

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de TIZI- OUZOU



Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département des sciences agronomiques

Mémoire

De fin d'études

*En vue de l'obtention du Diplôme de master académique en science alimentaire
Spécialité: Sécurité agroalimentaire et assurance qualité*

Thème

*Evaluation physico-chimique et profil en acide gras des
crèmes lactières et des crèmes analogues commercialisées en
Algérie*

Présenté par :

- BOUKHOUFANE Aldjia
- MOALI Naima

Président :	Dr. AMROUCHE T.	Maître de conférences A (UMMTO)
Promotrice :	Mme BENTAYEB S.	Maître assistante A (UMMTO)
Co-promotrice:	Mme CHAOUCHI D.	Doctorante (UMMTO)
Examineur :	Dr. BENGANA M.	Maître de conférences B (UMMTO)

2017/2018



Remerciements

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

En second lieu, nous tenons à remercier profondément notre promotrice Mme: BENTAYEB.S pour son encadrement, ses conseils et son aide précieux et constant qu'elle nous a apporté tout au long de ce travail, ainsi que pour les remarques constructives qu'elle nous a donnée lors de la rédaction de ce mémoire.

Nos remerciements vont également à notre Co-promotrice Mme CHAOUCHI, Doctorante, pour ses conseils avisés et ses suggestions pertinentes, qui nous ont été précieuses pour la rédaction de ce manuscrit

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury Mer: BENGANA.M et Mer: AMROUCHE.T pour l'intérêt qu'ils ont portés à nos recherches en acceptant d'examiner notre travail Et de l'enrichir par leurs propositions.

Nous adressons nos plus sincères remerciements à tous les enseignants du département d'Agronomie et biologie qui, par leur enseignement, ont contribué à notre formation durant tout notre cursus universitaire.

Nous tenons à remercier aussi toutes l'équipe du laboratoire agroalimentaire pour leurs aide, en particulier Mme IAZZOURENE.K,

Enfin, Nous remerciant particulièrement nos parents pour leurs soutiens inconditionnels tout au long des ces année d'étude, et à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.





Dédicaces

Au nom de l'amour et le respect, je dédie ce modeste travail

*A la lumière de mes jour, la source de mes efforts, à la femme qui s'est sacrifiée pour mon éducation et ma réussite et de lui dire que tu as été pour moi ma meilleure école et meilleure professeur, merci pour toutes les valeurs que tu m'as inculquée, a toi ma chère mère **FARIDA***

*A mon père **AMAR**, école de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes mes années d'études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager ; a me donner de l'aide et a me protéger . Que dieu le garde et le protège, Aucune dédicace ne saurait exprimer ma grande admiration, ma considération et ma sincère affectation pour vous deux,*

*A Mes chères frère **KARIM, IDIR, ANIS** qui ont été toujours là pour moi, pour me soutenir et m'encourager, je vous aime beaucoup.*

A ma grand-mère et grand-père que dieu vous protèges.

*A mes oncles, mes tantes **MANEL, NADIA, FATIHA** et ces **ENFANTS, ILHAM** et son mari **LYES** ainsi que leur filles **LYNA ET NOURHODA.***

*Ma chère sœur **SABIHA** et ces deux anges **ISLAM.ABD RAHIM.***

Je dédie ce travail a une personne très chère, qui sans son aide, son soutien ainsi que sa motivation et son encouragement ce travail n'aurait pas été fait, je te remercie infiniment.

*A mes très chère amies, soeurs, copines **DIHIA ET CELIA** qui m'ont toujours
A ma chère binôme **Naima** et sa famille.*

A mes adorables copines

LYNDA .PITCHOU.LILIA.SONIA.SABRINA.MESSAD.....

A tous les étudiants de promotion 2017/2018.

Et toute personne qui ne connait



DIHIA



Dédicaces



Au nom de l'amour et le respect, je dédie ce modeste travail

A mes très chérez parents:

A la lumière de mes jour, la source de mes efforts, à la femme qui s'est sacrifiée pour mon éducation et ma réussite et de lui dire que tu es pour moi ma meilleure école et meilleure professeur, merci pour toutes les valeurs que tu m'as inculquée, a toi ma chère mère Chabha.

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu te protège mon papa adoré Hamid.

A ma tante Aziza une deuxième maman pour moi.

A ma très chérez sœur Nora celle que je prends comme exemple, et a son marie Omar.

A mon seul et unique frère que j'adore et au quel je souhaite beaucoup de succès dans sa vie Hameza.

Aux meilleurs des tantes Farida et son marie Amer et Kahina que j'ai toujours admiré, qui est et a toujours été la pour moi, et son marie Brahim.

A ma source de joie, mon havre de paix, seul et unique maitre de mon cœur loulou, et toute sa famille.

A ma sœur safia, ma jumelle de cœur que j'aime tant et son marie Rabeh.

Aux deux dernière de la famille, mes très chère sœurs adorée Kenza et Sonia,

A mes très chérez tante: Fatiha, Rafika, Fariza, zohra.

A la meilleur des binômes Dihia, pour la quelle je souhaite réussir dans sa vie.

Aux petites lumières de la famille: Daddy, Maelis, Hocine, Thiziri, Rabeh et Aylan source de joie qui me comble de bonheur chaque instant passe avec eux

A tous mes amies Fadila, Lilia, djouza, lidia, avec les quelles je passe des moments agreable et inoubliable.

A tous mes cousins cousines Celia, Chaben, Yacin, Macil, Belkacem, Ouardia, Ghalia, maelys, Fatima.



NAIMA



Liste des abréviations

MGL: Matière grasse laitière

MGV: Matière grasse végétale

MG: matière grasse

AG: Acide gras

BPF: Bonne pratique de fabrication

Ii: Indice d'iode

IP: Indice de peroxyde

IS: Indice de saponification

H: Humidité (teneur en eau)

TC: Taux de cendres

C: Lactose

A: Acidité

AC: Acidité titrable

TS: Teneur en sel

pH: potentiel Hydrogène

UHT: Ultra haute température

JO: journal officiel

DLC: Date limite de conservation

FAO: Food and agriculture organisation (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture)

SIN: système international de numérotation (code pour additifs)

AGCC: acides gras à chaîne courte

AGMI: acide gras mono insaturé

HDL: lipoprotéines de haute densité

LDL: lipoprotéines de faible densité

AGT: acide gras trans

AGS : Acide gras sature

Tableau I : Evolutions des importations et des exportations des crèmes de lait en Algérie	4
Tableau II: Teneur en éléments nutritifs de 100g de la crème.....	6
Tableau III: classification de crèmes selon l'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.....	7
Tableaux IV: normes pour la teneur en lipides de la crème dans certaine pays	8
Tableau V: Norme générale Codex pour certaine additifs autorisés dans les Crèmes lactières. 15	
Tableau VI : Teneur en matière grasse végétale des crèmes analogues	20
Tableau VII. Ingrédients typiquement utilisés dans la formulation des crèmes analogues	20
Tableau VIII. Norme générale Codex pour certaine additifs autorisés dans les Crèmes analogues.....	23
Tableau IX. Durée et température de conservation des différents types de crème	28
Tableau X: caractéristique et rôle de quelque espèce utilisée dans la fabrication de la crème... 32	
Tableau XI: Formulation pour garnitures fouettées	34
Tableau XII: Description des cinq (5) échantillons analysés	40
Tableau XIII: Constantes des acides gras insaturés pour le calcul de l'I ₂	47
Tableau XIV: Composition en acides gras (en % des esters méthyliques d'acides gras totaux).....	62

Figure 1: photographies des différents types des crèmes lactières commercialisées	
Figure 2. Diagramme de fabrication des crèmes lactières	27
Figure 3: Principe d'une écrémeuse à débouillage automatique.....	29
Figure 4 : Processus de fabrication des crèmes culinaires analogues	33
Figure 5: photographie d'une crème (Garniture à fouetter/Crème à fouetter d'imitation (WhippedToppings/Imitation Whipped Cream)	34
Figure6 : photographie d'une crème sure d'imitation	37
Figure 7: Diagramme de fabrication de la crème fraîche épaisse (selon TASSILI)	39
Figure 8: photo originale d'étuve	42
Figure 9: Photo original du four a moufle.....	43
Figure 10: pH mètre	44
Figure 11: Photo originale de l'évaporateur rotatif	50
Figure 12: teneurs en lipides des différents types de crème (%) 52	
Figure 13: Teneur en eau (%) des différents types des crèmes.....	53
Figure 14 : Les teneurs en cendres des différents types de crème	55
Figure 15: Les valeurs de pH des différents types de crème.....	56
Figure 16: les valeurs d'acidité titrable des différents types de crème	57
Figure 17: Teneur en NaCl des différents types de crème	59
Figure18: Les valeurs de lactose des différents types de crème. des crèmes et les rapports entre les groupes d'acides gras	60
Figure 19: Indice d'iode des crèmes lactières.....	67
Figure 20: Acidité des échantillons analysés.....	68
Figure 21: Indice de peroxyde des crèmes	69

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction 1

Partie bibliographique

Chapitre I: Les crèmes laitières

1. Définition des crèmes laitières	3
2. Quelques données économiques relatives au marché des crèmes laitières	3
2.1. Dans le monde	3
3. Composition et valeur nutritionnelle des crèmes laitières	5
4. Classification des crèmes laitiers	7
4.1. Selon la teneur en matière grasse	7
4.2. Selon le traitement thermique appliqué	8
4.2.1. Crème crue	8
4.2.2. Crème pasteurisée (Cas de la crème fraîche)	8
4.2.2.1. Crème fraîche pasteurisée liquide	9
4.2.2.2. Crème fraîche pasteurisée épaisse (ou maturée)	9
4.2.3. Crème stérilisée fluide.....	9
4.2.4. Crème UHT	9
4.3. Selon les traitements spécifiques liés à leurs utilisations	10
4.3.1. Crème à fouetter (Whipping cream)	10
4.3.2. Crème sure (Sour cream)	10
4.3.3. Crème de café (Coffee cream)	11
4.3.4. Crème double (Double cream)	11
4.3.5. Crème Chantilly	12

4.3.6. Crème sous pression.....	12
5. Les additifs alimentaires autorisés dans les crèmes lactiques	14
5.1. Classification des additifs alimentaires	14

Chapitre II: Les crèmes analogues

1. Naissance et développement des crèmes lactiques analogues	17
1.1. Les Crèmes analogues	18
2.1. Définition et types des crèmes analogues	19
2.2. Composition des crèmes analogues	20
2.2.1. Matières grasses	21
2.2.2. Protéines	21
2.2.3. Les additifs alimentaires	22
2.2.3.1. Emulsifiants	24
2.2.3.2. Les épaississants	24
2.2.3.3. Les stabilisants	25
2.2.3.4. Substitut de graisses	25

