurs enregistrées sont nettement inférieures à 0,20 %. Ce constat suggère une faible teneur en acides gras libres dans le mélange, ce qui est attribuable à l'utilisation d'huiles fraîches.

Selon les résultats obtenus, on observe une augmentation de l'acidité en rapport avec le mélange. Cela est attribuable à la phase aqueuse qui contient de l'acide citrique, entraînant ainsi une augmentation de l'acidité (Q. Liu et al., 2017).

De plus, cela peut également être dû à quelques épices qui sont légèrement acides, telles que l'ail en poudre et l'oignon en poudre.

Un corps gras est protégé contre l'altération par hydrolyse lorsque son acidité est inférieure à 0,2% (Fruehwirth et al., 2021).

III.3.7. Détermination du taux de solides par RMN (SFC)

Grâce aux données provenant des courbes du taux de solide, il est possible de prédire la compatibilité du corps gras, ainsi que les caractéristiques finales du produit. Les taux de solides à différentes températures donnent des indications précises sur le comportement global du corps gras, ce qui est principalement utilisé pour la formulation et le développement de nouveaux produits. En réalité, chaque forme de margarine (cuisine, à tartiner, crème, feuilletage) est associée à une courbe de solidité spécifique. Les résultats du taux de solides en pourcentage par RMN pour le mélange sont présentés dans le **Tableau IV**

Tableau V: Résultats des SFC du blend et du cinq margarines formulées

T°C	SFC %					
	BLEND	MLP3	MLV2	MLPOISS2	MLPT2	MLP1
0	20,15	19	18,75	18,22	17	17
10	14,79	13,80	13,62	13,63	12,8	12
20	9,73	9,70	60,68	9,60	9,55	9,5
30	6,5	6,40	6,33	6,25	6,05	6
40	1,8	1,75	1,70	1,65	1,60	1,75

D'après l'allure des courbes (figure 7), nous observons une diminution du taux de solide en partant de basses températures (0°C) vers de hautes températures (40°C). La margarine liquide épicée présente un taux de solide inférieur au blend

Selon Lida et al. (2002), le SFC joue un rôle crucial en influençant diverses caractéristiques du produit, telles que son aspect global, l'exsudation d'huile et ses propriétés organoleptiques. Il est important que le SFC des margarines à tartiner ne dépasse pas 40% à 5°C, 6% à 37°C et 32% à 10°C.

