

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la recherche scientifique

Université Abderrahmane Mira Bejaïa

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences Alimentaire

Mémoire de fin de cycle

Pour l'obtention du diplôme de Master

Option : Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire

Thème

Suivie de contrôle de la qualité physico-chimique de la margarine TARTIO

Réalisé par :

Sid Abdelkader Djedjiga

Zeggane Nouna

Soutenu le 14/07/2022 devant un jury composé de :

Promotrice : Mme TAMENDJARI-METTOUCHI Soraya

Présidente : BOUARROUDJ Khalida

Examinatrice : OULD SAADI Linda

Grade :

Année Universitaire :2021-202

Remerciements

Nous remercions Dieu tout puissant, de nous avoir donné la force nécessaire et suffisamment de patience qui nous a permis de mener à bien ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer notre gratitude et nos sincères remerciements à Mme TAMENDJARI-METTOUCHI Soraya, pour avoir acceptée d'être notre promotrice de ce mémoire, pour ses conseils, ses orientations, sa rigueur scientifique, sa disponibilité qui nous ont permis de progresser et pour et la confiance qu'elle nous a donnés tout au long de la réalisation de ce travail.

Nos remerciements vont également aux membres du jury Mme BOUARROUDJ Khalida pour présidée cette soutenance et OULD SAADI lynda pour examiner notre travail.

Nous tenons également à remercier, Boudra Nour-eddine et Aliane Nouria, responsable du lanoratoire physico-chimique à l'usine Almag, qui nous ont accueillies et mis à disposition toutes les conditions nécessaires pour l'accomplissement de ce travail et leurs conseils sur nos futurs.

Enfin nos remerciements vont à nos familles et nos amis qui ont su nous soutenir, nous encourager, nous aider et nous supporter durant cette longue année

Djidji et Nouna

Dédicaces

Je dédie ce travail d'abord à mes chers parents, que dieu me les gardent,

A Mon père, qui peut être fier de trouver ici le résultat de longues années de sacrifices pour m'aider à avancer dans ma vie, puisse Dieu fasse en sorte que tu réussisses à réaliser tes rêves les plus chères, merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien que tu m'as apporté.

A Ma mère, qui a œuvré nuit et jour pour ma réussite, par son amour, son soutien, tous son dévouement sans faille et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie.

A mes deux grandes sœurs Tassadit et cylia, qui n'ont jamais cessé de croire en mes capacités et m'ont toujours poussé à faire encore plus et à être la meilleure version de moi-même.

A mes petits frère et sœur, Sandrine et axel pour leur simple présence à mes côtés dans les moments les plus difficiles comme les plus joyeuses et leur aide aussi petite soit-elle.

A Mes amis les plus merveilleux : Sarah et Soraya, Meriem, Mahdi. Ainsi que toute les belles rencontres que j'ai u le plaisir de faire toute au long de cette année.

Et enfin à ma binôme Nouna, avec laquelle on a passés les moments les plus magnifiques, heureux, difficiles et stressants et qu'on a pu réussir à passer à travers.

Veillez recevoir à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

SID ABDELKADER Djedjiga.

Dédicaces

C'est avec un grand honneur que je dédie cet humble travail,

Aux personnes qui me sont très chères et qui m'ont soutenu tout au long de mon cursus, les êtres les plus tendres à mes yeux à qui je dois énormément et que je ne remercierais jamais assez.

Ma chère maman et celle qui m'a donné le meilleur d'elle-même, ainsi que mon père.

A la mémoire de mes deux grandes mères Fatima et Tamazouzt qui je n'oublierais jamais leurs mots et leurs conseils.

A toute ma famille, mon oncle Mouloud et ma tante Fatima.

A mon cher ami Yacine qui m'a soutenu et m'a donné la force pour persévérer dans les pires moments.

ZEGGANE Nouna

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la recherche scientifique

Université Abderrahmane Mira Bejaïa

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences Alimentaire

Mémoire de fin de cycle

Pour l'obtention du diplôme de Master

Option : Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire

Thème

Suivie de contrôle de la qualité physico-chimique de la margarine TARTIO

Réalisé par :

Sid Abdelkader Djedjiga

Zeggane Nouna

Soutenu le 14/07/2022 devant un jury composé de :

Promotrice : Mme TAMENDJARI-METTOUCHI Soraya

Présidente : BOUARROUDJ Khalida

Examinatrice : OULD SAADI Linda

Grade :

MCA

MCB

MCB

Année Universitaire :2021-202

Remerciements

Nous remercions Dieu tout puissant, de nous avoir donné la force nécessaire et suffisamment de patience qui nous a permis de mener à bien ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer notre gratitude et nos sincères remerciements à Mme TAMENDJARI-METTOUCHI Soraya, pour avoir acceptée d'être notre promotrice de ce mémoire, pour ses conseils, ses orientations, sa rigueur scientifique, sa disponibilité qui nous ont permis de progresser et pour et la confiance qu'elle nous a donnés tout au long de la réalisation de ce travail.

Nos remerciements vont également aux membres du jury Mme BOUARROUDJ Khalida pour présidée cette soutenance et OULD SAADI lynda pour examiner notre travail.

Nous tenons également à remercier, Boudra Nour-eddine et Aliane Nouria, responsable du lanoratoire physico-chimique à l'usine Almag, qui nous ont accueillies et mis à disposition toutes les conditions nécessaires pour l'accomplissement de ce travail et leurs conseils sur nos futurs.

Enfin nos remerciements vont à nos familles et nos amis qui ont su nous soutenir, nous encourager, nous aider et nous supporter durant cette longue année

Djidji et Nouna

Dédicaces

Je dédie ce travail d'abord à mes chers parents, que dieu me les gardent,

A Mon père, qui peut être fier de trouver ici le résultat de longues années de sacrifices pour m'aider à avancer dans ma vie, puisse Dieu fasse en sorte que tu réussisses à réaliser tes rêves les plus chères, merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien que tu m'as apporté.

A Ma mère, qui a œuvré nuit et jour pour ma réussite, par son amour, son soutien, tous son dévouement sans faille et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie.

A mes deux grandes sœurs Tassadit et cylvia, qui n'ont jamais cessé de croire en mes capacités et m'ont toujours poussé à faire encore plus et à être la meilleure version de moi-même.

A mes petits frère et sœur, Sandrine et axel pour leur simple présence à mes côtés dans les moments les plus difficiles comme les plus joyeuses et leur aide aussi petite soit-elle.

A Mes amis les plus merveilleux : Sarah et Soraya, Meriem, Mahdi. Ainsi que toute les belles rencontres que j'ai u le plaisir de faire toute au long de cette année.

Et enfin à ma binôme Nouna, avec laquelle on a passés les moments les plus magnifiques, heureux, difficiles et stressants et qu'on a pu réussir à passer à travers.

Veillez recevoir à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

SID ABDELKADER Djedjiga.

Dédicaces

C'est avec un grand honneur que je dédie cet humble travail,

Aux personnes qui me sont très chères et qui m'ont soutenu tout au long de mon cursus, les êtres les plus tendres à mes yeux à qui je dois énormément et que je ne remercierais jamais assez.

Ma chère maman et celle qui m'a donné le meilleur d'elle-même, ainsi que mon père.

A la mémoire de mes deux grandes mères Fatima et Tamazouzt qui je n'oublierais jamais leurs mots et leurs conseils.

A toute ma famille, mon oncle Mouloud et ma tante Fatima.

A mon cher ami Yacine qui m'a soutenu et m'a donné la force pour persévérer dans les pires moments.

ZEGGANE Nouna

Conclusion

La présente étude a pour objectif de suivre la qualité physico-chimique d'une margarine allégée produite par l'entreprise Almag ainsi que de l'eau utilisée pour sa production. Les analyses ont montré que la teneur en eau, présente une moyenne de 55,66%. L'acidité de cette margarine est de l'ordre de 0,2 %, et L'indice de peroxyde, présente une moyenne de 0,06 Méq d'O₂/Kg, ces paramètres contribuent à la stabilité de cette margarine à l'oxydation.

L'évaluation de la teneur en sel, donne une moyenne de 0.47% ± 0.03, ce qui donne au produit un goût correct. Le potentiel hydrogène, donne une valeur de 5.33, ce paramètre laisse dans le produit une stabilité microbiologique. Le point de fusion, donne une température commune de 35°C, ce qui se traduit par une texture fondante en bouche considérable à déployer à température ambiante.

Les analyses effectuées sur l'eau, ont porté sur la détermination du TA montrant une moyenne variant entre 0°F et 0,75°F, l'exception est faite pour l'eau de chaudière qui est de 70,5°F ±5,5. La détermination du TAC, montre des valeurs entre de 18°F et 21°F. L'eau de chaudière enregistre toujours une valeur plus élevée qui est de 79,75 °F.

L'analyse de TH, montre que l'eau brute à une moyenne de 31,83°F±0,17 largement supérieure aux autres ; résultant d'un bon entretien. L'analyse des chlorures montre que toutes les eaux sont dans les normes fixée.

Le pH montre une différence entre les eaux, étant plus élevé pour l'eau de chaudière (10,5) et conformes aux normes pour l'eau adoucie et l'eau brute.

Les résultats obtenus démontrent que la margarine produite par Almag est conforme aux normes fixées. Afin de garantir sa qualité, cette margarine doit être régulièrement évaluée ainsi que l'eau avec laquelle elle est traitée, de manière à répondre aux besoins et exigences des consommateurs pour leur conférer un produit conforme, ayant un bon goût et une salubrité. Concernant les résultats obtenus, on constate que pour l'ensemble des traitements réalisés la plupart sont conformes aux normes et par conséquent offre un produit apte à la consommation.