Chapitre III: technologie de fabrication des crèmes lactiques et des crèmes analogues

1. Procédé de fabrication des crèmes lactiques	26
1.1. Diagramme de fabrication des crèmes lactiques.....	26
1.2. Conditions de conservation des crèmes lactiques.....	28
1.3. Technologie de fabrication de la crème fraîche	28
1.3.1. Ecrémage centrifuge	28
1.3.2. Pasteurisation	30
1.3.3. Désaération et désodorisation	30
1.3.4. L'ensemencement en ferments lactiques et maturation	31
1.3.5. Refroidissement et conditionnement	32

2. Procédés de fabrication des crèmes analogues	32
2.1. Garniture à fouetter/Crème à fouetter d'imitation (WhippedToppings/Imitation Whipped Cream)	33
2.2. Crème culinaire végétale (vegetable kitchen cream)	36
2.3. Crème café d'imitation (Imitation Coffee Cream)	36
2.4. Crème sure d'imitation (Imitation Sour Cream)	37

Partie pratique

Chapitre IV: matériels et méthodes

1. Objectif de l'étude	38
2. Présentation du diagramme de fabrication de la crème fraîche TASSILI au sein de l'entreprise SPA Laitière de Draa Ben Khedda	38
3. Echantillonnage	40
3.1. La sélection des échantillons	40
3.2. Prélèvements des échantillons.....	41
4. Les analyses physico-chimiques	42
4.1. Détermination de la teneur en eau et en matières volatiles	42
4.2. Détermination des taux de cendres.....	43
4.3. Détermination du pH de la phase aqueuse par la méthode potentiométrique	43
4.4. Acidité titrable	44
4.5. Tenure en NaCl	44
4.6. Dosage du lactose	45
5. Indices de qualité	46
5.1. Indice d'iode	46
5.1.1. Détermination par protocole analytique	46
5.1.2. Détermination à partir de la composition en acide gras	47
5.2. Acidité	47

5.3. Détermination de l'indice de peroxyde	48
6. Dosage de lipides	48
7. Détermination de la composition en acide gras	49
7.1. Extraction des lipides	49
7.2. Détermination de la teneur en acide gras par chromatographie en phase gazeuse.....	50
7.2.1. Préparation des esters méthyliques d'acides gras (EMAG/FAME)	50
7.2.2. Analyse des esters méthyliques d'acides gras par chromatographie en phase gazeuse (CPG)	50
8. Analyse statistique.....	51

Chapitre V: Résultats et discussions

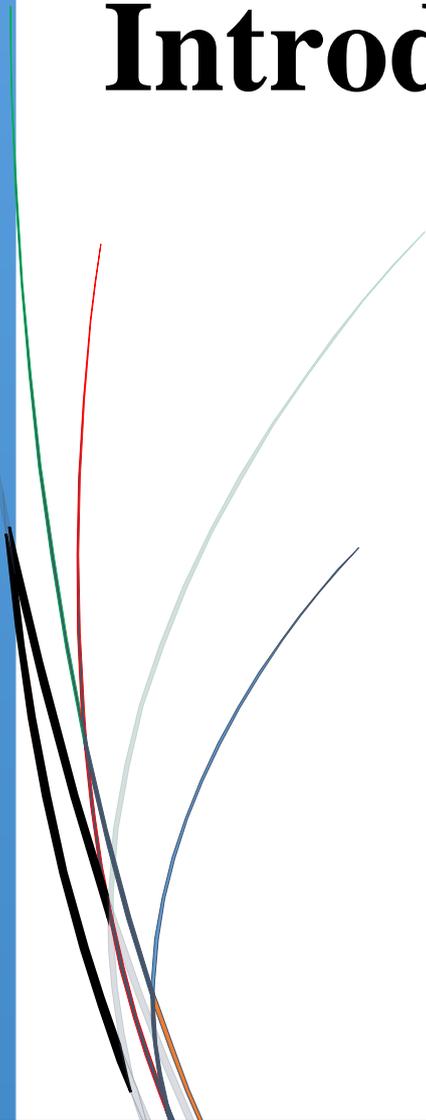
1. Classification des crèmes selon la teneur en matières grasses	52
La teneur en lipides	52
2. Les analyses physico-chimiques des crèmes.....	53
2.1. Teneur en eau	53
2.2. Taux de cendres.....	54
2.3. Mesure du pH	56
2.4. Acidité titrable	57
2.5. Teneur en NaCl	58
2.6. Dosage du lactose	59
3. Profil en acides gras des crèmes	61
4. Les indices de qualité de la matière grasse	66
4.1. Indice d'iode	66
4.2. L'acidité	68
4.3. Indice de peroxyde	69

Conclusion 71

Références bibliographiques

Annexes.

Introduction générale



Introduction

Historiquement, la fabrication de la crème laitière remonte à des centaines d'années ; elle s'obtenait dans les crémeries par un processus d'écémage spontané du lait au repos, du fait de la différence de densité entre les globules gras du lait et sa phase aqueuse.

L'invention en 1878 de l'écémeuse-centrifugeuse par le Suédois Laval et l'Allemand Lefeld a permis d'accélérer le processus de fabrication de la crème et de sa production industrielle. À côté de ces technologies traditionnelles (millénaires ou centenaires) d'obtention de la crème à partir du lait, se sont développées depuis cette dernière décennie, des technologies d'assemblage ou de reconstitution de la crème à partir d'ingrédients laitiers. Ces technologies nouvelles de reconstitution des crèmes lactées présentent des avantages évidents dans les procédés industriels, par rapport à la crème fraîche : faible coût de stockage des matières premières, plus grande flexibilité dans la formulation, indépendance vis-à-vis de la saisonnalité de la composition du lait (Vanderghem *et al.*, 2007 ; Van Lent *et al.*, 2008). Aussi, les crèmes lactées reconstituées peuvent bénéficier de l'image de naturalité généralement attribuée aux produits laitiers (Krause *et al.*, 2007), puisque la réglementation exige pour leur fabrication l'utilisation exclusive d'ingrédients laitiers avec ou non adjonction d'eau potable et les mêmes caractéristiques de produit fini que la crème de lait (Codex Alimentarius, 2007).

Le développement du domaine des crèmes lactées reconstituées a ouvert de nouvelles possibilités dans la formulation des crèmes, et plus particulièrement celle de la naissance du concept des crèmes analogues (végétales). Ce sont des produits similaires aux crèmes lactées dont la matière grasse lactée (MGL) est remplacée par la matière grasse végétale (MGV) (Codex Alimentarius, codex Stan 192, 1995 ; Carr *et al.*, 2005). L'utilisation d'ingrédients non laitiers dans leur fabrication interdit la dénomination « crèmes lactées ». Elles sont en réalité formulées au départ de quantités bien définies d'eau, de matière grasse végétale, de protéines lactées ou végétales, de stabilisants, d'épaississants et d'émulsifiants de faible poids moléculaire.

À la différence des crèmes lactées, les crèmes analogues offrent plus de possibilités de prise en compte des contraintes technologiques, économiques et nutritionnelles exprimées sur le marché (Berger, 1998 ; Shamsi *et al.*, 2002), ce qui justifie le gain d'intérêt noté autour de ces crèmes, ces dernières années. En effet, la possibilité pour le formulateur de choisir la MG

dès le départ dans une large gamme de MGV leur confère un avantage technologique certain : les MGV utilisées seules ou en mélange sont susceptibles de présenter des comportements en cristallisation et en fusion très diversifiés et peuvent de ce fait apporter de nouvelles propriétés dans les fonctionnalités des crèmes (stabilité aux chocs thermiques, aptitude au foisonnement, etc.) (Anihouvi, 2012).

Sur le plan financier, la matière grasse butyrique étant plus coûteuse que les matières grasses végétales (facteur 4,5 par exemple en 2006) (Ennifar, 2006 ; Oil World, 2011), son remplacement dans la formulation des crèmes par la matière grasse végétale permet sans doute de réduire le coût d'un des principaux postes de dépense que constitue la matière grasse végétale dans les coûts des matières premières (Anihouvi, 2012).

C'est à la lumière de toutes ces données que nous avons opté pour l'évaluation de la qualité des crèmes lactiques et analogues commercialisées en Algérie. Nous apportons notre contribution en évaluant les propriétés physico-chimiques et en déterminant le profil en acides gras de ces produits fortement présents sur les étagères, largement utilisés par le consommateur algérien, qui, à part connaître comment et dans quel met les incorporer, en ignore les tenants et les aboutissants.

A cet effet, notre étude se structure de la manière suivante : Une partie bibliographique qui définit et catégorise les crèmes lactiques et les crèmes analogues en deux chapitres distincts. Les processus de fabrication sont détaillés dans un troisième chapitre. Une partie pratique où nous décrivons la méthodologie de sélection, de préparation et d'analyse des échantillons et une partie où nous présentons et discutons nos résultats.



Chapitre I :
Les crèmes lactières

La crème est l'un des produits laitiers les plus importants. Il était traditionnellement considéré comme un produit de luxe, mais il est maintenant facilement utilisé sous de nombreuses formes et à diverses fins. Par exemple, c'est une matière première primaire pour la fabrication du beurre de table et pour la préparation du ghee, un produit laitier indien riche en matières grasses. Il est également utilisé comme ingrédient dans les plats sucrés et salés, tels que la crème glacée, la soupe, les bases de crème et les gâteaux (Deosarkar, 2016).

1. Définition des crèmes laitières

Selon le Codex Alimentarius (2003), la crème est le produit laitier fluide plus ou moins riche en matière grasse qui se présente sous la forme d'une émulsion de type graisse-dans-lait écrémé et qui a été obtenue en la séparant physiquement du lait. La séparation est réalisée soit par gravité, soit par force centrifuge. Les crèmes peuvent être acidifiées ou non, fouettées, avec ou sans adjonction d'additifs alimentaires (Anihouvi et *al.*, 2012 ; Deosarkar, 2016).

2. Quelques données économiques relatives au marché des crèmes laitières

2.1. Dans le monde

La demande accrue en matière grasse butyrique a conduit à une flambée des prix en 2017 et a joué un rôle différent dans plusieurs marchés mondiaux.