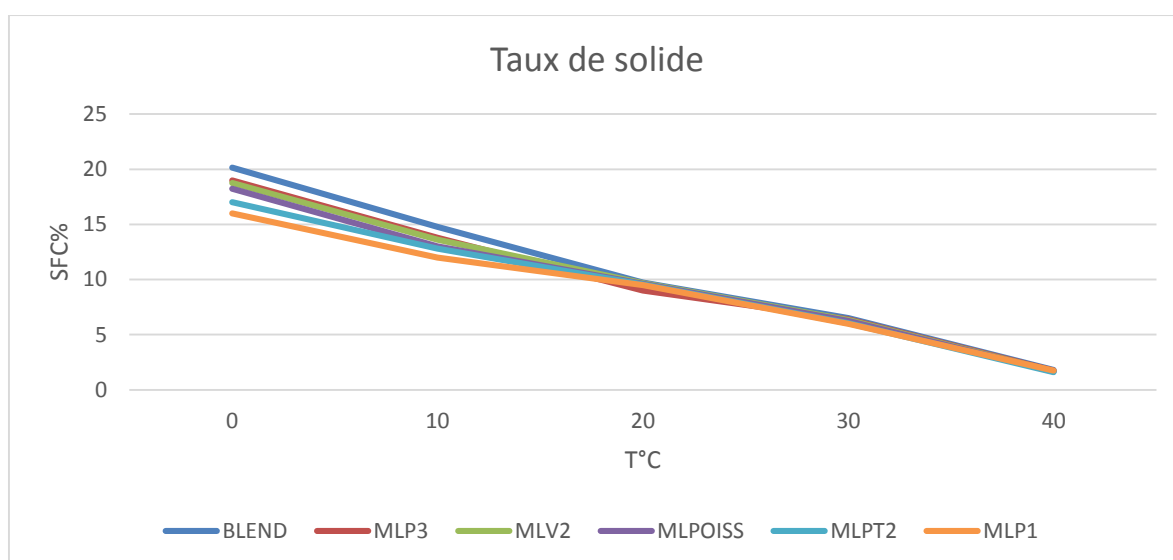


Figure 7: Taux de solide du blend et des cinq margarines liquides formulés

III.4. Analyses microbiologiques

Au cours de l'étude microbiologique des aliments, on cherche généralement trois catégories de micro-organismes : la flore d'altération, les micro-organismes pathogènes qui causent des toxi-infections alimentaires et les signes de contamination fécale. Les micro-organismes qui altèrent les aliments sont la flore aérobie mésophile totale (FAMT) et la flore fongique représentée par les levures et les moisissures.

Les micro-organismes considérés comme des indicateurs de contamination fécale comprennent les coliformes totaux et les coliformes fécaux (*Escherichia coli*), les streptocoques fécaux ainsi que les bactéries anaérobies sulfite-réductrices (*Clostridium*).

Les bactéries des genres *Salmonella* et *Staphylococcus* sont les micro-organismes pathogènes les plus couramment recherchés dans les aliments.

Les épices peuvent être contaminées par ces microorganismes, ce qui peut avoir des conséquences plus ou moins graves sur leurs qualités et sur la santé humaine. Cela peut entraîner une détérioration du produit, une perte de ses caractéristiques organoleptiques et/ou commerciales, et parfois des toxi-infections dangereuses.

Les résultats des analyses microbiologiques effectuées concernant la margarine liquide épicée fabriquée au laboratoire de COGB Labelle montrent que ce produit présente une bonne qualité microbiologique, puisque les résultats des analyses sont conformes aux normes du JORA N°35 du 24/01/1998.

Tableau VI : Résultats des analyses microbiologiques effectuées sur toutes les margarines formulées

	Résultats	Norme
Germes aérobies mésophiles	<10	<10 ² UFC/ml
Levures et moisissure	Absence	10 UFC/ml
Staphylocoques	Absence	10 UFC/ml
Coliformes fécaux	Absence	Absence
Salmonelles	Absence	Absence

La qualité microbiologique satisfaisante du produit analysé nous indique tout d'abord des conditions d'hygiène adéquates dans le milieu de travail (fabrication artisanale). De plus, il convient de mentionner la composition chimique des margarines en général, ainsi que celle de la margarine liquide formulée, qui renferme plus de 78,6 % de matière grasse. Cet environnement à faible teneur en eau et à forte teneur en matière grasse est peu propice au développement des microorganismes. Les additifs tels que le sel et l'acide citrique pourraient également avoir un impact significatif sur la prévention de la prolifération des microorganismes dans la margarine.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

L'innovation de la margarine liquide épicée s'affirme comme une réponse pertinente aux aspirations contemporaines des consommateurs, qui recherchent des produits alliant saveurs exquises et bienfaits nutritionnels. Cette étude a minutieusement exploré les dimensions techniques et sensorielles nécessaires à sa conception, révélant que l'ajout d'épices telles que le paprika, le curcuma, le cumin et le gingembre non seulement enrichit le profil gustatif, mais contribue également à la valeur nutritive du produit.

Les résultats des analyses physico-chimiques et microbiologiques confirment la stabilité et la sécurité de la margarine liquide épicée, des caractéristiques indispensables pour sa viabilité sur le marché. Les évaluations sensorielles effectuées auprès d'un panel de consommateurs ont démontré un engouement notable pour ce produit, mettant en avant la diversité des saveurs et la texture plaisante qui le distinguent.