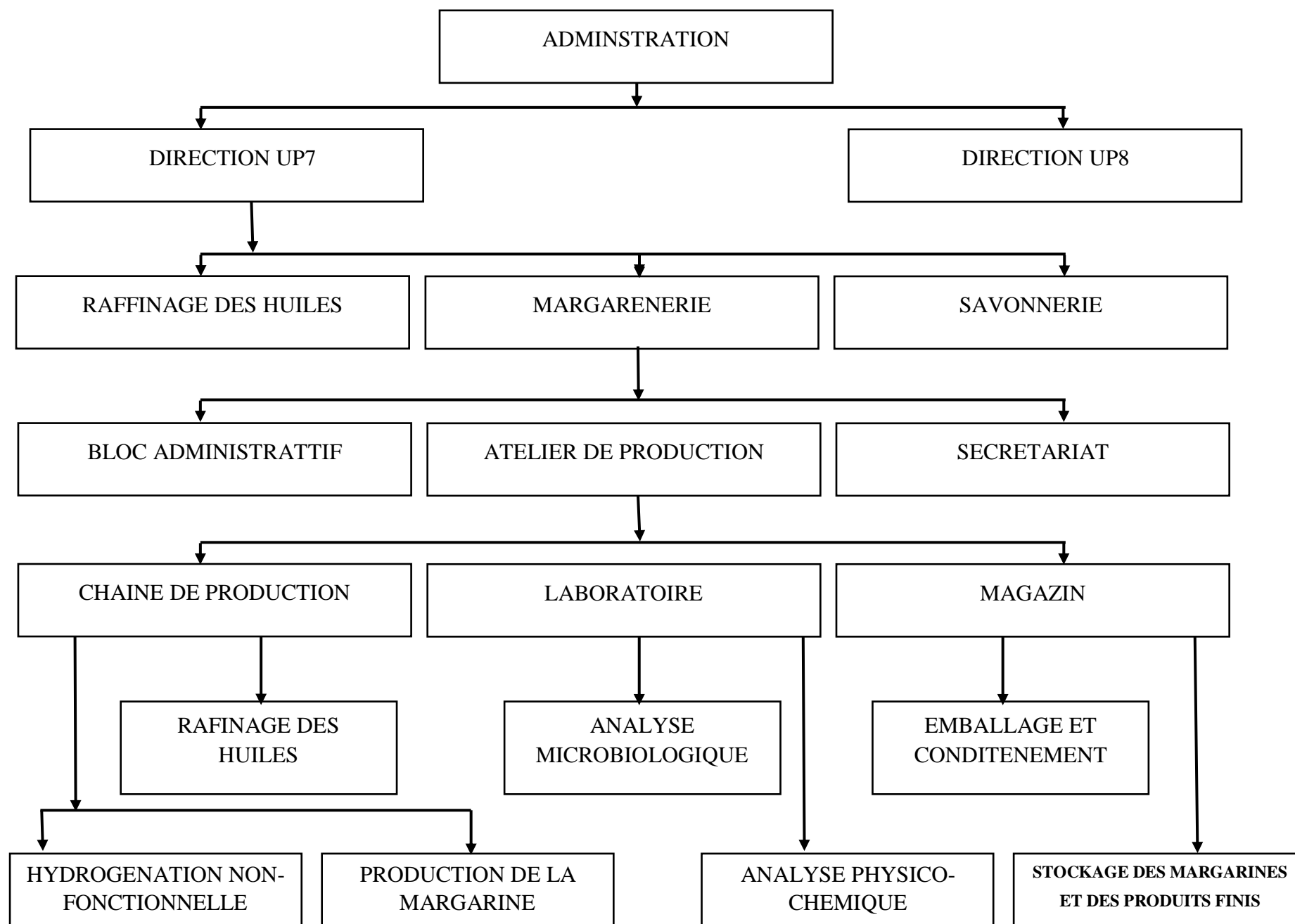


Figure 6 : ORGANISME DE L'ALMAG

Introduction

Partie Pratique

Partie Théorique

Matériels et méthode

Résultats et discussion

Introduction

Les huiles et les graisses ont toujours représentés une place importante dans l'alimentation humaine, ils assurent à l'organisme un développement optimal couvrant ces différents besoins nutritionnels. En cuisine comme dans l'industrie agroalimentaire, on utilise différents types d'huiles fluides (tournesol, soja et colza), solide. (**Virac. et al., 2003**).

Les margarines sont des produits industriels obtenues essentiellement à partir de l'hydrogénation partielle d'une huile végétale. Développées principalement dans un but alternatif au beurre, leur demande se voit augmenter en raison de leur prix et de leur stabilité (**Alfonso et al., 2010**).

Les margarines et les matières grasses allégées tartinables sont composées d'une phase aqueuse dispersée en fine gouttelettes dans une phase grasse, stabilisées dans un réseau de gras solide (**Arellano, et al., 2015**). Les margarines allégées renferment généralement de 30% à 70% de graisses en moins (**Patel et Dewettinck, 2016**).

Ces dernières années, les margarines ont subi plusieurs modifications en rapport à leur composition et à leur transformation, aboutissant à des produits différents. En passant de margarine à base de suif bovin à une margarine avec des huiles végétales modifiées (**Li et al., 2018**). Pendant des années, des graisses provenant d'huile végétales hydrogénées ont été utilisées, ce qui permet d'obtenir des graisses solides à température ambiante. Cependant les recherches sur les effets des acides gras trans (AGT) sur la santé encouragent de nombreuses études à les remplacer en raison de leur implication dans différentes maladies, dont l'augmentation du taux de cholestérol LDL (mauvais cholestérol) (**Garsetti. et al., 2016**). Pour y remédier, l'organisation mondiale de santé (WHO) lance des directives afin de remplacer des AGT dans les huiles et les graisses, à travers des réglementations (**WHO, 2019**).

Le présent manuscrit est organisé en deux parties, l'une présentant une synthèse bibliographique consacrée à l'étude de la composition de la margarine et son processus de fabrication. La seconde partie est consacrée au suivi pratique de la qualité d'une margarine « Tartio » produite par l'entreprise Almag, dans cette partie sont présentées les différentes méthodes d'analyses, les résultats obtenus ainsi que leur interprétation.

Liste des abréviations

°C : Celsius

°F: Degré français

AG : Acide gras

AGMI : Acide gras mono insaturé

AgNO₃ : Nitrate d'argent

AGPI : Acide gras poly insaturé

AGS : Acide gras saturé

AGT : Acide gras Trans

BHA: Hydroxyanisol butyle

BHT : Hydroxytoluène butylé

Cl: Chlorure

EDTA: Ethylène Diamine Tétra-acétique

g : Gramme

IP: Indice de peroxyde

K₂CrO₄ : Chromate de potassium

Kg : Kilogramme

LDL : Low-density lipoprotein (Lipoprotéine de basse densité)

m: masse

MéqO₂/Kg : Milliéquivalent par kilogramme

ml : Millilitre

mol: Molaire

NaOH : Hydroxyde de Sodium

NET: Noir Eriochrome

pH : Potentiel Hydrique

TA : Titre Alcalimétrique

TAC : Titre Alcalimétrique Complet

TH: Titre Hyédrométrique

TS: Teneur en Sel

WHO : World Health Organisation

Liste des figures

Figure 1 : Types de margarines.....	5
Figure 2 : Acide stéarique.....	8
Figure 3 : Acide oléique.....	9
Figure 4 : Réaction d'hydrogénation.....	9
Figure 5 : Réaction de peroxydation d'un lipide.....	9
Figure 6 : Réaction d'addition d'halogène.....	10
Figure 7 : Réaction générale de transestérification de triglycérides avec un alcool.....	10
Figure 8 : Diagramme de fabrication de la margarine.....	12
Figure 9 : Organisme d'ALMAG.....	28

Table des matières

Partie Théorique

A.	Historique de la margarine	Error! Bookmark not defined.
B.	Définition de la margarine	Error! Bookmark not defined.
C.	Composition de la margarine	Error! Bookmark not defined.
C.1	Phase grasse	Error! Bookmark not defined.
C.2	Phase aqueuse	Error! Bookmark not defined.
C.3	Les additifs.....	Error! Bookmark not defined.
C.3.1	Ingrédients liposolubles	Error! Bookmark not defined.
C.3.2	Ingrédients hydrosolubles	Error! Bookmark not defined.
D.	Types de margarines	Error! Bookmark not defined.
D.1	Margarine allégée.....	Error! Bookmark not defined.
D.2	Margarine industrielle	Error! Bookmark not defined.
D.2.1	Margarine de table	Error! Bookmark not defined.
D.2.2	Margarine pour préparation pâtissière	Error! Bookmark not defined.
D.2.3	Margarine de feuilletage	Error! Bookmark not defined.
D.3	Margarine tartinable.....	Error! Bookmark not defined.
D.4	Margarine selon l'huile utilisée.....	Error! Bookmark not defined.
D.4.1	Margarine avec de l'huile hydrogénée	Error! Bookmark not defined.
D.4.2	Margarine fractionnée	Error! Bookmark not defined.
D.4.3	Margarine Intrerestérifiée	Error! Bookmark not defined.
E.	Technologie de fabrication de la margarine.....	Error! Bookmark not defined.
E.1	Préparation de la phase grasse	Error! Bookmark not defined.
E.1.1	Les acides gras utilisées dans la margarine.....	Error! Bookmark not defined.
E.1.2	Propriétés chimiques de ces huiles utilisées en margarinerie.....	Error! Bookmark not defined.
E.2	Préparation de la phase aqueuse.....	Error! Bookmark not defined.
E.3	Préparation de l'émulsion	Error! Bookmark not defined.

E.4	La pasteurisation	Error! Bookmark not defined.
E.5	Refroidissement et cristallisation	Error! Bookmark not defined.
E.6	Malaxage.....	Error! Bookmark not defined.
E.7	Emballage et conditionnement.....	Error! Bookmark not defined.