La matière grasse butyrique produite ces cinq dernières années par l'Union européenne a été essentiellement absorbée par l'augmentation de la production de fromage (le cheddar et le gouda contiennent généralement entre 30 et 35 % de matière grasse) et de crème. Aux États-Unis, la majeure partie de la matière grasse butyrique disponible concernait la production de fromage (notamment pour pizza) et de crème, et une partie moindre était utilisée pour le beurre. Dans ces deux régions, la demande en produits à base de lait entier, tels que la glace et les yaourts au lait entier, a également augmenté. Cependant, elle représente une très faible part de l'augmentation globale de la matière grasse butyrique disponible.

La demande dans les marchés sensibles aux prix et parmi les consommateurs finaux a dû s'adapter à la hausse du prix de la matière grasse butyrique. Les faibles prix des huiles végétales concurrentes ont encouragé les acheteurs à les acheter à la place des matières grasses laitières lorsque cela était possible (Hoogwegt, 2018).

En France, la production de crème fraîche et des crèmes stérilisées ou UHT s'élevait en 2016 à 164,118 millions de litres et 270,36 millions de litres, respectivement (Calvino, 2017).

La consommation de crème a augmenté de 6 % dans les cinq années précédant 2016 et on estime qu'elle représente environ 13 % de la production de matière grasse de l'Union Européenne (Hoogwegt, 2018).

2.2. En Algérie :

Suite à maintes déplacements au ministère du commerce aucune information n'a pas été soustraite sur les statistiques et la législation concernant les crèmes laitières et les crèmes analogue. Ils ne disposent apparemment d'aucune donnée statistique sur ce produit en particulier, étant donné qu'il est inclus dans les produits laitiers. De plus, aucune législation ne semble régir cette production, bien que la réglementation Algérienne protège le consommateur de toute pratique qui peut présenter un risque sur sa santé selon la loi n°09-03 de 29 Safar 1430 correspondant au 25 février 2009 relative à la protection du consommateur et à la répression des fraudes (JO n°15/2009).

Quelques données concernant l'évolution des importations et exportations des crèmes de lait ont pu être obtenues au niveau du ministère de l'agriculture et du développement rural (Tableau I).

Tableau I : Evolutions des importations et des exportations des crèmes de lait en Algérie (MADR, 2018)

Années	poids (KG) et valeurs (DA)	Crème de lait, non concentrés ni additionnés de sucre ou d'autres édulcorants, D'une teneur en poids de matières grasses excédant 1 % mais n'excédant pas 6%		Crème de lait, non concentrés ni additionnés de sucre ou d'autres édulcorants, D'une teneur en poids de matières grasses excédant 10%	
		Importation	Exportation	Importation	Exportation
2012	Poids	99	/	52 969	/
	valeur	35 374	/	18 509 742	/
2013	Poids	/	/	30 526	/
	valeur	/	/	11 077 676	/
2014	Poids	9 902	/	61 389	/
	valeur	2 594 200	/	18 219 621	/
2015	Poids	22 655	/	45 344	/
	valeur	5 778 342	/	13 909 191	/
2016	Poids	93 260	/	8 193	/
	valeur	29 069 786	/	2 177 186	/
2017	Poids	38 251	/	21 572	48
	valeur	12 087 286	/	6 612 609	3 143

3. Composition et valeur nutritionnelle des crèmes lactière

Les apports essentiels de la crème sont constitués par les lipides et la vitamine A. Elle fournit également une quantité intéressante de calcium et de potassium (tableau II).

Les protéines de la crème sont des protéines lactiques de très bonne qualité, elles représentent environ les 2/3 de la teneur protéique trouvée dans le lait.

La crème renferme des acides gras à chaîne courte qui sont très digestes. L'apport en cholestérol moyen est de 110 mg/100 g avec des valeurs extrêmes de 53 à 70 mg/100 g pour la crème légère et de 140 mg/100 g pour une crème très riche en matières grasses.

Pour les glucides, ils sont essentiellement représentés par le lactose mais cette teneur reste négligeable et les minéraux restent aussi en quantité négligeable (Fredot, 2005).

Tableau II: Teneur en éléments nutritifs de 100g de la crème, cité par (Chandan et Kilara, 2011).

Nutriments	Unités	Teneur
Poids	g	100
Humidité	%	57,71
Energie	kcal	345
Energie	KJ	1443
Macroéléments		
Protéine	g	2,05
Matière Grasse	g	37
Les Acides Gras Saturés	g	23,032
Les Acides Gras Mono-Insaturés	g	10,686
Les Acides Gras Poly-Insaturés	g	1,374
Cholestérol	mg	137
Glucides	g	2,79
Fibre Alimentaire	g	0
Micro Eléments		
Minéraux		
Calcium	mg	65
Fer	mg	0,03
Magnésium	mg	7
Phosphore	mg	62
Potassium	mg	75
Sodium	mg	38
Zinc	mg	0,23
Sélénium	ug	0,5
Vitamines		
Vitamine C	mg	0,6
Riboflavine	mg	0,11
Niacine	mg	0,039
Vitamine B6	mg	0,026
Acide Folique	ug	4
Vitamine B12	ug	0,18
Vitamine A	ug	411
Vitamine D	ug	27
Vitamine E	mg	1,06
Vitamine K	ug	3,2

4. Classification de crèmes lactières

4.1. Selon la teneur en matière grasse

Les différents types de crèmes sont principalement classés en fonction de leur teneur en matière grasse (g / 100 g), selon les normes de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) (Tableau 03) (Singhal et Kulkarni, 1999 ; Deosarkar et *al*, 2016).

Tableau III: Classification des crèmes selon l'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) (Deosarkar et *al*, 2016).

Type de crème	Teneur en MG
Cream (crème ou Demi-crème)	18 - 26 %
Ligth cream (crème légère) or coffee cream (Crème à café)	> 10 %
Whipping cream (Crème à fouetter)	> 28 %
Heavy cream (Crème épaisse)	> 35 %
Double cream (Crème double)	> 45 %

Ces normes varient selon les pays et divers noms sont utilisés pour décrire les différentes crèmes. Il n'est donc pas possible de fournir une définition internationale uniforme ou un système de classification universellement accepté. Cependant, le tableau IV indique les réglementations relatives à la teneur en graisse des produits à base de crème dans les principaux pays producteurs de crème. Les produits à base de crème sont également classés selon leur utilisation finale (Ex. Crème à fouetter, crème à café ou crème à la crème) ou selon leur mode de transformation et de la culture ou de la crème sure).

Tableaux IV: Normes pour la teneur en lipides de la crème dans certains pays (Hoffmann, . 2002).

Pays	Type de crème	Teneur en MG (g/100g)
Australie et Nouvelle-Zélande	Cream (Crème)	18 -40
France	(Light cream)Crème Légère	12-30
	(Cream) Crème	30 - 40
Allemagne	(Coffee Cream)Crème à café	10 _-30
	(Whipping cream)Crème à fouetter	30 -40
Les Pays-Bas	Crème	10 -30
	Crème à fouetter	30 -40
Royaume-Uni	Half crème (Demi Crème)	12 -18
	Single Cream (Crème unique)	18 -35
	Whipping cream (crème à fouette)	35 -40
	Double cream (crème double)	48 -55
Etats Unis	half and half cream (Demi et Demi crème)	10 -18
	Light cream (Crème légère)	18 - 30
	light whipping cream (Crème à fouetter légère)	30 - 36
	Heavy cream (crème épaisse)	36 -45

4.2 Selon le traitement thermique appliqué

4.2.1 Crème crue

C'est une crème qui n'a subi aucun traitement de pasteurisation ou de stérilisation. Fruit direct de l'écrémage, elle est refroidie et stockée à +6°C (GEM RCN, 2009). De texture liquide et de saveur douce pendant les premiers jours, sa teneur en matière grasse est généralement supérieure à celle des autres crèmes. La mention « crue » est obligatoire sur l'étiquetage (Boutonnier et Dunand, 1985 ; GEM RCN, 2009). Elle est souvent chargée en germes douteux ou dangereux (Sina, 1992).

4.2.2. Crème pasteurisée (Cas de la crème fraîche)

La crème fraîche désigne une crème n'ayant subi que le traitement de pasteurisation et conditionnée sur le lieu de production dans un délai de 24 heures (Vierling, 1999 et GEM RCN, 2009).

La dénomination crème fraîche est réglementée par le décret du 23 avril 1980 (Legifrance, 2018). Il précise que pour avoir l'appellation crème fraîche, la crème doit

satisfaire aux conditions suivantes : « Ne pas avoir subi un traitement thermique d'assainissement autre que celui de pasteurisation, avoir été conditionnée sur le lieu de production dans les vingt-quatre heures suivant celle-ci ». Ainsi, les crèmes stérilisées n'ont évidemment pas le droit à l'appellation crème fraîche.

Sur la base de la législation européenne en matière d'étiquetage, la crème fraîche ne peut pas contenir de stabilisants. Un produit stabilisé devrait donc être commercialisé sous un autre nom (Meunier-Goddik, 2012).

4.2.2.1. Crème fraîche pasteurisée liquide

Elle n'a pas subi d'ensemencement ni de maturation. Elle conserve par conséquent sa texture fluide et douce mais elle est assez fragile. Cette crème est rarement commercialisée sauf pour les restaurateurs sous l'appellation « crème fleurette » mais cette appellation est générique et non légale. Elle est très appréciée pour son aptitude au foisonnement c'est-à-dire à être battue pour intégrer l'air ce qui la rend légère et volumineuse jusqu'au stade de la chantilly (Fredot, 2005).

4.2.2.2. Crème fraîche pasteurisée épaisse (ou maturée)

A la suite de la pasteurisation, si l'on souhaite une crème épaisse, on procède à la maturation. Le procédé consiste à refroidir la crème pour « cristalliser » une partie de la matière grasse (maturation physique) puis à l'ensemencer avec des ferments lactiques prélevés sur des crèmes, particulièrement, aromatiques (maturation biologique) et possédant un taux d'acidité élevé (Fredot, 2005).

4.2.3. Crème stérilisée fluide

Une fois conditionnée, la crème crue est stérilisée à 115°C durant 15 à 20 minutes, puis refroidie. Ce procédé développe un goût de cuit ou de caramel, d'où la préférence de la crème UHT (GEM RCN, 2009).

4.2.4. Crème UHT

La crème UHT est stérilisée par un traitement thermique de 140 à 150°C durant quelques secondes, puis rapidement refroidie et scellée en conditionnement aseptique, étanche et stable jusqu'à la date limite de consommation (GEM RCN, 2009). Ce type de crème présente le plus souvent un goût doux (Vierling, 1999).