Bien que la margarine liquide épicée ne soit pas encore disponible à la commercialisation en Algérie, les ré

sultats des enquêtes indiquent un intérêt marqué des consommateurs. Ceux-ci apprécient la praticité de ce produit, idéal pour sublimer viandes et légumes, tout en étant attentifs à la question du rapport qualité-prix. En conclusion, cette étude met en lumière le potentiel commercial significatif de cette innovation, positionnant la margarine liquide épicée comme une solution prometteuse dans le secteur alimentaire, en phase avec la quête de produits savoureux et sains.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

1. Arellano, M., Norton, I. T., & Smith, P. (2015). 10—Specialty oils and fats in margarines and low-fat spreads. In G. Talbot (Éd.), *Specialty Oils and Fats in Food and Nutrition* (p. 241- 270). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-376-8.00010-7>
2. Astrup, A., Magkos, F., Bier, D. M., Brenna, J. T., de Oliveira Otto, M. C., Hill, J. O., King, J. C., Mente, A., Ordovas, J. M., Volek, J. S., Yusuf, S., & Krauss, R. M. (2020). Saturated Fats and Health: A Reassessment and Proposal for Food-Based Recommendations: JACC State-of-the-Art Review. *Journal of the American College of Cardiology*, 76(7), 844- 857. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.05.077>

B

3. Bertrand Mattaus, Julia Salmon. influence of spices on the quality of rapeseed oil during storage a.Institut for Lipide Research, Federal Research Centre for Nutrition and Food, Piusallee .b.68/76,D-48147 Munster, Germany University of Applied Sciences , c. Oecotrophology, Corrensstrabe 25 ,48151 Munster, Germany
4. Bilek, H. (2013). *Caractérisation et incorporation dans une margarine des extraits de noyaux de datte d'une variété sèche*. https://www.academia.edu/65322694/Caract%C3%A9risation_et_incorporation_dans_une_margarine_des_extraits_de_noyaux_de_datte_d_une_vari%C3%A9t%C3%A9_s%C3%A8che
5. Bongers, P., Almeida, C., & Hoogland, H. (2012). Dynamic modelling of margarine manufacturing. In I. D. L. Bogle & M. Fairweather (Éds.), *Computer Aided Chemical Engineering* (Vol. 30, p. 532- 536). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-59519-5.50107-6>
6. Bonnefont-Rousselot, D. (2020). Les marqueurs de l'oxydation des lipides. *Revue Francophone des Laboratoires*, 2020(522), 47- 55. [https://doi.org/10.1016/S1773-035X\(20\)30162-3](https://doi.org/10.1016/S1773-035X(20)30162-3)

C

E

7. Elhassan, M., Abdullah, R., Kooh, M. R. R., & Chou Chau, Y.-F. (2023). Hydrothermal liquefaction: A technological review on reactor design and operating parameters. *Bioresource Technology Reports*, 21, 101314. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2022.101314>
8. Elliott, L. (2013, mai 5). The History of Margarine (And Why Butter Is Better). *Our Heritage of Health*. <https://www.ourheritageofhealth.com/the-history-of-margarine-and-why-butter-is-better/>

F

9. Féron, R. (1949). Méthodes Modernes De Fabrication Des Margarines. *Annales de la nutrition et de l'alimentation*, 3(3/4), 391- 401.
10. Freedman, P. (2015). Health, wellness and the allure of spices in the Middle Ages. *Journal of Ethnopharmacology*, 167, 47- 53. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2014.10.065>
11. Fruehwirth, S., Egger, S., Kurzbach, D., Windisch, J., Jirsa, F., Flecker, T., Ressler, M., Reiner, A. T., Firat, N., & Pignitter, M. (2021). Ingredient-Dependent Extent of Lipid Oxidation in Margarine. *Antioxidants*, 10(1), 105. <https://doi.org/10.3390/antiox10010105>

G

12. Guillen, M., Ibargoitia, M. L., & Sopelana, P. (2016). Margarine : Composition and Analysis. In *Encyclopedia of Food and Health* (Vol. 3, p. 646- 653). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00446-3>
13. Guiné, R. P. F., Florença, S. G., Barroca, M. J., & Anjos, O. (2020). The Link between the Consumer and the Innovations in Food Product Development. *Foods*, 9(9), 1317. <https://doi.org/10.3390/foods9091317>

H

14. Haighton, A. J. (1976). Blending, chilling, and tempering of margarines and shortenings. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 53(6), 397- 399. <https://doi.org/10.1007/BF02605730>
15. Hamidpour, M., Hamidpour, R., Hamidpour, S., & Shahlari, M. (2014). Chemistry, Pharmacology, and Medicinal Property of Sage (*Salvia*) to Prevent and Cure Illnesses such