Partie Pratique

Matériels et Méthodes

No table of contents entries found. Résultats et discussion

A.	Résultats des tests physico-chimiques effectués sur de la margarine.....	Error! Bookmark not defined.
A.1	Humidité	Error! Bookmark not defined.
A.2	Acidité.....	Error! Bookmark not defined.
A.3	Indice de peroxyde.....	Error! Bookmark not defined.
A.4	Teneur en sel	Error! Bookmark not defined.
A.5	Potentielle d'hydrogène	Error! Bookmark not defined.
A.6	Point de fusion	Error! Bookmark not defined.
B.	Résultats des tests physico-chimiques des eaux.....	Error! Bookmark not defined.
B.1	Titre alcalimétrique.....	Error! Bookmark not defined.
B.2	Titre alcalimétrique complet	Error! Bookmark not defined.
B.3	Titre hydrométrique	Error! Bookmark not defined.
B.4	Chlorure	Error! Bookmark not defined.
B.5	Potentiel hydrique	Error! Bookmark not defined.
	Conclusion	27

A. Présentation du produit Tartio

Tartio est une margarine végétale allégée à tartiner, non-hydrogénée, dépourvu d'acide gras trans (Trans free) et de cholestérol, elle est riche en oméga 3 et 6, fabriqué par l'entreprise Almag. Elle est conditionnée dans des plaquettes de 200g.

Les analyses sont réalisées, afin d'évaluer sa qualité et sa conformité selon la réglementation du codex alimentarius. Elles sont effectuées au produit régulièrement à la fin de la production afin de toujours certifier son adhérence aux normes.

A.1 Préparation de la margarine Almag

Le principe de fabrication des margarines repose sur l'émulsion eau dans l'huile, c'est le même procédé qui s'applique à toutes les margarines. Comme la margarine est composée essentiellement de deux phases complémentaires, la phase lipidique constituée essentiellement d'huile végétale, représente la phase continue dans laquelle est mélangée la phase dispersée. La préparation se fait comme suit

A.1.1 Première étape

Tout commence par la fonte de l'huile contenue dans des cartons mélange d'huile (palme et de tournesol), sur un fondoir qui sera transféré vers une cuve contenant un échangeur thermique à plaques où la solution sera refroidie et maintenue à une température avoisinant les 50°C.

A.1.2 Deuxième étape

Dans une autre cuve chauffée, la phase grasse est maintenue, à laquelle on ajoute une certaine quantité d'huile et ingrédients liposolubles suivants : **Émulsifiant** : Lécithine (0,5%) et Mono-diglycérides (0,05-0,2%) sous forme de poudre, principalement du bêta-carotène (25 mg/kg de margarine) comme **colorants**, **Arôme** : arôme du beurre (diacétyle), **Antioxydants** : tocophérols (500mg/kg) et mélange de BHA et BHT (200 mg/kg de produit), et **Vitamines** : vitamines A et D.

A.1.3 Troisième étape

Dans une cuve chauffée à la même température que celle de la cuve précédente, la phase aqueuse est préparée dans laquelle les ingrédients hydrosolubles secs sont ajoutés manuellement à savoir : **le sel**, **le sucre**, environ 0,2 à 2 % et de 0.2 à 0.3 % respectivement,

les conservateurs (Acide ascorbique) à raison de 2000 mg/kg, **les correcteurs d'acidité** (Acide citrique et l'acide tartrique).

A.1.4 Quatrième étape

Dès lors après que les deux phases sont prêtes elles seront mélangées ensemble dans une cuve à émulsion pour former une émulsion ; la solution est en rotation continue à l'aide d'un mélangeur afin de la rendre fine et étanche et assurer un contact idéal entre les deux phases.

A.1.5 Cinquième étape

Une pompe transfère l'émulsion vers une unité de pasteurisation où elle y reste à une température de 73°C pendant 16 secondes, puis l'émulsion sort du pasteurisateur vers une unité de refroidissement où elle subit un refroidissement de 45°C à 50°C, enfin elle passe à la dernière étape qui est la cristallisation qui consiste à faire passer dans un cylindre refroidisseur, l'émulsion qui sous l'effet du froid intense de l'ordre de 15°C elle se fige et se cristallise.

A.1.6 Sixième étape

Après cristallisation, le produit sort sous forme d'un film qui est acheminé jusqu'à un malaxeur qui va assurer le malaxage et va éliminer au préalable les mauvaises odeurs. Ensuite la margarine passe dans un compartiment spécial où se trouve les moules de 200g, à l'aide des empaqueteuses afin de les conditionner dans des emballages étanches et stériles.

A.1.7 Septième étape

Enfin la margarine est stockée quelque temps dans la salle de conditionnement à basse température environ 13°C afin d'éviter la cristallisation brusque, ensuite elle est stockée dans des chambres froides à des températures 5-7°C, après avoir été jugée conformes.

A.2 Les analyses physico-chimiques du produit fini

A.2.1 Détermination de l'humidité (ISO 662, 1998)

a. Mode opératoire

Une prise d'essai de 3 g de margarine est mise dans une étuve chauffée, ce qui va induire à une perte de poids du produit que le dessiccateur va traduire en pourcentage d'humidité. Les mesures de poids sont effectuées régulièrement jusqu'à poids constant.

b. Expression des résultats

La lecture du résultat se fait directement sur le dessiccateur.

A.2.2 Détermination de l'indice d'acidité (ISO 660, 2012)

Un poids de 5g d'échantillon est additionné de 25 ml d'alcool éthylique suivi de quelques gouttes de phénolphthaléine. La solution est agitée énergiquement. Le titrage du mélange se fait à l'aide de la solution de soude NaOH jusqu'à obtention de la couleur rose pâle qui va persister pendant environ 10 secondes en présence de phénolphthaléine.

a. Expression des résultats :

$$A\% = \frac{V \times N \times M}{P \times 1000} \times 100$$

V : volume de la solution de la soude NaOH,

N : normalité de la solution de la soude,

M : masse molaire de l'acide prédominant (g/mol),

P : poids de la prise d'essai.

A.2.3 Détermination de l'indice de peroxyde (ISO 3960, 1998)

Un poids de 5g d'échantillon est additionné de 6ml de chloroforme suivi de 9ml d'acide acétique et de 0.5ml d'iodure de potassium. Le flacon est agité pendant une minute et mis à l'abri de la lumière pendant 5 minutes. Un volume de 37.5 ml d'eau distillée est ajouté suivi de quelque gouttes d'emploi d'amidon comme indicateur coloré. Le titrage avec du thiosulfate de sodium à 0.01N. Conjointement un essai à blanc est préparé avec tous les réactifs utilisés.

a. Expression des résultats:

$$IP \text{ (Még/Kg)} = \frac{N \times (V1 - V0)}{m} \times 100$$

N : normalité du thiosulfate de sodium utilisé,

V1 : volume en ml du thiosulfate de sodium utilisé pour la détermination,

V0 : volume en ml du thiosulfate de sodium utilisé pour l'essai à blanc,

m : masse de la prise d'essai.

A.2.4 Détermination de la teneur en sels (AOCS, 1980).

Le protocole décrit par Mohr a été adopté, où 2.5 g d'échantillon de margarine est ajouté à 50ml d'eau bouillante, le mélange est agité pendant 5 à 10 min jusqu'à ce que la température atteigne 50 à 55 C°, 1 ml de chromate de potassium K₂CrO₄ à 5 % est ajouté. Le taux de sel est déterminé par un titrage avec du nitrate d'argent (AgNO₃) à 0.1 jusqu'au virage de la couleur au rouge brique. Un essai à blanc est effectué parallèlement.

a. Expression des résultats :

$$T_s \% = \frac{5.85 \times (V_1 - V_2) \times N}{m}$$

V1 : volume en ml de la solution du nitrate d'argent utilisée pour la détermination,

V2 : volume en ml de la solution du nitrate d'argent utilisée pour l'essai à blanc,

N : normalité de la solution du nitrate d'argent utilisée,

m : masse en gramme de la prise d'essai,

5.85 : coefficient de proportionnalité.

A.2.5 Détermination du Potentiel d'hydrogène

Le pH de la phase aqueuse par la méthode potentiométrique est la différence de potentiel à la température de mesure entre deux électrodes immergées dans la solution aqueuse de la margarine, et exprimé en unité du pH.

A.2.6 Détermination du point de fusion (ISO 6321, 2002)

Deux tubes capillaires sont remplis à une hauteur de 1cm de la matière grasse sont mis au réfrigérateur pendant 20mn, ils sont ensuite fixés à un thermomètre et immergés dans un bêcher contenant une eau chauffée. L'observation du résultat est notée à la température à laquelle les colonnes de margarine commencent à remonter dans les tubes.

a. Expression des résultats

La température est notée, elle correspond au point de fusion de la margarine à la remonté de la margarine qui est exprimée en C°.

A.3 Traitements des eaux

Le traitement d'eau est une opération qui consiste à rendre les eaux usagées en une eau d'une qualité meilleure suivant les normes décrites par les articles de lois, et arrêtés.

A.3.1 Détermination du titre alcalimétrique (TA) et alcalimétrique complet de l'eau (TAC) :

Ces deux valeurs permettent de connaître les concentrations en bicarbonates, carbonates et éventuellement en hydroxydes (bases fortes) contenues dans l'eau.

Ces mesures sont basées sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral, en présence d'un indicateur coloré.

a. Titre Alcalimétrique (TA)

Le Titre alcalimétrique mesure la totalité des hydroxydes et la moitié des carbonates qui sont entièrement transformés en bicarbonates à un pH de 8,3.

Une prise de 50 ml d'eau est analysée dans lequel est ajouté 3 à 4 goutte de phénolphtaléine, une coloration rose apparaît ; dans le cas contraire cela signifie que le TA est égal à zéro ce qui veut dire que le pH est inférieur à un pH= 8,3. Le titrage se fait doucement avec une solution d'acide chlorhydrique jusqu'à la disparition de la coloration rose.

① Expression des résultats

Le titre alcalimétrique est exprimé en °F.

$$TA \text{ } ^\circ F = V1 \times 10$$

Où **V1** : est le volume du chlorhydrique.

b. Titre alcalimétrique complet (TAC)

Le Titre alcalimétrique complet correspond à la totalité des bicarbonates et des carbonates.