4.3. Selon les traitements spécifiques liés à leurs utilisations

4.3.1. Crème à fouetter (Whipping cream)

La crème fouettée ou à fouetter est une mousse dans laquelle les bulles d'air sont intégrées dans un réseau de globules gras partiellement coalescés. Elle est appréciée par les consommateurs pour son goût et sa texture, et elle est souvent considérée comme un produit de luxe. Elle a de nombreuses applications, notamment dans les desserts et les gâteaux (Deosarkar et *al.*, 2016).

La crème est d'abord normalisée à la teneur en matière grasse souhaitée, qui est généralement comprise entre 30 et 40 g/100 g. Des émulsifiants (mono et diglycérides) et des stabilisants (gélatines et carraghénanes), peuvent être ajoutés à la crème standardisée avant le traitement thermique. La pasteurisation de la crème est généralement effectuée à 80 ° C, puis elle est refroidie et conditionnée de manière aseptique. La crème pasteurisée a une durée de conservation inférieure à 3 semaines à la température de réfrigération (Deosarkar et *al.*, 2016).

La nécessité de disposer d'une crème ayant une durée de conservation prolongée a conduit à la production de crème à fouetter UHT qui, après l'ajout éventuel de stabilisants, est chauffée à une température supérieure 135 ° C pendant quelques secondes. En conséquence, une durée de conservation de plusieurs mois peut être obtenue. La durée de conservation physique de ces crèmes est limitée du fait que la séparation des globules lipidiques se produit. Une étape d'homogénéisation doit donc être appliquée pour réduire la taille des globules lipidiques et minimiser leur séparation pendant le stockage. Cependant, l'homogénéisation nuit aux propriétés de foisonnement de la crème. Le choix des conditions optimales pour l'homogénéisation de la crème à fouetter UHT représente un compromis entre le maintien des caractéristiques de foisonnement optimales et la séparation des globules lipidiques pendant le stockage. Après l'homogénéisation, la crème à fouetter UHT est refroidie, et conditionnée de manière aseptique (Jeantet et *al.*, 2006 ; Deosarkar et *al.*, 2016).

4.3.2. Crème sure (Sour cream)

C'est un produit laitier fermenté populaire qui revient sous différents noms et des formes légèrement différentes à l'échelle mondiale. Il est très utilisé aux USA, en Europe ainsi que dans les pays anglo-saxons (Meunier-Goddik, 2012).

Aux États-Unis, la Food and Drug Administration (FDA) définit la crème sure comme suit: "La crème sure résulte de l'acidification de la crème pasteurisée par des bactéries lactiques. Elle ne contient pas moins de 18% de matière grasse laitière. Elle a une acidité titrable d'au moins 0,5%, calculée en acide lactique». Si des stabilisants sont utilisés, la teneur en matière grasse de la fraction laitière doit être d'au moins 18% et supérieure à 14,4%. Les ingrédients facultatifs autorisés dans la crème sure sont :

- des ingrédients sûrs et appropriés qui améliorent la texture, empêchent la synérèse ou prolongent la durée de conservation du produit,
- citrate de sodium en une quantité inférieure à 0,1 pour cent, ajouté avant la mise en culture en tant que précurseur de saveur,
- présure,
- édulcorants nutritifs appropriés et sans danger,
- sel,
- ingrédients aromatisants, avec ou sans colorant convenable tels que les fruits et les jus de fruits (y compris les fruits concentrés et les jus de fruits) et des arômes naturels ou artificiels sûrs et appropriés. "

La crème sure est fréquemment utilisée comme accompagnement des plats chauds, dans les trempettes et les sauces. Cette utilisation impose certaines exigences sur les caractéristiques sensorielles du produit, en particulier en ce qui concerne la texture au contact des surfaces chaudes. La crème sure doit rester visqueuse sans séparation du lactosérum lorsqu'elle est placée sur des aliments chauds (Meunier-Goddik, 2012).

4.3.3. Crème de café (Coffee cream)

La crème de café est un produit dont la teneur en matières grasses est supérieure à 10%. Il subit une homogénéisation, un traitement UHT, et un conditionnement aseptique ou une stérilisation dans son emballage. C'est un produit populaire, principalement utilisé pour blanchir le café ou pour lui donner une saveur agréable (Deosarkar et *al.*, 2016).

4.3.4. Crème double (Double cream)

Il s'agit d'une crème «extra-épaisse» dont la viscosité est beaucoup plus élevée que la normale. L'homogénéisation n'est pas nécessaire mais son utilisation en combinaison avec un refroidissement contrôlé permet de produire des crèmes à viscosité très variable (Varnam et Sutherland, 1994).

4.3.5. Crème Chantilly

La crème Chantilly est une crème fouettée contenant au moins 30 % de matière grasse et n'ayant fait l'objet d'aucune autre addition que de saccharose (sucre mi-blanc, sucre blanc ou sucre blanc raffiné) et éventuellement de matières aromatisants naturelles (Vierling, 1999 ; GEM RCN, 2009).

4.3.6. Crème sous pression

La crème sous pression est pasteurisée ou stérilisée. Elle est conditionnée avec le protoxyde d'azote pur qui assure le foisonnement et la conservation. Sina (1992) et GEM RCN (2009) ont signalé que 0,1% de gélatine peut être ajouté comme agent stabilisateur. Par ailleurs, Sina (1992) a rapporté que 15% de sucre ordinaire et des matières aromatiques naturelles peuvent être y ajoutées.



Figure 1: Photographies des différents types des crèmes laitières commercialisées

5. Les additifs alimentaires autorisés dans les crèmes lactières

Un additif alimentaire est défini comme toute substance qui n'est pas habituellement consommée en tant que denrée alimentaire en soi et non utilisée comme ingrédient caractéristique de l'aliment, qu'elle ait ou non une valeur nutritive, et dont l'addition intentionnelle à la denrée alimentaire dans un but technologique ou organoleptique, à une quelconque étape de la fabrication, de la transformation, de la préparation, du traitement, du conditionnement, de l'emballage, du transport ou du stockage de la dite denrée, entraîne ou peut entraîner (directement ou indirectement) son incorporation ou celle de ses dérivés dans la denrée ou peut affecter d'une autre façon les caractéristiques de la dite denrée. L'expression ne s'applique ni aux contaminants, ni aux substances ajoutées aux denrées alimentaires dans le but d'en maintenir ou améliorer les propriétés nutritives, ou au chlorure de sodium. Quand un additif alimentaire est autorisé au niveau européen, celui-ci bénéficie d'un code qui se compose de la lettre « **E** » suivie d'un numéro permettant d'identifier la catégorie, quant au système international de numérotation il bénéficie du code « **SIN** » (CODEX STAN, 1981).

5.1. Classification des additifs alimentaires

Les additifs utilisés dans les crèmes lactière et les crèmes analogues sont généralement classés selon leurs propriétés principales d'utilisation, et la fonction qu'ils assurent, on cite :

- Les additifs qui maintiennent la fraîcheur et préviennent la dégradation des aliments.
- les additifs qui affectent les caractéristiques physiques ou physico-chimiques.
- les additifs qui amplifient ou améliorent les qualités sensorielles.

Le tableau V mentionne certains additifs alimentaires autorisés dans les crèmes lactières ainsi que les doses maximales utilisées dans le respect des limites spécifiées.

Tableau V: Norme générale Codex pour certaine additifs autorisés dans les Crèmes laitières
(CODEX STAN 288-1976).

Additifs	No. de SIN	Année Adoptée	Limite Maximale	Rôle
Citrate Tricalcique	333	2013	BPF*	Régulateur De L'acidité, Anti Oxygène, Agent De Rétention De La Couleur, Séquestrant
Mono- Et Diglycérides D'acides Gras	471	2013	BPF	Anti Moussant, Émulsifiant, Agent D'enrobage, Stabilisant
Carraghénane	407	2013	BPF	Agent De Charge, Support, Émulsifiant, Gélifiant, Agent D'enrobage, Humectant, Stabilisant, Épaississant
Adipate De Diamidon Acétylé	1422	2013	BPF	Émulsifiant, Stabilisant, Épaississant
Octényle Succitane D'amidon Sodique	1450	2013	BPF	Stabilisant, Épaississant
Acide Citrique	330	2016	BPF	Agent De Charge, Support, Émulsifiant, Agent Moussant, Gélifiant, Stabilisant, Épaississant
Gomme Xanthane	415	2016	BPF	Émulsifiant, Stabilisant
Diphosphate Disodique	450	2013	1 100 MG/KG	Stabilisant, Épaississant
Amidon Traité	1401	2013	BPF	Émulsifiant, Stabilisant, Épaississant
Alginate De Potassium:	402	2014	BPF	, Émulsifiant, Agent Moussant, Gélifiant, Agent D'enrobage, Humectant, Séquestrant, Stabilisant, Épaississant
Lécithine	322i	2013	BPF	Antioxygène , Emulsifiant
Orthophosphate disodique	339ii	2012	2200mg/kg	Régulateurs de l'acidité, séquestrant, émulsifiants, texturants, stabilisant, agent de rétention de l'eau
Monolaurate De Polyoxyethylene (20) Sorbitane	432	2008	1 000 Mg/Kg	Emulsifiant, Dispersant
Esters De Saccharose D'acides Gras	473	2016	5000mg/kg	Emulsifiants
Nisine	234	2009	10mg/Kg	Agent de conservation

* **Bonnes pratiques de fabrication (BPF)**

Tous les additifs alimentaires doivent être utilisés conformément aux bonnes pratiques de fabrication, ce qui signifie que:

- a) La quantité d'additif ajoutée à l'aliment ne dépasse pas celle raisonnablement nécessaire pour obtenir l'effet voulu dans l'aliment.
- b) La quantité d'un additif qui, par la suite de son utilisation au cours des opérations de fabrication, de transformation ou d'emballage, devient un constituant de l'aliment et qui n'est pas destiné à produire un effet physique ou tout autre effet technologique dans l'aliment lui-même, est réduite dans toute la mesure raisonnablement possible.
- c) L'additif est de qualité alimentaire appropriée et il est préparé et manipulé comme un ingrédient alimentaire (Codex alimentarius).



Chapitre II :
Les crèmes analogues

1. Naissance et développement des crèmes lactières analogues

Les produits laitiers et dérivés connaissent une forte demande dans tous les pays en raison de leur vaste application dans divers produits. En effet, il existe une demande croissante pour au moins un des composants du lait comme les caséinates et le lait en poudre, notamment dans les industries de la confiserie, de la boulangerie et de la pharmacie (Shamsi, 2000).