Références bibliographiques

as Obesity, Diabetes, Depression, Dementia, Lupus, Autism, Heart Disease, and Cancer. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 4(2), 82- 88. <https://doi.org/10.4103/2225-4110.130373>

16. Hoteit, M., Zoghbi, E., Rady, A., Shankiti, I., Ibrahim, C., & Al-Jawaldeh, A. (2021). Non-Conjugated-Industrially-Produced-Trans Fatty in Lebanese Foods : The Case of Elaidic and Linolelaidic Acids. *Nutrients*, 13(10). <https://doi.org/10.3390/nu13103664>

K

17. Karleskind, A. (Éd.). (1992). *Manuel des corps gras : Vol. 2: Vol. VOL 2* (Numéro 7891579). Tec & Doc Lavoisier.

L

18. Lieber, J. D., & Bensmaia, S. J. (2022). The neural basis of tactile texture perception. *Current Opinion in Neurobiology*, 76, 102621. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2022.102621>

19. Liu, A. G., Ford, N. A., Hu, F. B., Zelman, K. M., Mozaffarian, D., & Kris-Etherton, P. M. (2017). A healthy approach to dietary fats : Understanding the science and taking action to reduce consumer confusion. *Nutrition Journal*, 16, 53. <https://doi.org/10.1186/s12937-017-0271-4>

20. Liu, Q., Rossouw, J. E., Roberts, M. B., Liu, S., Johnson, K. C., Shikany, J. M., Manson, J. E., Tinker, L. F., & Eaton, C. B. (2017). Theoretical effects of substituting butter with margarine on risk of cardiovascular disease. *Epidemiology (Cambridge, Mass.)*, 28(1), 145- 156. <https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000000557>

P

21. Pandey, P. K., Kass, P. H., Soupir, M. L., Biswas, S., & Singh, V. P. (2014). Contamination of water resources by pathogenic bacteria. *AMB Express*, 4, 51. <https://doi.org/10.1186/s13568-014-0051-x>

22. Patel, A. R., Lecerf, J.-M., Schenker, S., & Dewettinck, K. (2016). The Contribution of Modern Margarine and Fat Spreads to Dietary Fat Intake. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(3), 633- 645. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12198>

Références bibliographiques

23. Perazzo, A., Preziosi, V., & Guido, S. (2015). Phase inversion emulsification : Current understanding and applications. *Advances in Colloid and Interface Science*, 222, 581- 599. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2015.01.001>
24. PIERRE-LAURENT. (2024, mars 28). Le paprika, source de bienfaits pour votre santé. *Les recettes d'Épices du Monde*. <https://epicesdumonde.com/blog/le-paprika-source-de-bienfaits-pour-votre-sante/>

S

25. Shahidi, F., & Hossain, A. (2022). Role of Lipids in Food Flavor Generation. *Molecules*, 27(15), 5014. <https://doi.org/10.3390/molecules27155014>
26. Shang, A., Cao, S.-Y., Xu, X.-Y., Gan, R.-Y., Tang, G.-Y., Corke, H., Mavumengwana, V., & Li, H.-B. (2019). Bioactive Compounds and Biological Functions of Garlic (*Allium sativum* L.). *Foods*, 8(7), 246. <https://doi.org/10.3390/foods8070246>
27. 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. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110486>
28. Sonal Sekhar, M., Marupuru, S., Reddy, B. S., Kurian, S. J., & Rao, M. (2020). Chapter 21—Physiological role of cholesterol in human body. In H. G. Preuss & D. Bagchi (Éds.), *Dietary Sugar, Salt and Fat in Human Health* (p. 453- 481). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816918-6.00021-4>
29. Sun, R., Lu, J., & Nolden, A. (2021). Nanostructured foods for improved sensory attributes. *Trends in Food Science & Technology*, 108, 281- 286. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.01.011>
30. Szabo, Z., Marosvölgyi, T., Szabo, E., Koczka, V., Verzar, Z., Figler, M., & Decsi, T. (2022). Effects of Repeated Heating on Fatty Acid Composition of Plant-Based Cooking Oils. *Foods*, 11(2), 192. <https://doi.org/10.3390/foods11020192>

T

31. Tahar, H. S., & Khaled, R. (2018). *Caractérisation physico-chimique et organoleptique des huiles d'olive vierges de quelques variétés algériennes*.