Au même échantillon sont ajoutés quelques gouttes de l'hélianthine jusqu'au virage de la couleur.

① Expression des résultats

L'expression de ces résultats s'exprime dans le changement de couleur, de sorte que quand le pH est inférieur à 4 ; la couleur vire au rouge orangé dans ce cas-là le TAC est égal à TA ($TAC^\circ F = TA^\circ F$), mais si le pH est supérieur à 4,3 cela va se traduire par le virage de la couleur vers le jaune dans ce cas-là le TAC sera exprimé ainsi :

$$\text{TAC } ^\circ\text{F} = V1$$

Soit V le nombre de millilitres d'acide versés $V = 0\text{ml}$. Exprimé en $^\circ\text{F}$.

A.3.2 Détermination du titre hydrométrique (TH)

Le titre hydrotimétrique est l'indicateur de minéralisation de l'eau qui consiste en la quantité des ions de calcium et de magnésium contenus dans l'eau.

①.Principe

Le titrage molaire des ions Ca^{2+} et Mg^{2+} s'effectue avec la solution acide « éthylène diamine tétra-acétique » (EDTA) à $\text{pH} = 10$, en utilisant le noir Eriochrome (NET) qui donne une couleur rouge foncée ou violette en présence des ions calcium et magnésium.

② Mode opératoire

Une prise de 50 ml d'eau à laquelle est additionnée 4 ml de la solution tampon ammoniacale à un pH de 10 et quelques gouttes de l'indicateur NET.

③ Expression des résultats

Le titre alcalimétrique est exprimé en degrés français $^\circ\text{F}$.

$$\text{TH } ^\circ\text{F} = \frac{C_{\text{edta}} \times V1}{V2} \times 100$$

C : concentration d'EDTA, exprimée en mol/L,

V1 : volume de la solution d'EDTA utilisé pour le titrage, exprimé en ml,

V2 : volume d'échantillon à analyser exprimer en ml.

A.3.3 Détermination de chlores

①.Principe

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium. L'apparition d'une couleur rouge caractéristique du chromate d'argent signe la fin de la réaction.

② Mode opératoire

Un échantillon de 50ml d'eau est analysé auxquels sont ajoutés 1ml de chromate de potassium à 0.1N. Le titrage se fait progressivement avec la solution du nitrate d'argent jusqu'au virage de la couleur jaune au rouge brique.

③ Expression des résultats

$$\text{Cl} = \frac{N \times V \times 35.5}{V_{\text{eau}}} \times 100$$

N : normalité du nitrate d'argent (0,1N),

V : volume utilisé du nitrate d'argent en ml pour obtenir le virage,

Veau : volume d'eau utilisée.

A.3.4 Détermination du potentiel d'hydrogène pH

Les électrodes du pH mètre sont immergés dans l'eau à analyser, la valeur affichée par le pH mètre est relevée.

A. Historique de la margarine

A la fin du 19^{ème} siècle, la France sous le règne du Louis Napoléon III, traversait une période difficile, en raison d'une crise économique et un manque de disponibilités alimentaires due à transition vers l'industrialisation et l'augmentation de la population (**Alfonso et al ; 2010**).

Pendant cette période, les demandes pour l'approvisionnement en beurre fusaient, cependant sa production n'a pas pu répondre au besoin du marché (**Vaisey-Genser, 2003**). Napoléon III, lance dès lors, un concours en 1869, et met au défis sa population afin de produire une matière grasse moins chère que le beurre qui serait représenter comme étant son remplaçant, et serait consacrés aux plus démunis et a l'armée franco-prussienne, en précisant que ce produit devrait être économique et se conserverait plus longtemps (**Alfonso et al ; 2010**).

Hippolyte Mège-Mouries, un pharmacien français gagne ce défi, et développe un procédé pouvant mettre au point une émulsion blanche qui résulte d'un mélange de graisse de bœuf (suif), de lait et de l'eau qui portera comme nom « Margarine » connue comme étant la remplaçante du beurre, moins cher et au goût agréable (**Moustafa, 1995**).

En raison de sa couleur blanche nacrée, il donna à cette nouvelle graisse le nom d'oléo-margarine, on l'appelait aussi « beurre bon marché » où « margarine Mège-Mouries ». Cependant lorsqu'il fut breveté le 20 Octobre 1869, la matière grasse était enregistrée en tant que « Margarine » (**Alfonso et al ; 2010**).

B. Définition de la margarine

La margarine est une émulsion avec 80% de matières grasses. Elle est fabriquée en mélangeant des matières grasses et des huiles sélectionnées avec d'autres ingrédients et enrichie en vitamine A pour produire une matière grasse de table, de cuisson ou de pâtisserie qui remplit les mêmes fonctions que le beurre, mais dont la composition est différente et qui peut être adapté à différentes applications (**O'brien, 2004**).

Elle peut être utilisée pour : la friture et la cuisson, la fabrication de gâteaux des boulangeries et industrielles (**Christopher et al ; 2012**). De plus, elle contient 2% de

compléments de fabrication utilisés pour des raisons technologiques, sensorielles, de conservation, nutritionnelles et de législation.

C. Composition de la margarine

Les caractéristiques des margarines dépendent des ingrédients et du processus de production. Une margarine dite bonne ne doit pas subir de séparation d'huile, de durcissement, de grain, de séparation d'eau, de décoloration ou d'onctuosité (**Miskandar et al 2005**, **Arellano et al ; 2015**).

C.1 Phase grasse

Cette phase représente 82-84% de l'émulsion, elle est composée de différentes huiles et matières grasses qui peuvent être hydrogénées ou interestérifiées. A ces matières grasses sont ajoutés différents composants tel que les émulsifiants et arômes, selon le type de margarine voulues (margarine de table, feuilletage...) (**Benoit, 2003**).

C.2 Phase aqueuse

Cette phase comprend de l'eau pure et/ou du lait. Ce dernier est écrémé et pasteurisé. Avant utilisation, il estensemencé de ferments bactériens, il s'agit généralement de cultures sélectionnées de *streptococcus* qui développent un arôme agréable voisin de celui du beurre (**El khalaoui, 1998**).

C.3 Les additifs

Ils ont pour but soit de faciliter la fabrication, soit de donner aux produits des caractères organoleptiques selon les goûts des consommateurs (**Kamel, 2016**).

C.3.1 Ingrédients liposolubles

Ce sont des ingrédients qui sont ajoutés en présence des matières grasse, ils se solubilisent dans de l'huile.

a) Emulsifiants

L'eau et les graisses n'étant pas naturellement miscibles, on utilise des auxiliaires spécifiques appelés émulsifiants. Ayant un caractère hydrophile et lipophile qui les rend très adaptés aux émulsions, ils vont permettre une bonne dispersion de la phase aqueuse et un bon maintien du mélange homogène des deux phases non miscibles (**Taarji et al ; 2020**).

a. Mono et di glycérides d'acides gras E47

Ils constituent la principale catégorie d'agents émulsifiants à usage alimentaire. Dans la fabrication des margarines, sont utilisés des mono glycérides d'acide gras saturés ou insaturés à raison de de 0,1 à 0,3% (**Premlal et Wijewardene ; 2006**).

b. Lécithine de soja E 322

La lécithine de soja est un phosphoaminolipide d'aspect visqueux, de couleur brune. C'est un agent anti-éclaboussant et stabilisateur d'émulsion, ajoutée à raison de 0,5%. Elle est surtout employée dans les margarines comme agent anti-projection pour les utilisations culinaires en cuisson à la poêle (friture plate) (**Morin et Pagès ; 2002**).

c. Agents colorants

Les colorants alimentaires sont utilisés dans le but d'améliorer l'apparence des aliments en les rendent plus appréciables (**Lin et al. ; 2018**). Le β -carotène est le colorant alimentaire naturel le plus utilisé dans les margarines (**Chen et al ; 2016**).

d. Les agents aromatisant

Le seul agent aromatisant autorisé pour la margarine est le diacétyle. Ce dernier, obtenu par fermentation ou par synthèse ; s'emploie à doses très faibles, de l'ordre de 0.1mg pour 100g (**Francois, 1974**).

e. Les anti-oxygènes

Pour faire face au phénomène d'oxydation, et une meilleure conservation de la margarine, on ajoute au produit : des tocophérols (E307a, b, c) (**Chougui et al ; 2015**), de produit, de l'hydroxyanisole butyle E320 et/ou le l'hydroxy-toluène butyle (BHA et BHT combinés) (**CODEX STAN, 1995**).

f. Vitamines

L'ajout de vitamines synthétiques, sont-elles ou naturelles permet de rehausser les propriétés diététiques de la margarine. Pour cela on utilise surtout les vitamines liposolubles telles que la vitamine A et la vitamine D2. Concernant la teneur des huiles végétales en vitamine E elle est généralement suffisante (**Kone, 2001**).

C.3.2 Ingrédients hydrosolubles

Ce sont les ingrédients véhiculés par l'eau et que ce solubilisent dans une phase aqueuse.

a) Le sucre et le sel

Ils sont employés pour donner à la margarine son goût propre. Ils interviennent l'un comme l'autre, dans le profil de flaveur du produit. Le sucre sert à donner l'aspect doré au même cuit, très apprécié. Les quantités employées sont de l'ordre de 0.2 à 0.3 % pour le sucre et de 0,2 à 2 % pour le sel (**Delamarre, 1999**).

b) Les conservateurs

L'acide ascorbique et ses sels (E200 à 203) sont utilisés pour prolonger la durée de vie des margarines, et empêcher leur dégradation à raison de 2000 mg/kg.

c) Les correcteurs de pH

L'acide citrique (E330) et l'acide tartrique (E334) sont employés comme des régulateurs d'acidité, des anti-oxygènes (et aussi comme agent de rétention de couleur (acide citrique) et exaltateur d'arôme (acide tartrique)).