La faible disponibilité du lait dans les pays en voie de développement, souvent associée à une température ambiante élevée, sont les raisons principales d'une plus grande utilisation des substituts et imitations de produits laitiers (Shamsi, 2000).

L'origine des substituts des produits laitiers remonte au 19^{ème} siècle en ce qui concerne la fabrication de l'oléomargarine et le fromage fondu. Le nombre et la complexité de ces substituts ont augmenté avec la technologie croissante et la connaissance améliorée de la fonctionnalité des divers ingrédients alimentaires. Généralement, les produits conçus pour imiter les produits laitiers nécessitent la même technologie, les mêmes processus et le même équipement que ceux requis pour les produits laitiers (Harper, 2000).

Les substituts laitiers peuvent être divisés en trois types: ceux dans lesquels une graisse animale ou végétale remplace la matière grasse du lait; ceux qui contiennent un composant laitier, par exemple la caséine ou la protéine de lactosérum; et ceux qui ne contiennent pas de composants laitiers. Les deux premiers types constituent la plupart des produits laitiers de substitution (Harper, 2000).

La production et la commercialisation de substituts laitiers reflètent la technologie, l'économie, la législation, la politique, la nutrition et les habitudes alimentaires. L'importance relative de ces facteurs varie d'un pays à l'autre et dans les régions d'un même pays. La pénétration du marché des produits laitiers d'imitation est probablement la plus forte aux États-Unis. Les progrès de la technologie de traitement intervenus depuis le début des années 1940, par exemple, l'utilisation généralisée de l'homogénéisation, le mélange de fluides et les processus continus, ont considérablement fait progresser le développement de substituts laitiers. Il est relativement simple de fabriquer des produits physiquement stables à partir d'une large gamme de graisses, de protéines et de glucides. En outre, la consommation croissante de produits de consommation courante et la diminution de la préparation des repas à domicile ont incité le consommateur américain à vouloir changer ses habitudes et ses modèles alimentaires (Harper, 2000).

Dans presque tous les cas, les produits laitiers synthétiques sont offerts à moindre coût. L'économie est peut-être le facteur le plus important dans l'acceptation initiale des produits laitiers d'imitation. Grâce à de meilleures propriétés techniques, à la capacité de satisfaire aux exigences des consommateurs et à une longue durée de conservation, de nombreux substituts laitiers sont préférés aux produits laitiers (Harper, 2000 ; Haisman, 2011).

Certains pays, comme l'Allemagne, ont des lois qui limitent les produits laitiers d'imitation. Ces derniers doivent généralement être équivalents sur le plan nutritionnel aux produits laitiers qu'ils imitent. Aux États-Unis, où des normes juridiques existent pour de nombreux produits laitiers de substitution, les lois sont moins restrictives (Harper, 2000).

Un code de principes accepté par 71 pays a été élaboré pour la protection des consommateurs et les pratiques loyales dans le commerce du lait et des produits laitiers. L'utilisation précise du terme lait et les termes pour différents produits laitiers sont principalement garantis. La confusion résultant de la substitution du lait et des produits laitiers par des graisses non laitières et / ou des protéines non laitières est ainsi évitée. L'utilisation de noms et d'informations trompeurs pour des produits qui ne sont pas des produits laitiers est interdite. Essentiellement, tout produit qui ressemble à un produit laitier est un produit d'imitation ou de substitution (synthétique) (Harper, 2000).

2. Les Crèmes analogues

Aujourd'hui, les crèmes d'imitation ou les crèmes artificielles ont conquis une grande partie du marché en raison de leurs nombreux avantages par rapport aux crèmes laitières. Les crèmes d'imitation ou les crèmes artificielles sont à base de matières grasses végétales, d'eau, d'émulsifiants, de stabilisants, de sucres, d'arômes et de protéines telles que le caséinate de sodium, le lait écrémé et les protéines de soja.

Il existe des aspects à la fois économiques et fonctionnels qui rendent les imitations de crème fouettée plus favorables que les crèmes à base de lait. Les crèmes artificielles sont souvent beaucoup moins onéreuses que les crèmes laitières, ce qui attire à la fois les fabricants et les consommateurs. Un autre avantage des crèmes d'imitation est qu'elles ne présentent aucune variation saisonnière qui se produit souvent dans les crèmes laitières traditionnelles.

En faisant varier la recette de la crème, les propriétés des crèmes d'imitation peuvent être adaptées à la fonction d'un produit spécifique. Comme les caractéristiques des matières

grasses sont très importantes pour les propriétés des crèmes à fouetter, la facilité de foisonnement peut facilement être améliorée en modifiant cette matière grasse dans les recettes . Les recettes de crèmes d'imitation pouvant être fabriquées sur mesure, ces produits possèdent souvent de meilleures propriétés de fouettage, stabilité de la mousse et stabilité au cycle congélation-décongélation par rapport aux crèmes laitières (Lundin, 2013).

En plus des avantages technofonctionnels et économiques, certains chercheurs considèrent que les crèmes végétales peuvent présenter un intérêt nutritionnel et de santé publique. En effet, un choix adéquat des MGV pourrait, d'une part, contribuer à un meilleur apport en acides gras (AG) essentiels (amélioration du profil en AG des crèmes) et d'autre part, réduire la quantité de cholestérol. Aussi, les stérols végétaux présents dans les crèmes végétales, connus pour leur effet hypocholestérolémiant, contribueraient à la diminution du taux sanguin de cholestérol. De ce fait, plusieurs chercheurs et industriels à considérer de plus en plus les crèmes végétales comme une alternative aux crèmes laitières traditionnelles (Anihouvi, 2012).

2.1. Définition et types des crèmes analogues

Les alternatives à la crème portent plusieurs noms, tels que «crème analogue », «crème d'imitation», «crème végétale», « crème non laitière », « garniture » mais elles ont un objectif commun, à savoir offrir certains avantages par rapport à la crème laitière. Souvent, ces produits sont fabriqués par traitement UHT et sont commercialisés sous forme liquide, conditionnés aseptiquement et conservés à température ambiante(Carr, 2018).

Le Codex Alimentarius adopte le terme « crème analogue » et le définit comme étant « un substitut de crème consistant en une émulsion eau-graisse végétale sous forme liquide ou en poudre » (CODEX STAN, 1995).

La législation saoudienne a élaboré une norme s'appliquant aux exigences de base concernant les crèmes analogues (GSO standard, 2016). Elle mentionne les définitions suivantes :

- Crème analogue : produit alimentaire résultant de l'émulsion du lait écrémé liquide, séché ou concentré avec des huiles végétales.
- Crème analogue pasteurisée : Crème analogue ayant subi un traitement de pasteurisation.

- Crème analogue stérilisée : Crème analogue ayant subi un traitement de stérilisation dans l’emballage présenté au consommateur.
- Crème analogue UHT : Crème analogue traitée à très haute température et emballée dans des conditions stériles.

Le tableau X classe les différents types de crèmes analogues selon la teneur en matières grasses végétales (GSO standard, 2016).

Tableau VI : Teneur en matière grasse végétale des crèmes analogues (GSO standard, 2016)

Nom du produit	Teneur en graisse végétale
Crème légère analogue	Un minimum de 10% à 18% limite supérieure
Crème analogue (crème de table)	Un minimum de 18%
Analogue de crème épaisse	Un minimum de 36%
Crème concentrée analogue	Un minimum de 45%
Crème a fouettée analogue ou destinée à être fouettée	Un minimum de 28%
Crème à fouetter analogue ou destinée à être fouettée très grasse	Un minimum de 35%

2.2. Composition des crèmes analogues

Les caractéristiques et la stabilité des produits laitiers d'imitation dépendent largement des caractéristiques des principaux ingrédients, à savoir les matières grasses, les protéines et les glucides, ainsi que des ingrédients fonctionnels mineurs qui stabilisent les systèmes lipidiques et protéiques (Harper, 2000).

Une formulation type des crèmes analogues est présentée dans le tableau VII (Carr et al., 2005).

Tableau VII. Ingrédients typiquement utilisés dans la formulation des crèmes analogues (Carr et al., 2005).

Ingrédient	% massique
Matière grasse, principalement à base de graisse laurique avec un peu de matière grasse laitière	20-35%
Sucres	0-25%
Protéines du lait	0,5-2,5%
Emulsifiants	0,2-1%
Epaississants	0,1-0,4%
Colorants et arômes	Facultatif

2.2.1. Matières grasses

En usage industriel, les graisses sont considérées comme solides et les huiles liquides à température ambiante. Ces dernières sont liquides en raison d'une teneur plus élevée en acides gras insaturés. L'hydrogénation convertit les huiles en graisses. Les graisses et les huiles consistent principalement en une fraction lipidique riche en triglycérides, qui contient de petites quantités d'autres lipides, par exemple des stérols et des phospholipides. Pour les produits laitiers d'imitation, les matières grasses sont généralement choisies pour avoir des plages de points de fusion faibles et étroites, généralement de 32 à 36 ° C.

Les caractéristiques souhaitées d'une graisse ou d'une huile utilisée dans les produits laitiers d'imitation sont une saveur neutre, une faible teneur en peroxyde, une bonne stabilité aromatique, une faible teneur en acides gras libres, une résistance à l'hydrolyse et un taux de graisse solide correspondant à la plage de température du produit. Les huiles/graises principalement utilisées dans les produits laitiers de substitution sont le coprah hydrogéné, le coton, le soja, l'arachide, le palmiste et divers mélanges de ces produits. Les corps gras ayant des points de fusion plus faibles sont généralement préférés car ceux-ci ont une meilleure texture ou une meilleure sensation à la bouche.

La sélection de la graisse ou de l'huile est généralement développée expérimentalement. La nature chimique et physique des composants du système, l'ordre d'addition, le cisaillement et la température de traitement déterminent les interactions finales et la nature du produit. (Harper, 2000).

2.2.2. Protéines

Les protéines sont particulièrement importantes dans les produits laitiers d'imitation vis-à-vis des propriétés nutritionnelles et physiques du produit. L'importance relative de la qualité nutritionnelle de la protéine dépend du type de produit et de la mesure dans laquelle le produit contribue à l'apport protéique total d'une population donnée. Ainsi, la qualité nutritionnelle des protéines est extrêmement importante dans les substituts de lait, importante dans les fromages analogues mais elle est moins importante dans les garnitures fouettées.