Références bibliographiques

32. Temkov, M., & Mureşan, V. (2021). Tailoring the Structure of Lipids, Oleogels and Fat Replacers by Different Approaches for Solving the Trans-Fat Issue—A Review. *Foods*, *10*(6), 1376. <https://doi.org/10.3390/foods10061376>
33. Tepper, B., & Tomassini Barbarossa, I. (2020). Taste, Nutrition, and Health. *Nutrients*, *12*, 155. <https://doi.org/10.3390/nu12010155>
34. Vermeulen, S. J., Park, T., Khoury, C. K., & Béné, C. (2020). Changing diets and the transformation of the global food system. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1478*(1), 3- 17. <https://doi.org/10.1111/nyas.14446>

W

35. Weber, C., Harnack, L., Johnson, A., Jasthi, B., Pettit, J., & Stevenson, J. (s. d.). Nutrient comparisons of margarine/margarine-like products, butter blend products and butter in the US marketplace in 2020 post-FDA ban on partially hydrogenated oils. *Public Health Nutrition*, *25*(5), 1123- 1130. <https://doi.org/10.1017/S1368980021004511>

X

Y

36. Yin, X., Chen, K., Cheng, H., Chen, X., Feng, S., Song, Y., & Liang, L. (2022). Chemical Stability of Ascorbic Acid Integrated into Commercial Products : A Review on Bioactivity and Delivery Technology. *Antioxidants*, *11*(1), 153. <https://doi.org/10.3390/antiox11010153>

Z

37. Zhang, M., Dong, X., Huang, Z., Li, X., Zhao, Y., Wang, Y., Zhu, H., Fang, A., & Giovannucci, E. L. (2023). Cheese consumption and multiple health outcomes : An umbrella review and updated meta-analysis of prospective studies. *Advances in Nutrition*, *14*(5), 1170- 1186. <https://doi.org/10.1016/j.advnut.2023.06.007>

Annexes

Annexes

1. Les ingrédients des deux phases composant la margarine



Sel industriel (exhausteur de gout)



Lécithine de Soja (émulsifiant)



Sorbate de potassium (conservateur)



Mono et diglycéride (émulsifiant)

2.Étude de marché pour une margarine liquide aux épices en Algérie

Questionnaire :

1.Avez-vous déjà utilisé de la margarine aux épices pour cuisiner ?

- Oui
- Non

2.Seriez-vous intéressé par l'achat d'une margarine liquide aux épices pour cuisiner ?

- Très intéressé
- Quelque peu intéressé
- Pas intéressé

3. Pour quelles raisons seriez-vous intéressé par l'achat de cette margarine aux épices ?
(Sélectionnez tout ce qui s'applique)

- Facilité d'utilisation
- Goût amélioré des aliments
- Gain de temps dans la préparation des repas
- Convient pour le pique-nique et le camping, les vacances
- Curiosité pour le nouveau produit

4.À quelle fréquence envisageriez-vous d'utiliser cette margarine aux épices ?

- Tous les jours
- Plusieurs fois par semaine
- Une fois par semaine
- Occasionnellement

5. Quelles saveurs aimeriez-vous avoir pour cette margarine aux épices ? (Sélectionnez tout ce qui s'applique)

- Herbes de Provence
- Piments
- Ai et fines herbes
- Curry
- Barbecue
- Autre

.....

Annexes

6. Si vous avez choisi 'Autre', quelles saveurs ou mélange d'épices aimeriez-vous ?

[.....
.....]

7. Dans quels types de plats utiliseriez-vous cette margarine liquide épicée ? (Sélectionnez tout ce qui s'applique)

- Faire saisir des Patates et des légumes
- Cuisiner de la Viande
- Mariner et Cuire du poisson
- Cuire le Poulet
- Pates alimentaires, salades
- Mariner les produits carnés (viande, poisson, poulets)
- Autre

8. Votre niveau de revenu influence-t-il votre décision d'acheter des produits alimentaires innovants comme notre margarine aux épices ?