D. Types de margarines

Suivant la composition de la matière grasse, en se basant sur : le choix du mélange de corps gras, son caractère (hydrogéné, fractionné ou inter-estérifié), il est possible d'avancer une large gamme de margarines à usages particuliers (par exemple : margarine frigotartinable, margarine pâtissière...) (**Pagès-Xatartparés, 2008**)

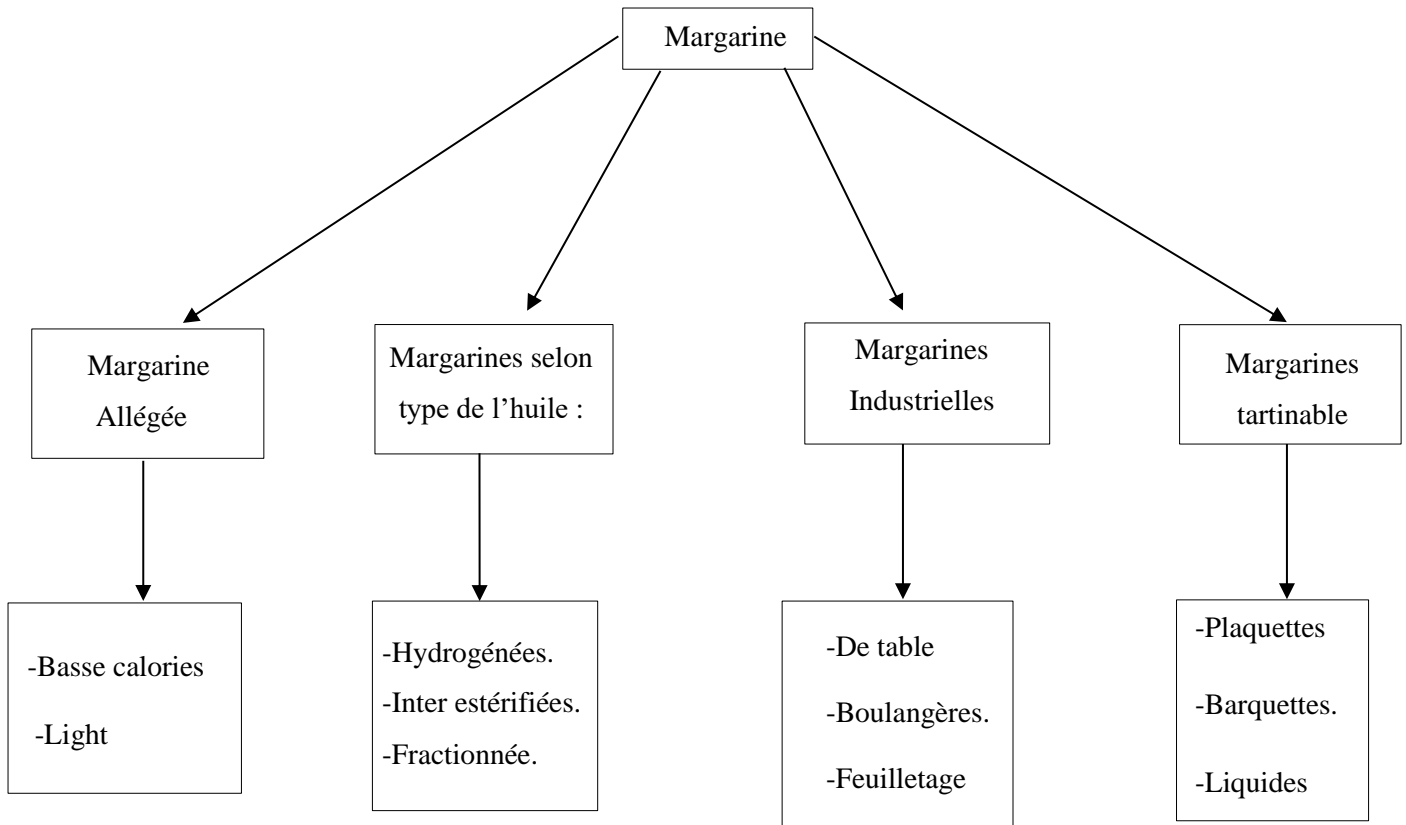


Figure 1 : Types de margarines (O'brien, 2004).

D.1 Margarine allégée

Ces margarines présentent une teneur en matière grasse totale de 60%, 41% ou 27%. Elles sont réalisées à partir d'huiles riches en acides gras polyinsaturés (AGPI) et d'une fraction d'huile de palme et sont généralement riche en vitamines (A, D et E) (**Desalme et al ; 2004**).

D.2 Margarine industrielle

Elles présentent une bonne plasticité dans une large gamme de température. Consiste en une grande variété de produits ; pour feuilletage, utilisés en boulangerie, pâtisserie, biscuiterie, crèmes glacées, etc... (**Alais et al ; 2008**).

D.2.1 Margarine de table

Préparer à partir de triacylglycérols riches en acides gras insaturés et fermes à 20°C, possède une teneur en eau de 16 à 20%. Elle est facilement tartinable très utilisée dans des préparations culinaires (**Alais et a ; 2008**).

D.2.2 Margarine pour préparation pâtissière

La margarine dans son application est directement liée à son taux d'acides gras saturés (AGS). Les domaines d'applications de base sont : le fourrage, les pâtes levées, la viennoiserie et le feuilletage, chaque application exige une margarine avec des caractéristiques adaptées en fonction de la recette, des autres ingrédients, des exigences du produit fini, de l'équipement de travail et de la méthode de travail. En moyenne, le taux de matière grasse varie entre 60 et 90 % de la masse totale (**Miskandar *et al*, 2005 et Saillard ; 2010**).

D.2.3 Margarine de feuilletage

Les margarines utilisées pour cette catégorie de produits auront comme caractéristique principale une bonne plasticité adaptée aux contraintes mécaniques (**Brochoire, 2011 et Laventurier ; 2013**).

D.3 Margarine tartinable

Facilement tartinable, grâce à leur composition en matières grasses allant de 10% à 90% de son poids total, ce qui permet de garder une consistance solide à la température du réfrigérateur et sont aptes à être tartinées (**Règlement CE n°2991/94, 1994**). Ces produits contiennent 50% d'eau stabilisées grâce à l'emploi d'émulsifiant (**Alais *et al.* ; 2004**).

D.4 Margarine selon l'huile utilisée

D.4.1 Margarine avec de l'huile hydrogénée

L'hydrogénation est un procédé qui consiste à transformer les huiles liquides en graisses solides et permet de convertir les acides gras insaturés en acides gras saturés avec une formation des acides gras trans (**O'brien, 2004**).

D.4.2 Margarine fractionnée

Le fractionnement sépare une huile ou une graisse en fractions solides et liquides, chacune d'entre elles pouvant être utilisée séparément (**O'brien, 2004**). Il est bien adapté à l'huile de palme mais son utilisation est limitée à 15% car il entraîne un post-durcissement de la margarine ce qui rend la margarine dure après emballage. Ce procédé n'engendrera pas d'acides gras trans (**Laventurier, 2013**).

D.4.3 Margarine Intreestérifiée

L'interestérification est un procédé chimique ou enzymatique, permettant de modifier la distribution des acides gras dans les triglycérides d'une matière grasse (**Laventurier ; 2013**). Ce type d'huile est utilisé car la redistribution des acides gras résulte en des modifications des propriétés fonctionnelles de ces lipides, tel que l'amélioration du comportement de cristallisation en diminuant la tendance à la recristallisation (**Kadhun et Shamma, 2017, Sivakanthan et Madhujith ; 2020**).

E. Technologie de fabrication de la margarine

Le même schéma de fabrication s'applique à toutes les margarines, cependant il faut veiller à la régulation de la température et au taux d'incorporation des divers ingrédients (dosage des ingrédients) afin d'assurer un mélange homogène et une émulsion stable dans le temps (**O'Brien, 2004**).

La fabrication de la margarine implique le mélange d'une phase lipidique et d'une phase aqueuse afin d'obtenir une émulsion avec un pourcentage de graisse d'au moins 80%. En dehors des 80 %, le reste est constitué de lait écrémé, de lactosérum ou bien d'une solution aqueuse contenant du sel et des et des arômes. (**O'Brien, 2004**).

E.1 Préparation de la phase grasse

Elle est composée de différentes huiles et matières grasses qui peuvent être hydrogénées ou inter-estérifiées. A ces matières grasses sont ajoutés différents composants tel que les émulsifiants et arômes, dans des proportions bien définies selon le type de margarine voulues (margarine de table, feuilletage...), tout en respectant la norme. Cette phase représente 82-84% de l'émulsion (**Benoit, 2003**).

E.1.1 Les acides gras utilisées dans la margarine

a) Les acides gras saturés

De formule $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_n - \text{COOH}$, le AGS possèdent que des liaisons simples carboniques simples (Dilmi-Bouras., 2004).

b) Les acides gras insaturés

Peuvent contenir entre 1 et 6 doubles liaisons et sont dits, selon le cas, mono-insaturés ou polyinsaturés (Koolman et Rohn ; 2004).

E.1.2 Propriétés chimiques de ces huiles utilisées en margarinerie

Sont dues à la fonction acide, à la chaîne carbonée, doubles liaisons et aux nombre d'atomes de carbone. En effet, ces derniers donne plusieurs réactions. Parmi ces réactions on cite :

a) Hydrogénation (Addition d'hydrogène)

L'hydrogénation est la réaction par laquelle les doubles liaisons initialement présentes dans les acides gras sont saturées au moyen d'hydrogène dissous et d'un catalyseur transformant les huiles liquides en graisses semi-solides ou plastiques (Kadhun et Shamma ; 2017).