Les protéines contribuent à un certain nombre de fonctions dans un aliment d'imitation. Celles-ci incluent l'émulsification, la gélification, la fusion, la liaison à l'eau et le foisonnement. Les facteurs à considérer dans le choix des protéines incluent: la qualité nutritionnelle nécessaire, des fonctionnalités spécifiques nécessaires, la solubilité /

dispersibilité (facilité d'incorporation dans la formulation), une saveur agréable, et la stabilité dans les conditions de traitement. Dans les garnitures fouettées, les propriétés recherchées sont principalement l'émulsification et le foisonnement.

Un grand nombre de sources de protéines peuvent être utilisés dans les substituts laitiers. Celles-ci comprennent: les protéines animales, c'est-à-dire le lait écrémé sous forme liquide, condensé ou sèche, caséines, caséinates et leurs coprécipités, protéines de lactosérum et les protéines de graines oléagineuses et les protéines de poisson.

Les sources de protéines de graines oléagineuses comprennent les concentrés et isolats de protéines de soja, les protéines d'arachide, les protéines de graine de coton et les protéines de graines de tournesol, de colza, de noix de coco et de sésame. Les autres sources sont les protéines des feuilles et des cellules unicellulaires. Parmi ces sources de protéines, les protéines de lait et de soja sont les plus utilisées. L'utilisation des protéines est basée sur la rentabilité, la saveur, la fonctionnalité et la disponibilité. (Harper, 2000).

2.2.3 Les additifs alimentaires

Le tableau VIII mentionne les additifs alimentaires autorisés dans les crèmes analogues ainsi que les doses maximales utilisées dans le respect des limites spécifiées.

Tableau VIII. Norme générale Codex pour certains additifs autorisés dans les Crèmes analogues (CODEX STAN 288-1976).

Additifs	No.de sin	Année adoptée	Limite maximale	Rôle
Acesulfame potassium	950	2008	1000mg/kg	Edulcorant
Aspartame	951	2008	1000mg/kg	Edulcorant, exaltateur d'arôme
Alginate de propylene	405	2016	2500mg/kg	Epaississant, émulsifiant, anti moussant
Caramel iii - caramel à l'ammoniaque	150c	2010	5000mg/kg	Colorant
Caramel iv – caramel à l'ammoniaque sulfite	150d	2009	//	Colorant
Carotenes I) bêta-carotène (synthétique) ii) extraits naturels	160a(i), a(ii)	2011	20mg/kg	Colorant
Esters de propylene glycol d'acides gras	477	2001	5000mg/kg	Emulsifiant
Esters de sorbitane d'acide gra	491-495	2016	5000mg/kg	Emulsifiant
Monopalmitate de sorbitane	495	2016	5000 mg/kg	Emulsifiant
Esters glyceroliques de l'acide diacetyltartrique et d'acides gras	472e	2007	6000mg/kg	Emulsifiants, stabilisants, séquestrants
Esters polyglyceroliques d'acides gras	475	2016	8000mg/kg	Emulsifiant
Extrait de peau de raisin	163(ii)	2011	150mg/kg	Colorant
Monolaurate de polyoxyethylene(20) sorbitane	432	2005	5000mg/kg	Emulsifiant, dispersant
Stéaroyllactylates	48li/481ii	2016	5000mg/kg	Emulsifiants, stabilisants
Sucralose (trichloro galacto saccharose)	955	2008	580mg/kg	Edulcorant
Saccharose d'acides gras	473	2016	10000mg/kg	Emulsifiants
Saccharoglycerides	474	2016	10000mg/kg	Emulsifiants
Sucrose oligo esters ,type i and type u	473a	2016	10000mg/kg	Emulsifiants
Tocopherols	307a,b,c	2017	10000mg/kg	Antioxygène

2.2.3.1. Emulsifiants

Une émulsion est un système à deux phases constitué de deux liquides non miscibles, l'un dispersé sous forme de fins globules dans l'autre. Dans les systèmes alimentaires, il existe deux types d'émulsions: l'huile dans l'eau et l'eau dans l'huile. Tous les produits laitiers d'imitation sont des émulsions huile-dans-eau, à l'exception de la margarine qui est une émulsion eau-dans-huile.

Un émulsifiant est un produit qui contient une partie soluble dans l'eau et une partie liposoluble dans la même molécule. Il stabilise les produits alimentaires contenant de la matière grasse. Les émulsifiants peuvent être des produits naturels, par exemple des phospholipides et des protéines, ou dérivés de produits naturels, par exemple des esters d'acides gras à longue chaîne et un alcool polyhydrique.

Les types d'émulsifiants utilisés dans les substituts laitiers comprennent : les mono- et diglycérides, les esters lactiques des mono et diglycérides, les esters d'acides gras et de glycérol, les esters polyglycériques d'acides gras, les esters de sorbitan et d'acides gras, les esters de polyoxyéthylène d'acides gras et esters de propylène d'acides gras. Souvent, une combinaison d'émulsifiants est utilisée pour obtenir les caractéristiques souhaitées dans le produit final. Les émulsifiants doivent permettre d'obtenir une émulsion stable, résistante à la coalescence et à la rupture, avec un équilibre hydrophile-lipophile optimal. Ils doivent être neutres et ne pas dégager de saveur (Harper, 2000).

Généralement, les émulsifiants sont choisis pour minimiser la coalescence des globules. Cependant, dans le cas de produits fouettés riches en graisses, par exemple de la crème glacée et les garnitures fouettées (whippedtoppings), l'émulsifiant permet une agglomération contrôlée des globules gras, donnant ainsi la consistance souhaitée au produit final. L'agglomération permet de contrôler la taille et la stabilité des micelles d'air (Harper, 2000).

2.2.3.2. Les épaississants

Les épaississants sont utilisés dans les produits laitiers de substitution pour l'une des raisons suivantes : assurer un contrôle de la viscosité et améliorer la sensation en bouche, améliorer les propriétés de foisonnement des produits fouettés, former un colloïde protecteur pour stabiliser les protéines lors du traitement thermique, modifier la surface des globules gras afin de minimiser la séparation de la matière grasse, fournir une stabilité acide aux systèmes

protéiques, augmenter la stabilité à la congélation-décongélation et pour fournir les caractéristiques de fonte souhaitées au fromage analogue.

Les épaississants peuvent être classés comme neutres et acides, à chaîne droite ou ramifiée, gélifiantes et non (Harper, 2000).

2.2.3.3. Les stabilisants

Les citrates et les phosphates sont utilisés dans les produits laitiers de substitution pour un ou plusieurs des objectifs suivants : modifier le pouvoir tampon, améliorer la stabilité de la protéine aux ions calcium, améliorer la stabilité thermique de la protéine, jouer le rôle de sels émulsifiants dans la fabrication des fromages analogues.

Les sels de phosphate courants utilisés dans ces aliments sont le phosphate monosodique, le phosphate disodique, le phosphate trisodique, le pyrophosphate disodique, pyrophosphate de tétrasodium, tripolyphosphate de sodium, hexamétaphosphate de sodium, trimétaphosphate de sodium et le tétramétaphosphate de sodium.

Bien que certaines utilisations fonctionnelles présentent des similitudes, les phosphates sont plus largement utilisés que les citrates dans les produits laitiers de substitution (Harper, 2000).

2.2.3.4. Substitut de graisses

La réduction des matières grasses dans les produits laitiers de substitution entraîne une augmentation de teneur en eau et instabilité du système alimentaire, du point de vue consistance, texture et saveur. Il n'y a pas de substitut de graisse universel, mais des protéines microparticulées ayant des tailles de particules <10 µm et / ou des dérivés d'amidon, et des épaississants sont utilisés (Harper, 2000).



Chapitre III :
**Technologie de
fabrication des crèmes
laitières et analogues**

1. Procédé de fabrication des crèmes lactiques

La fabrication de la crème lactique remonte à des centaines d'années ; elle s'obtenait dans les crémeries par un processus d'écumage spontané du lait au repos, du fait de la différence de densité entre les globules gras du lait ($\rho = 0,92 \text{ g.ml}^{-1}$) et sa phase aqueuse ($\rho \sim 1 \text{ g.ml}^{-1}$) (Anihouvi, 2012).

L'invention en 1878 de l'écumeuse-centrifugeuse par le Suédois Laval et l'Allemand Lefeld a permis d'accélérer le processus de fabrication de la crème et de sa production industrielle. À côté de ces technologies traditionnelles (millénaires ou centenaires) d'obtention de la crème à partir du lait, se sont développées depuis cette dernière décennie, des technologies d'assemblage ou de reconstitution de la crème à partir d'ingrédients lactiques.

Ces technologies nouvelles de reconstitution des crèmes lactiques présentent des avantages évidents dans les procédés industriels, par rapport à la crème fraîche : faible coût de stockage des matières premières, plus grande flexibilité dans la formulation, indépendance vis-à-vis de la saisonnalité de la composition du lait. Les crèmes lactiques reconstituées peuvent, également, bénéficier de l'image de naturalité généralement attribuée aux produits lactiques, puisque la réglementation exige pour leur fabrication l'utilisation exclusive d'ingrédients lactiques avec ou non adjonction d'eau potable et les mêmes caractéristiques de produit fini que la crème de lait (Codex Alimentarius, 2007; Anihouvi, 2012).

1.1 Diagramme de fabrication des crèmes lactiques

La figure 2 présente les étapes de fabrication des crèmes de consommation selon Boutonnier (2007).