- Oui, fortement
- Oui, légèrement
- Non, pas du tout

9. Quel est votre âge ?

- Moins de 18 ans
- 18-24 ans
- 25-34 ans
- 35-44 ans
- 45-54 ans
- 55 ans et plus

10. Quel est votre genre ?

- Homme
- Femme

Annexes

3. Questionnaire de l'analyse sensorielle

Gâté, gout ne correspond pas au produit attendu	0
-gout normal de poulet avec un arrière gout perceptible, trop amer	1-2
-gout normal sans arrière gout particulier	3-4-5
Gout excellent	6-7-8
2-Odeur :	
Brulé, odeur parasite	0
-bonne correspondant au produit	1-2-3
-odeur excellente, intense et très agréable	4-5
3-Couleur	
Couleur ne correspondant pas au produit attendu	0
-couleur correspondant partiellement au produit attendu	1-2
-couleur correspondant au produit mais terne	3-4
-couleur caractéristique et sans défaut	5
4-Texture	
Produit trop mou ou trop dur, collant	0
Texture agréable, fondant lentement	1-2

Formulation et analyse physicochimique d'une margarine liquide épicée

Résumé

Notre travail met en avant l'importance de la diversification et de l'amélioration des produits alimentaires, en particulier la margarine liquide épicée. L'étude vise à approfondir les aspects techniques, scientifiques et sensoriels nécessaires à la conception de ce produit, en intégrant les connaissances actuelles sur la margarine et les épices.

La margarine est une émulsion complexe composée d'une phase grasse et d'une phase aqueuse. Les caractéristiques physiques et chimiques de la margarine, telles que le point de fusion, la texture, la stabilité oxydative et le profil lipidique, ainsi que ses attributs organoleptiques, sont essentielles pour sa qualité. Les épices, telles que le paprika, le curcuma, le cumin et le gingembre, apportent des bienfaits gustatifs et nutritionnels, améliorant la saveur et les propriétés du produit final.

Les résultats des analyses effectués montrent que les cinq margarines sont conformes aux normes. Les paramètres physico-chimiques, microbiologiques et sensoriels ont révélés une qualité satisfaisante et acceptable de la margarine formulée.

On a développé un produit innovant en intégrant les connaissances sur la margarine et les épices, tout en respectant les normes de qualité et de sécurité. Cette activité vise à offrir un produit diversifié, aux propriétés nutritionnelles améliorées, tout en répondant aux attentes des consommateurs.

L'enquête réalisée dans ce travail a permis de valider l'intérêt et le potentiel commerciale de la margarine liquide épicée, en fournissant des données essentielles pour orienter le développement et la commercialisation de ce nouveau produit sur le marché alimentaire algérien.

Mots clés : Margarine liquide épicée, les épices, acidité, indice de peroxyde, composés phénoliques.

Abstract

Our work highlights the importance of diversifying and improving food products, especially spicy liquid margarine. The study aims to deepen the technical, scientific and sensory aspects necessary for the design of this product, integrating current knowledge on margarine and spices.

Margarine is a complex emulsion composed of a fatty and a aquatic phase. The physical and chemical characteristics of margarine, such as the melting point, texture, oxidative stability and lipid profile, as well as its organoleptic attributes, are essential to its quality. Spices, such as paprika, turmeric, cumin and ginger, provide taste and nutritional benefits, enhancing the taste and properties of the final product.

The results of the analyses performed show that the five margarines are in compliance with the standards. Physico-chemical, microbiological and sensory parameters revealed a satisfactory and acceptable quality of the formulated margarine.

An innovative product has been developed by integrating knowledge on margarine and spices, while respecting quality and safety standards. This activity aims to offer a diversified product, with improved nutritional properties, while meeting consumer expectations.

The research carried out in this work has validated the interest and commercial potential of spicy liquid margarine, providing essential data to guide the development and marketing of this new product on the Algerian food market.

Keywords : Spicy liquid margarine, Spices, Acidity, Peroxide index, Phenolic compounds.