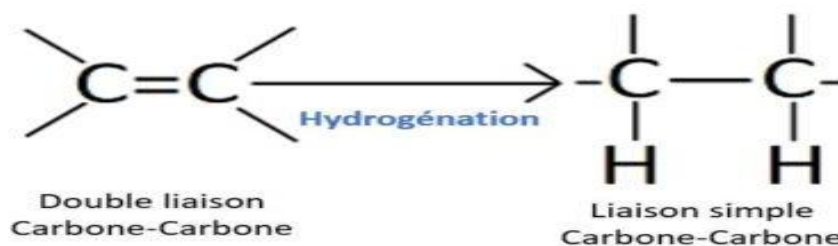


Figure 2 : Réaction d'hydrogénation. (Young et McEneny ; 2001)

b) Oxydation

Commence par la formation de peroxydes instables qui se fragmentent rapidement pour donner lieu à des composés oxygénés à chaîne courte volatils : Aldéhydes et cétones. Ces composés sont responsables de l'odeur et du goût désagréables du rancissement (Eymard, 2003).

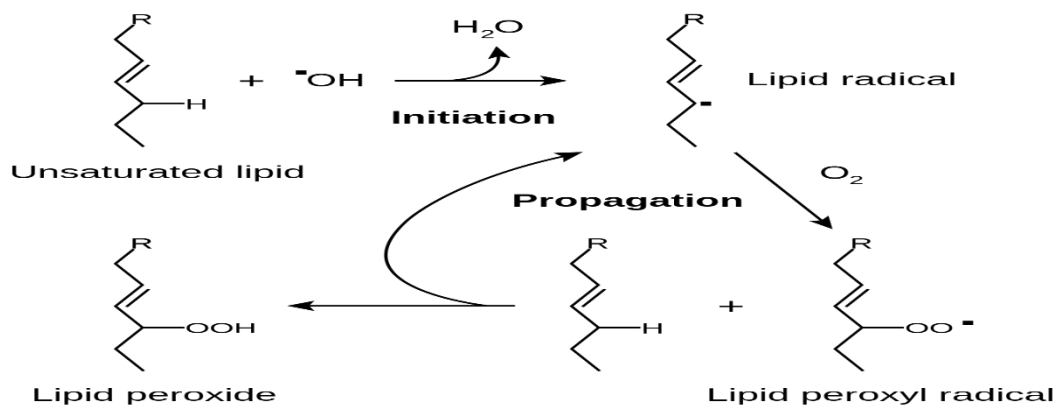


Figure 3 : Réaction de peroxydation d'un lipide.

c) Addition d'halogène

Tout comme l'hydrogène, les halogènes se fixent sur les doubles liaisons. Cette propriété est mise à profit pour mesurer le degré d'insaturation des acides gras en déterminant la quantité d'iode fixée sur ces insaturations (**Frénot et Vierling ; 2001**).

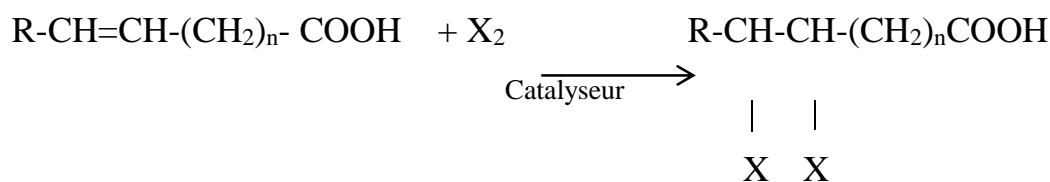


Figure 4 : Réaction d'addition d'halogène (**Frénot et Vierling ; 2001**).

d) Interestérisation

L'interestérisation consiste en la réorganisation chimique ou enzymatique des acides gras parmi les triacylglycérols ; la distribution des acides gras est altérée, mais la composition en acides gras reste inchangée (**Kadhun et Shamma ; 2017**).

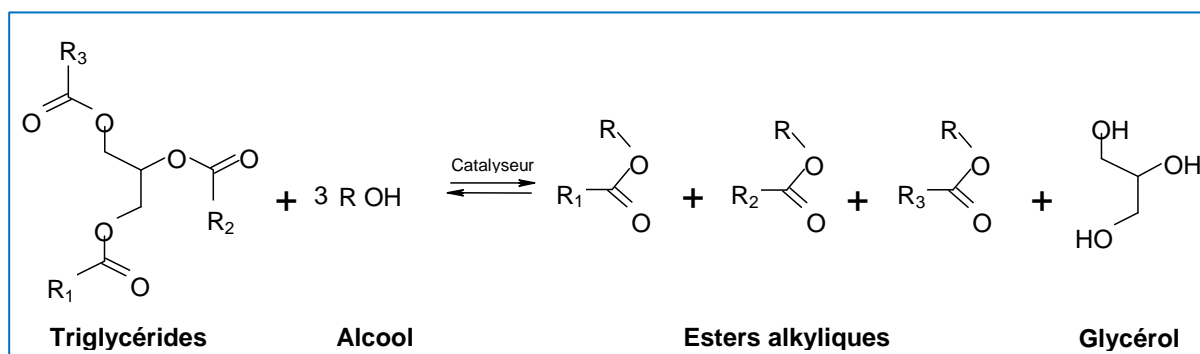


Figure 5 : Réaction générale de transestérisation de triglycérides avec un alcool (**Richard, 2011**).

E.2 Préparation de la phase aqueuse

La phase aqueuse est constituée d'eau et des additifs qui y sont solubles tels que: les arômes, les conservateurs et les correcteurs de pH (**Aboiron et al ; 2004**).

E.3 Préparation de l'émulsion

Les deux phases ont été agitées en continu à 40 °C, pour obtenir une émulsion stable et éviter toute pré-cristallisation (**Carr et Vaisey-Gense ; 2003**).

E.4 La pasteurisation

Une fois l'émulsion de margarine est formulée, elle doit être pasteurisée à une température de 73°C pendant 16 seconde, pour détruire d'éventuelles bactéries pathogènes (**Ahmed et Clyde ; 2013**).

E.5 Refroidissement et cristallisation

Ces deux étapes sont souvent couplées. Une fois l'émulsion faite, il faut la maintenir de façon durable et compléter ainsi l'action des émulsifiants. Pour cela, le mélange est refroidi, le refroidissement à très basse température permet la cristallisation de la phase grasse. La formation de cristaux entraîne un meilleur maintien de la structure de la margarine (**Ahmed et Clyde ; 2013**). Le produit est agité et pétries vigoureusement afin de disperser la phase aqueuse dans la phase grasse (**Guillén et al ; 2016**).

E.6 Malaxage

Le malaxage est un processus au cours duquel se déroule une réduction de la taille des particules, le résultat étant une amélioration de la stabilité du produit. Ce dernier est acheminé jusqu'au malaxeur. Cet appareil désaère et malaxe le mélange en lui donnant consistance, souplesse et homogénéité (**Saillard, 2010**).

E.7 Emballage et conditionnement

Le produit fini est expulsé de l'appareil sous forme de boudin rectangulaire, qui est ensuite coupé suivant les dimensions et le poids des unités de vente. Il est conditionné soit en pain parallélépipédiques, emballé dans du papier pour les margarines dures, soit, en pots ou en barquettes confectionnées en matériaux plastiques pour les margarines douces (faciles à enduire) (**Karleskind, 1992, Nout et Hounhouigan ; 2003**). En fin, elle devra être stockée à une température de 5 à 10°C pendant 48h avant d'être commercialisé (**Carr et Vaisey-genser ; 2003**).

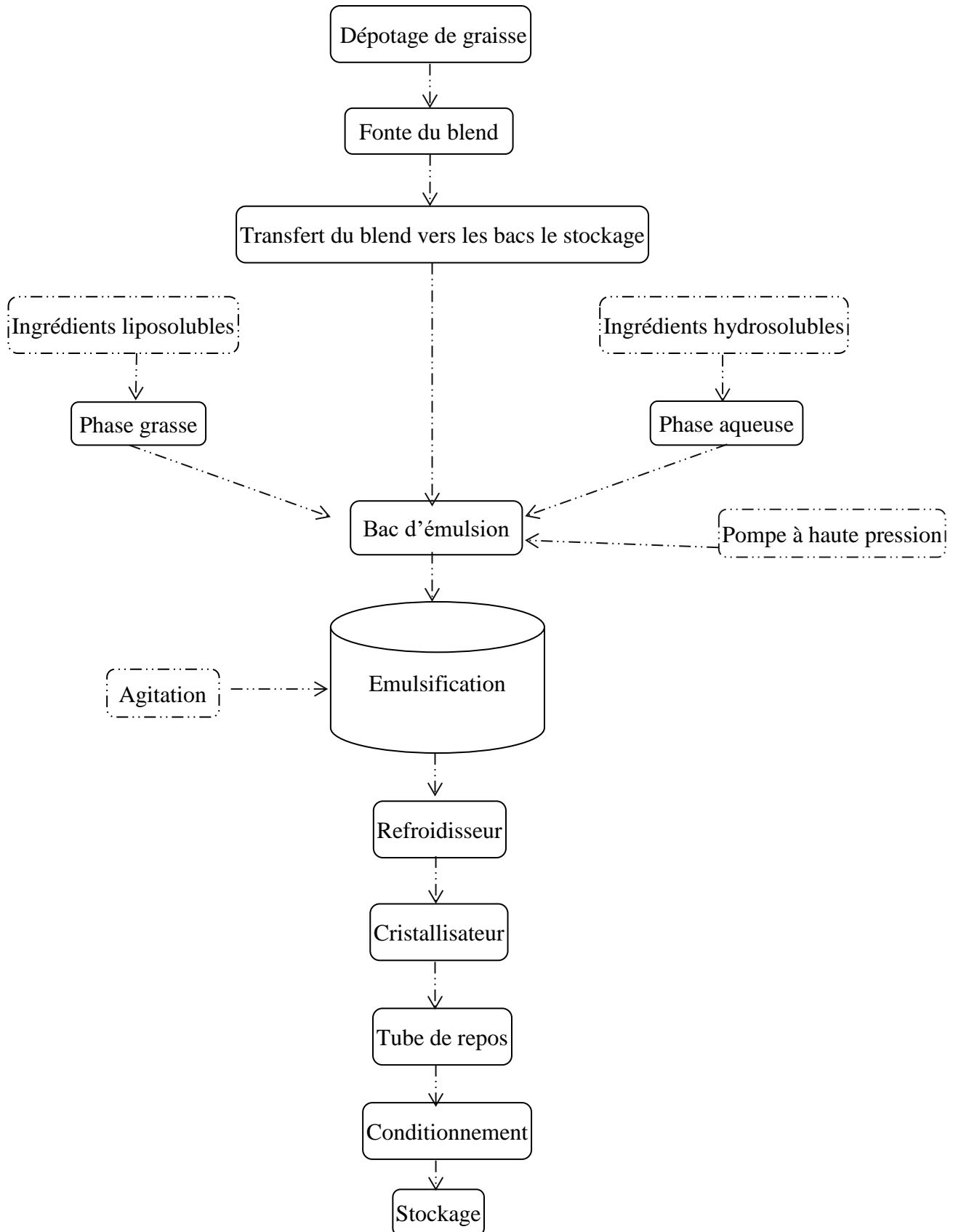


Figure 6 : Diagramme de fabrication de la margarine. (Fredot, 2005).