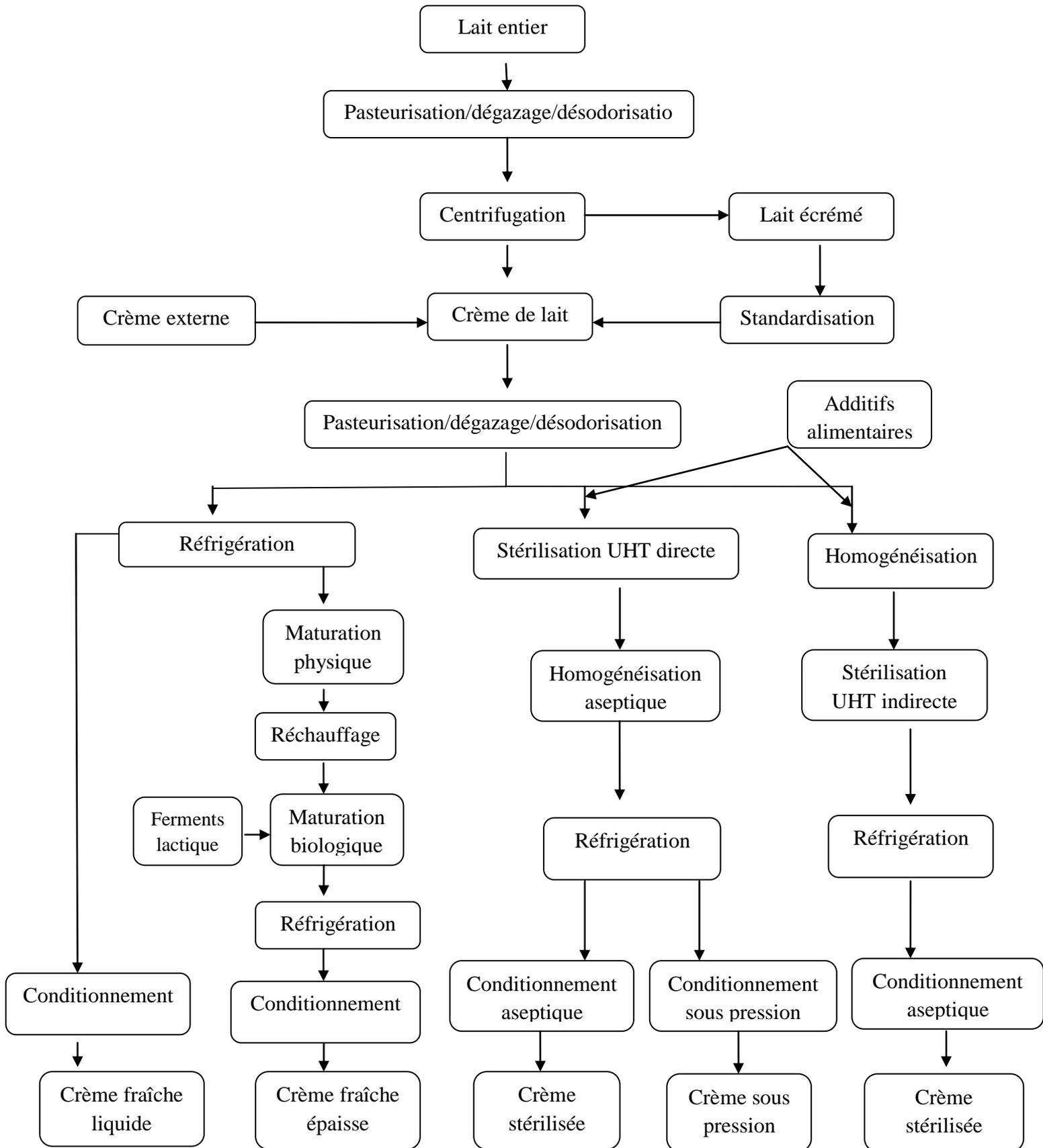


Figure2. Diagramme de fabrication des crèmes laitières (Boutonnier, 2007).

1.2 Conditions de conservation des crèmes lactières

La date limite de consommation des différentes crèmes est variable (tableau IX), selon la charge microbienne qui suit le traitement thermique appliqué et aussi selon l'ajout des ferments lactiques qui jouent un rôle important dans la conservation des produits laitiers (Fredot, 2005).

Tableau IX. Durée et température de conservation des différents types de crème (Fredot, 2005).

Type de crème	DLC	Stockage (avant ouverture)	Conservation (après ouverture)
Crème crue	7 jours	4-6C°	4-6C° Consommation dans les 48 heures
Crème fraîche liquide	15 jours		
Crème fraîche épaisse	3 mois		
Crème stérilisée	8 mois	Endroits frais (≤18C°)	
Crème stérilisée UHT	8 mois		

1.3. Technologie de fabrication de la crème fraîche

1.3.1. Ecrémage centrifuge

L'écémage du lait est réalisé dans les écèmeuses centrifuges et hermétiques. Ces dernières sont constituées de plusieurs compartiments (figure 3) (Jeantet *et al.*, 2008) :

- D'un bol cylindroconique dans lequel est introduit, sous pression, le lait à écérer ;
- D'un ensemble de plateaux ou assiettes distants de 2 cm et inclinés à 45° qui séparent le lait en couche mince. Ces plateaux présentent des trous qui forment des conduits verticaux dans les quels chemine le lait. Le lait écémé et la crème sont évacués séparément en haut du bol.

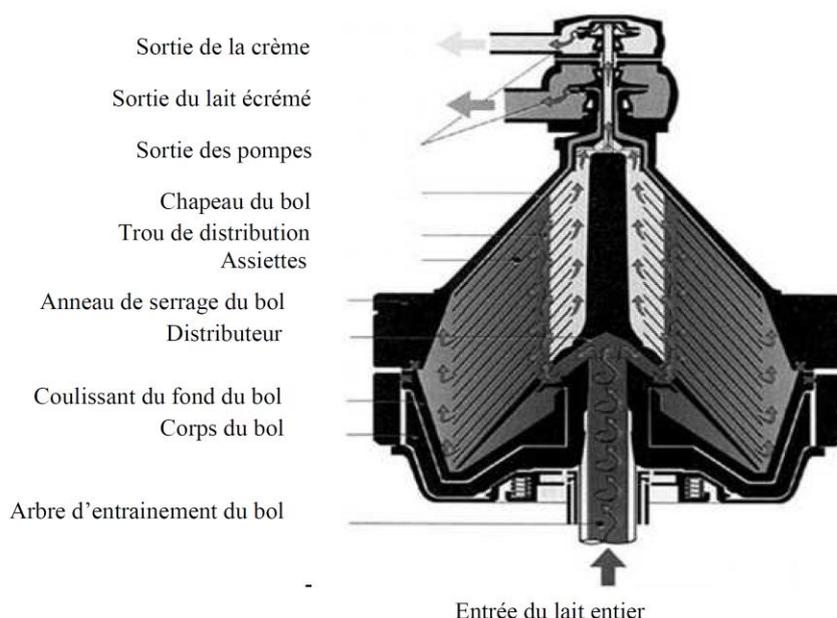


Figure 3. Principe d'une écrémeuse à débouillage automatique (Everett, 2007)

L'écémage centrifuge provoque en même temps une épuration; les impuretés telles que les poils, les poussières et la terre, ainsi que les grosses micelles de caséines et les microorganismes se rassemblent sur les parois du bol où elles forment une boue (Sina, 1992 ; Jeantet *et al.*, 2008). Dans le cas des écrémeuses débougeuses automatiques, des débouillages en continu permettent d'éliminer ces éléments. Par contre, il est nécessaire de faire des nettoyages fréquents dans le cas des appareils non débouilleurs (Jeantet *et al.*, 2008).

Selon Sina (1992), les conditions de bon écémage sont :

- La température doit être supérieure à 30° C, on peut écémager à la température de pasteurisation. L'écémage est gêné par une température très haute ou trop basse (Alais, 1984).
- La vitesse du régime indiquée par le constructeur doit être maintenue rigoureusement constante. Si la vitesse est insuffisante, l'écémage est incomplet ;
- La qualité du lait a une grande influence. Avec un lait sale et de forte acidité, la formation des boues est importante dès le début de l'écémage. L'évacuation peut devenir difficile et l'écémage très imparfait
- Un excès de gaz, provenant de brassages exagérés, de prises d'air accidentelles, est une cause de perturbation.

- Le bol et les tuyauteries doivent être démontés après chaque service et nettoyés parfaitement. Une écrémeuse sale est une cause de contamination importante du lait et de la crème.

La crème ainsi obtenue est liquide et douce puisque sa teneur en acide lactique est encore faible, mais selon qu'on la prélève plus ou moins au centre de l'axe de rotation, elle sera plus ou moins riche en matières grasses (Fredot, 2005).

1.3.2. Pasteurisation

La crème contient plus de bactéries par millimètre que le lait dont elle provient, ces bactéries étant entraînées en grand nombre avec les globules gras lors de l'écémage. De plus, l'efficacité de la pasteurisation diminue avec la richesse en matière grasse (Vignola, 2002).

Mise à part pour les crèmes crues, la pasteurisation consiste en un traitement thermique à haute température qui se fait entre 80 et 90°C pendant 15 à 20 secondes tout en préservant les qualités organoleptiques de la crème (Fredot, 2005).

Selon Wilbey (2002) et Fredot (2005), elle provoque ainsi:

- Une destruction des germes pathogènes et de la plupart des germes saprophytes.
- Une destruction des lipases qui sont des facteurs de rancissement.
- La formation de composés sulfurés réducteurs qui s'opposent à l'oxydation des lipides.
- La maîtrise ultérieure de la maturation lactique de la crème.

1.3.3 Désaération et désodorisation

La présence d'air, sous forme dissoute ou dispersée dans la crème, est issue des nombreuses opérations de transvasement du lait ou de la crème. Cet air occasionne, notamment l'incrustation des surfaces d'échange thermique à haute température, des pertes de précision au niveau des mesures volumétriques, ainsi que des risques d'oxydation des acides gras insaturés.

En outre, la crème peut contenir des substances malodorantes issues de :

- l'alimentation (plantes sauvages en pâturage, chou fourrager, etc.).
- une fixation, par la matière grasse du lait, d'odeurs de substance diverse (produits d'hygiène, solvants divers, etc.).
- une activité enzymatique ou microbienne.

Ce traitement s'effectue généralement dans un cyclone au sein duquel la crème circule en couche mince tangentielle à la paroi. La pression dans cette enceinte est réduite de manière à faciliter l'extraction de l'air et la vaporisation des substances malodorantes sans provoquer l'ébullition de la crème (Boutonnier, 2007).

1.3.4. L'ensemencement en ferments lactiques et maturation

Si on veut accroître la viscosité de la crème pour obtenir une crème épaisse afin de faciliter certaines applications, on lui fait subir une maturation biologique. Onensemence la crème, pasteurisée puis refroidie, avec un mélange de souches de ferments lactiques mésophiles qui comprend :

- d'une part, des **souches acidifiantes**, comme *Lactococcuslactiset Lactococcuscremoris*, qui transforment le lactose en acide lactique. Ce dernier permet un abaissement du pH, et l'inhibition des microorganismes de contamination.
- d'autre part, des **souches aromatiques** comme *Lactococcusdiacetylactiset Leuconostoc cremoris*, qui fermentent les citrates et produisent du diacétyle.

Cette maturation dure entre 15 et 20 heures. Elle s'opère à des températures soit basses vers 14-15°C pour favoriser les souches microbiennes aromatiques, soit plus élevées vers 20-23°C afin, au contraire, de privilégier les souches microbiennes acidifiantes (Boutonnier, 2007).

Les valeurs de pH varient selon le type de la crème, elles sont de 6,2 à 6,3 pour les crèmes fraîches et 4,5 à 4,6 pour les crèmes acides. C'est surtout à partir de pH 5,0 que l'augmentation de la viscosité de la crème est plus importante et que les *Leuconostocse* développent en produisant de l'arôme (Jeantet *et al.*, 2008).