A

Ahmad M. et Clyde S., (2002). Les matières grasses destinées aux produits de boulangerie.

Edition : ASA American Soybean Association, p: 60.

Alais C. Linden G. et Miclo L., (2004). Lipides. In Abrégé de biochimie alimentaire.

Édition: 5^{ème}. ISBN : 13: 978-2-10-003827-5.

Alais C. Linden G. et Miclo L., (2003). Biochimie alimentaire. Édition : 6^{ème}. Ed Dunod, Paris, p: 51- 71.

Alais C.H. Linden G. et Miclo L., (2008). Corps gras, biochimie alimentaire. Dunod, ISBN: 9782100519309 2100519301.

Andersan A.J.C. et Williams P.N., (1965). Introduction and history margarine. p: 1–17. New York: Pergamon Press.

AOAC., (1990). Official methods of analysis. Édition: 15^{ème}. Série: N° 960.29. Arlington, VA.

Arellano M. Norton I.T. et Smith P., (2015). Specialty oils and fats in margarines and low-fat spreads. In Specialty Oils and Fats in Food and Nutrition: Properties, Processing and Applications p: 242–270. Elsevier Inc.

B

Benoit K., (2003). La margarine, Bureau d'étude technique J. MICOUL EAU. Série N°380 916445. France.

Brochoire G.T.J. Stephan C. et Jeanne F., (2011). Les Nouvelles de la Boulangerie Pâtisserie.

Spécial matières grasses. Supplément Technique I.N.B.P. p: 4-9.

C

Carr R. et Vaisey-genser M., (2003). Margarine method of Manufacture. In “Encyclopedia of food sciences and nutrition”. Édition : Academic press. p: 3709-3714.

Cuvelier C. Cabaraux J-F. Dufrasne I. et Hornick J-L., (2004). Acides gras : nomenclature et sources alimentaires. Faculté de médecine vétérinaire, Belgique. p: 135-148.

Chaugui N. Djerroud N. Naraoui F. Hadjal S. Aliane K. Zeroual B. et Larbat K., (2015). Physicochemical properties and storage stability of margarine containing Opuntiaficus-indica peel extracts antioxidant.

CODEX., (1995). "Norme Général pour les additifs alimentaires".

CODEX., (1999). "Normes CODEX pour les graisses et les huiles comestibles non visée par des normes individuelles"

CODI NORM., (2016). Margarines et matières grasses à tartiner.

D

Delamarre S. et Batt C., (1999). The microbiology and historical safety of margarine. Food microbiology. p: 327-333.

Desalme A. Ouilliot D. et Ziegler O., (2004). Les catégories d'aliments. Cahiers de Nutrition et de Diététique. Édition : Tec& Doc, Lavoisier, Paris.

Dilmi-Bouras., (2004). Biochimie alimentaire. Édition : 4329. p: 35-67 ISBN: 9961.0.0705.0.. Paris.

Djouab A., (2007). Préparation et incorporation dans la margarine d'un extrait de dattes des variétés sèches. Université de M'hamed Bougara - Boumerdes. Algérie. Mémoire de Magister en Génie Alimentaire. Édition : Paris Dunod. p : 243. ISBN : 2-10-003827-3.

E

Eymard S., (2003). Mise en évidence et suivit de l'oxydation des lipides au cours de la conservation et de la transformation de chinchard (*Trachurus trachurus*): choix des procédés. Ecole Polytechnique de l'Université de Nantes.

F

Fredote E., (2005). Connaissance des aliments. Édition : Tec & Doc. N°810. ISBN : 2-7430-0810-5. Lavoisier, Paris.

Frénot M. et Vierling E., (2001). Les lipides en « Biochimie des aliments : diététique du sujet bien portant ». DOIN, centre régional de documentation pédagogique d'aquitaine. p: 79-94. ISBN : 1159-1102.

G

Garsetti M. Balentine DA. Zock PL. Blom WAM. et Wanders A.J., (2016). Fat composition of vegetable oil spreads and margarines in the USA in 2013: a national marketplace analysis. International Journal of food Sciences and Nutrition. Volume : 67(4). p: 372–382.

Goli SAH. Sahri MM. Kadivar M. et Keramat J., (2009). The production of an experimental table margarine enriched with conjugated linoleic acid (CLA): physical properties. J Am Oil Chem Soc. Volume : 86(5). p : 453–8.

Goudet P. et Yindoula J., (2008). Chimie biochimie alimentaire. Édition : Laurence Audenet verrier. Paris.

H

Himed L., (2011). Évaluation de l'activité antioxydant des huiles essentielles de citrus limon : Applications à la margarine, faculté des sciences alimentaires. Institue INATTA, Université de Constantine.

I

ISO 660., (2012). Corps gras d'origines animale et végétale - Détermination de l'indice d'acide et de l'acidité.

ISO International Standard., (1998). Method 3960, Animal and vegetable fats and oils. Determination of peroxide index.

ISO International Standard., (1998). Method 662. Animal and vegetable fats and oils. Determination of moisture content and volatile matter.

ISO International Standard., (2002). Method 6321, Animal and vegetable fats and oils. Determination of melting point.

K

Kadhun A.A.H. et Shamma M. N., (2017). Edible lipids modification processes: A review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition.

Kamel A., (2016). Technologie des corps gras alimentaire. Editions universitaires européennes.

ISBN : 978-3-659-55824-5.

Karleskind A. et Wolf J.P., (1992). Manuel des corps gras. Édition : Tech & Doc. p : 1578-1579.

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

L

Lai OM. Ghazali HM. Cho F. et Chong CL., (2000). Physical properties of lipase-catalyzed trans-esterified blends of palm stearin and anhydrous milk fat. Food Chem. Volume: 70(2). p: 215-9.

Laventurier M., (2013). Impact des formulations de margarines sur le processus en boulangerie et pâtisserie artisanales et industrielles les matières grasses tartinables.

Li Y. Zhao J. Xie X. Zhang Z. Zhang N. et Wang, Y., (2018). A low trans-margarine fat analog to beef tallow for healthier formulations: Optimization of enzymatic interesterification using soybean oil and fully hydrogenated palm oil. *Food Chemistry*, Volume: 255. p: 405–413.

M

MD Guillén. ML Ibargoitia. et P Sopelana., (2016). Margarine: Composition and Analysis. *Encyclopedia of Food and Health*. P: 646-653.

Miskandar. Mat Sahri. Man Y.C. Yusoff M.S.A. et Rahman R.A., (2005). Quality of margarine: Fats selection and processing parameters. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, Volume: 14(4). p: 387–395.

Morin O. et Pages X., (2002). Industrie des corps gras. *In : Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agroalimentaires*. Édition : Tec & Doc. Lavoisier. p: 627-650. Paris.

Moustafa A., (1995). Consumer and industrial margarine. In: “Practical hand book of soybean processing and utilization”. David R.E. Édition : AOCS PRESS. p: 339-362.

Multon., (2002). Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agroalimentaires, Édition : Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

N

Net Nakajima M., (2020). Preparation of monodisperse O/W emulsions using a crude surfaceactive extract from argan by-products in microchannel emulsification.

O

O’Brien R.D., (2004). Fats and oils: formulating and processing for applications. ISBN-13: 978-1-4200-6166-6.

P

Pages X., (2008). Technologie des corps gras (huiles et graisses). Paris. p: 239-240.

Patel A.R. et Dewettinck K., (2016). Edible oil structuring: An overview and recent updates. *Food Function*, p: 20–29.

Premlal R.H.M. et Wijewardene U., (2006). Lipid emulsifiers and surfactants in dairy and bakery products. In *Modifying lipids for use in food*. Édition : Gunstone, F.D. Woodhead Publishing. p: 393- 428.England

R

Règlement (CE) n° 2991/94 du Conseil du 5 décembre 1994 établissant des normes pour les matières grasses tartinables.

Richard R., (2011). Transestérification éthanolique d'huile végétale dans des microréacteurs : Transposition du batch au continu. Laboratoire de Chimie Agro-industrielle (LCA) / Laboratoire de Génie Chimique (LGC).

Rodier J. Legube B. et Merlet N., (2009). L'analyse de l'eau. Édition : 9^{ème} Dunod. ISBN : 978-2-10-007246-0. Paris.

S

Saillard M., (2010). Margarine et matières grasses tartinables. Cahier de Nutrition et de Diététique. Cahiers de Nutrition et de Diététique. Volume : 45 (5). p : 274-280.

T

Bouhoute M. Taarji N. Vodo S. Kobayashi I. Zahar M. Isodaa H. Nakajimaa et Neves M.A., (2020). Formation and stability of emulsions using crude extracts as natural emulsifiers from Argan shell. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects .Volume: 591.

V

Vaisey-Genser M., (2003). Margarine: Types and Properties. Corpus ID: 99803856

W

WHO., (2019). Countdown to 2023: WHO report on global trans-fat elimination 2019.

Y

Young I.S. et McEneny J., (2001). Lipoprotein oxidation and atherosclerosis. Biochem Soc Trans (2001). Volume : 29 (2). p: 358–362.

A. Résultats des tests physico-chimiques effectués sur de la margarine

Ces résultats correspondent à notre étude qui est le suivie de la qualité physicochimique de la margarine « Tartio » produite par Almag. Ces analyses sont faites à la fin du processus de fabrication du produit fini

A.1 Humidité

Les résultats du test d'humidité sur la margarine de l'échantillon analysé ont montré une humidité moyenne de $55,66 \% \pm 0,18$. Sur la base de ces résultats, la moyenne répond au critère fixé à 60 %. La teneur en eau (humidité) est élevée, et il est normal de savoir que cette margarine est légère. L'excès d'eau n'est pas bon pour la margarine car il affecte sa durée de conservation, entraînant une mauvaise qualité du produit et une détérioration microbienne rapide.

A.2 Acidité

Le test d'acidité de la margarine de l'échantillon analysé a montré une acidité moyenne de 0,20 %, ce qui correspond à la norme fixée à $<0,5 \%$. L'acidité étant un indicateur de la qualité et de la stabilité du produit, il est possible de déterminer le niveau d'acides gras libres présents dans les matières grasses. Ces acides gras libres favorisent l'oxydation, ce qui entraîne une détérioration des graisses. La faible acidité de nos échantillons indique qu'ils sont moins exposés à l'oxydation (**Karleskind et Wolff., 1992**).

A.3 Indice de peroxyde

Les résultats des tests sur l'indice de peroxyde sur les échantillons analysés montrent que l'indice de peroxyde de la margarine présente une moyenne de 0,05(méq/Kg), cette valeur est conforme à la norme qui est de 5 (méq/Kg). L'indice de peroxyde est un test avantageux pour estimer l'état de détérioration oxydative d'un corps gras. D'après nos résultats cette valeur est proche de zéro ce qui renseigne sur la stabilité de la margarine à l'oxydation (**Karleskind et Wolff., 1992**), qui est un inconvénient majeur touchant essentiellement les acides gras libres, ce qui confère à la margarine un goût et une odeur de rance (**Karleskind et wolff, 1992; Himed et Barkat, 2014**).

A.4 Teneur en sel

Les résultats des tests sur la teneur en sel effectués sur la margarine des échantillons analysés montrent que la teneur en sel présente une moyenne de $0,47 \pm 0,03$, ces valeurs sont conformes à la norme fixée par le codex qui est 0,7.

Le sel est un conservateur et peut jouer un rôle protecteur grâce à son effet bactériostatique (Djouab., 2007).

A.5 Potentielle d'hydrogène

Les résultats des tests de pH effectués sur la margarine des échantillons analysés montrent un pH qui présente une moyenne de 5,33. Cette valeur s'insère dans l'intervalle fixée dans la norme 5 et 7.

Le pH est un paramètre très important car il permet anticiper le risque de contamination microbienne, pour cela on préconise une valeur basse pour ralentir la croissance des microorganismes.

A.6 Point de fusion

Les résultats des tests du point de fusion effectués sur les échantillons analysés montrent presque le même chiffre qui est le 35°C est une moyenne $35,03 \pm 0,47$. Cette valeur se rapproche de la norme fixée à 40°C .

Le point de fusion doit être fixé de manière à ce que la margarine soit fondante dans la bouche mais aussi plastique à température ambiante pour supporter le travail mécanique lors de la tartinabilité (Morin, 2013, Himed et Barkat., 2014).

B. Résultats des tests physico-chimiques des eaux

Ces résultats correspondent au suivie de la qualité physico-chimique de l'eau utilisé pour la fabrication de la margarine « Tartio » produite par Almag. Ces analyses sont faites sur l'eau utilisée dans le processus de fabrication sur le produit fini.

Les résultats obtenus sur les différentes machines traitantes de l'eau utilisée pour la fabrication ; eau brute, eau de chaudière, eau adoucie et eau de bêche; permettant ainsi de juger ces dernières en terme d'efficacité. Ces analyses ont pour but d'éviter les risques qui peuvent survenir pendant la production comme ; l'entartage des canalisations ou même la corrosion du fer à l'intérieur des machines.

B.1 Titre alcalimétrique

La teneur en TA de chaudière est largement supérieure aux autres eaux, avec une différence assez flagrante de l'ordre de $70,5^{\circ}\text{F} \pm 5,5$ comparé à 0°F et $0,75^{\circ}\text{F} \pm 0,25$ de l'eau adoucie et de l'eau brute respectivement. Par rapport à la norme fixée à 0°F (Rodier et al., 2009), l'eau adoucie est conforme suivi de près par l'eau brute. Ces résultats montrent la présence un taux élevé en carbonates au niveau de la chaudière qui sont due au mauvais prise en charge de cette dernière.

B.2 Titre alcalimétrique complet

L'eau de chaudière a un TAC très élevé, en moyenne de $79,75^{\circ}\text{F} \pm 0,75$, contrairement aux autres eaux qui répondent à la norme 20, qui ont en moyenne $18^{\circ}\text{F} \pm 2$ à $21^{\circ}\text{F} \pm 1$, ce qui est légèrement au-dessus de la norme. (Rodier et al. 2009). Ces résultats montrent la présence d'ions carbonate, hydroxyde et bicarbonate dans toutes les chambres à eau, indiquant que l'eau est alcaline, avec des niveaux élevés d'alcali (hydroxyde) au niveau de la nappe phréatique de la chaudière en raison d'un mauvais nettoyage.

B.3 Titre hydrométrique

Teneur en TH (dureté), les résultats montrent que l'eau brute a une moyenne plus élevée de $31,83^{\circ}\text{F} \pm 0,17$ par rapport aux autres eaux, tandis que l'eau de chaudière et l'eau du réservoir ont des moyennes de $0,175^{\circ}\text{F} \pm 0,075$ et $0,1^{\circ}\text{F}$, respectivement, bien en dessous la norme fixée à 17°F , l'eau brute la dépasse donc largement, ce qui renseigne sur la qualité de l'eau utilisée. La différence entre ces moyennes est que l'eau brute passe par un adoucisseur, qui élimine le tartre qui s'est accumulé dans l'eau brute, malheureusement il faut ajouter du sodium car il n'y a pas d'osmose au niveau de l'usine, utilisé pour réduire les ions calcium et magnésium.

B.4 Chlorure

Le taux de chlorure, de l'eau de chaudière est largement élevé par rapport aux autres eaux avec une moyenne $241 \text{ mg/l} \pm 6$ comparé à celle de bache et de l'adoucie qui sont respectivement $32,75 \text{ mg/l} \pm 2,75$ et $62,5 \text{ mg/l} \pm 1,32$, mais qui reste dans les normes $<500 \text{ mg/l}$.

Ces résultats montrent que malgré l'ajout du sodium, cela n'aide pas tant que ça et ne vaut pas la place d'un osmoseur.

B.5 Potentiel hydrique

Les résultats obtenus montrent que les différents tests d'eau de chaudière présentent des différences assez importantes par rapport aux autres eaux, ainsi le pH moyen se situe autour de $10,5 \pm 0,5$, suivi de près par la cuve à $9,57 \pm 0,075$, tandis que l'eau brute et déminéralisée $7,065 \pm 0,065$ et $7,35 \pm 0,1$ respectivement, contrairement aux deux premiers qui répondent aux critères de 5,5 à 7,8. Mais cela évite à cette eau d'être alcaline du fait de l'ajout de correcteurs de pH lors du processus de fabrication.

Résumé

Les margarines sont un marché en expansion dans le monde en raison de la croissance commerciale à grande échelle. Alternative au beurre, la margarine est une émulsion d'eau stabilisée dans de l'huile végétale. Caractérisé par deux phases ; aqueuse et grasse, suivant la composition de celle-ci elle est classée en plusieurs types ; tartinable, industrielle, allégée, hydrogénée...etc.

La présente étude effectuée au sein de l'unité de margarinerie du complexe Almag a été faite dans le but d'évaluer et faire une suivie de la qualité physico-chimique de la margarine « Tartio ». selon les résultats des différents paramètres on note : d'humidité avec une moyenne de $55,66\% \pm 0,18$, l'acidité avec $0,2\%$ indice de peroxyde avec $0,06$ (Még/Kg), teneur en sel avec $0,47\% \pm 0,03$, pH à $5,33$ et le point de fusion d'une moyenne de $35,03^{\circ}\text{C} \pm 0,47$.

Les différents tests réalisés sur la margarine révèlent que le produit est conforme pour la plupart aux normes fixés, et qu'il présente aucun danger pour la santé du consommateur.

Mots clés : margarine, physico-chimiques, analyses, suivie, margarine tartinable, émulsion.

Abstract :

Margarines are a growing market worldwide due to large-scale commercial growth. Alternative to butter, margarine is an emulsion of water stabilized in vegetable oil. Characterized by two phases; aqueous and fatty, according to the composition of this last one it was classified in several types: spreadable, industrial, lightened, hydrogenated... etc.

The present study carried out within the margarine unit of the Almag complex was made with the aim of evaluating and making a follow-up of the physicochemical quality of the margarine "Tartio". According to the results of the various parameters we note: humidity with an average of $55,66\% \pm 0,18$, acidity with $0,2\%$ index of peroxide with $0,06$ (Meq/Kg), salt content with $0,47\% \pm 0,03$, pH at $5,33$ and the melting point of an average of $35,03^{\circ}\text{C} \pm 0,47$.

The various tests carried out on the margarine reveal that the product is in conformity for the majority with the fixed standards, and that it presents no danger for the health of the consumer.

Key words: margarine, physicochemical, analyses, followed, spreadable margarine, emulsion.