L'abaissement du pH à une valeur de 4,6, point isoélectrique de la caséine, provoque une coagulation des micelles de caséine. Le gel protéique obtenu sous forme d'un réseau tridimensionnel emprisonne les globules gras et contribue ainsi à l'accroissement de la viscosité de la crème. Hormis l'homogénéisation, procédé physique, et la maturation, processus biologique, on peut épaissir les crèmes de consommation en ajoutant des épaississants et des gélifiants autorisés. Cependant, dans ce dernier cas, le produit fini perd l'appellation de crème et devient une «spécialité lactière à base de crème» (Boutonnier, 2007).

Le tableau X présente quelques grandes caractéristiques des bactéries lactiques utilisées dans la fabrication de la crème de consommation.

Chapitre III Technologie de fabrication des crèmes lactières et analogues

Tableau X : caractéristique et rôle de quelque espèces utilisées dans la fabrication de la crème (Lamontagne et *al.*, 2010).

Espèce	pH optimal de croissance	Température de croissance		Rôle
		Optimale	Maximale	
<i>Lc.cremoris</i>	6.0-6.25	28-32°C	34-39°C	Acidification au cours de la production protéolyse en cours de maturation ; amertume si cette protéolyse n'est pas contrôlée.
<i>Lc.lactis</i>	6.0-6.5	29-34°C	40-42°C	
<i>Lc.diacetylactis</i>	6.0-6.5	30-34°C	40-42°C	Même rôle que <i>Lc.lactis</i> et <i>Lc.cremoris</i> .
				Fermentation du citrate avec production d'arôme et de gaz.
<i>Ln.lactis</i>	5.5-6.0	20-27°C	34-36°C	Fermentation du citrate avec production d'arômes.
<i>Ln.remoris</i>	5.5-6.0	20-27°	34-36°C	

1.3.5. Refroidissement et conditionnement

Après maturation, la crème est refroidie et conditionnée. Le mode de conditionnement et le type d'emballage utilisés varient selon le produit, la crème est répartie dans les pots sur une conditionneuse dotée de doseurs à piston. Les pots sont en suite étiquetés puis stockés en chambre froide à 6°C et commercialisé (Fredot, 2005 ; **Latrèche, 2016**).

2. Procédés de fabrication des crèmes analogues

La figure 4 présente les étapes de fabrication des crèmes analogues (Ferioli et *al.*, 2008).

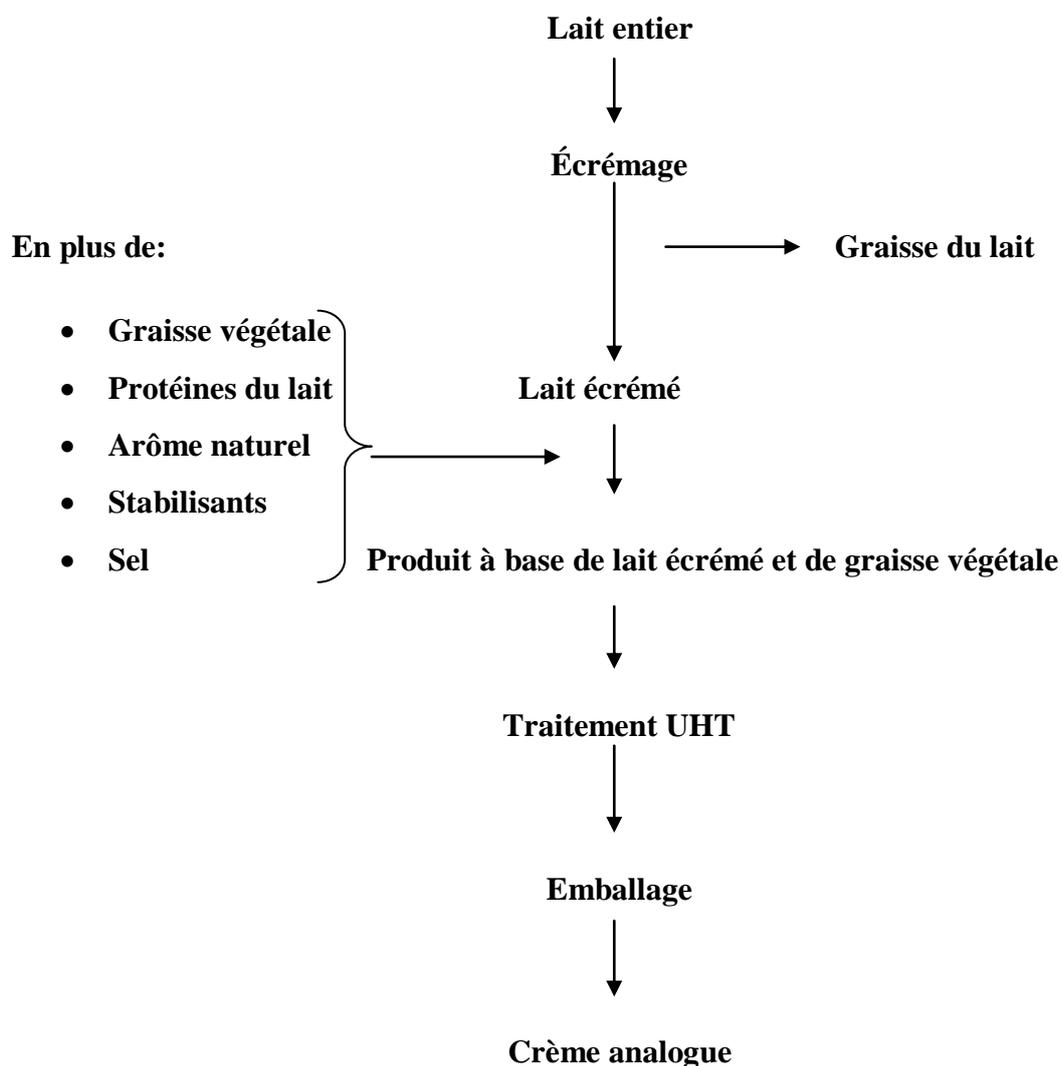


Figure 4 : Processus de fabrication des crèmes culinaires analogues (Ferioli et *al.*, 2008)

2.1. Garniture à fouetter/Crème à fouetter d'imitation (WhippedToppings/Imitation Whipped Cream)

La crème à fouetter non lactière a attiré l'attention de nombreux chercheurs Malaisiens et non Malaisiens et de nombreuses études ont été entreprises pour faciliter l'incorporation d'une graisse végétale telle que l'huile de palme ou ses fractions dans la production de la crème à fouetter. La plupart des études menées ont traité principalement l'effet des stabilisants et des émulsifiants sur la structure de la crème, et quelques études ont porté sur l'effet des AG sur les caractéristiques physiques des crèmes fouettées, lactières ou non lactières. Toutefois, la plupart des chercheurs se sont concentrés sur les crèmes lactières, car elles sont largement consommées dans les pays développés (Shamsi, 2000).

Chapitre III Technologie de fabrication des crèmes lactières et analogues

La garniture fouettée est le terme généralement utilisé pour désigner la crème à fouetter analogue (figure 5). Les produits sont disponibles sous forme liquides à fouetter, congelés pré-fouettés, liquides sous pression dans des aérosols, poudre à reconstituer et à fouetter.



Figure 5: photographie d'une crème (Garniture à fouetter/Crème à fouetter d'imitation (WhippedToppings/Imitation Whipped Cream).

Généralement, les garnitures ont une teneur en matières grasses plus faible que la crème à fouetter traditionnelle. Les garnitures à base de protéines de soja présentent une concentration en protéines inférieure à celle des garnitures à base de caséinate (Harper, 2000).

Les formulations typiques pour un produit sous forme liquide congelé et un produit pré-fouetté sont données dans le tableau XI.

Tableau XI : Formulation pour garnitures fouettées (Whipped cream)

Ingrédient	Garniture non lactière liquide (m%)	Garniture pré-fouettée congelée (m%)
Eau	55,25	53,4
Huile de palmiste	25	26
Saccharose	18	18
Protéine de soja isolée	0,4	1,2
Monostéarate de sorbitane	0,3	0,35
Arôme	0,3	0,3
Lécithine	0,2	/
Mono-et diglycérides	0,2	/
Polysorbate	0,2	0,3
Phosphate disodique	0,15	0,15
La gomme de guar	/	0,3

Chapitre III Technologie de fabrication des crèmes laitières et analogues

Les crèmes fouettées sont des émulsions huile / eau stables pendant le stockage, mais facilement déstabilisées en les fouettant pour incorporer de l'air et former une mousse stable. Pour faciliter le foisonnement, les matières grasses doivent avoir un taux de solides très élevée à température ambiante, mais elles doivent fondre complètement à la température du corps pour une bonne sensation en bouche, À cet égard, les graisses végétales solidifiées peuvent être meilleures que la matière grasse du lait et donner une mousse plus stable (Haisman,2011).

Les crèmes fouettées peuvent être pasteurisées ou stérilisées avec un traitement UHT. Les garnitures à fouetter en poudre, à reconstituer avec de l'eau ou du lait écrémé, occupent un large segment du marché (Haisman, 2011).

Comme les produits à fouetter d'imitation forment généralement une mousse plus stable que la vraie crème, les poudres sont largement utilisées dans l'industrie des gâteaux et des confiseries (Haisman, 2011).

Les émulsions sont généralement fabriquées à partir de lait écrémé en poudre ou de caséinate de sodium, ou des deux, et de matières grasses à taux de solide élevé à la température de foisonnement (généralement 5°C). Comme pour d'autres produits laitiers d'imitation, des graisses lauriques, telles que l'huile de coprah hydrogénée ou l'huile de palmiste, sont souvent utilisées.

Le choix d'un émulsifiant approprié est crucial pour la fonctionnalité des crèmes à fouetter. Les meilleurs se sont avérés être des émulsifiants qui cristallisent dans la forme à l'interface huile / eau, en dessous de leur point de fusion. Cela favorise l'agglomération des graisses lors du foisonnement. Ainsi, les émulsifiants utilisés sont les acétates et les lactates de monoglycérides et le palmitate ou le stéarate de propylène glycol.

La plupart des crèmes fouettées contiennent également un stabilisant tel que la carraghénane ou l'alginate de sodium pour augmenter la viscosité de la phase aqueuse, ce qui retarde toute tendance à la séparation de phase ou à la synérèse. De l'hydroxypropyl méthyle cellulose est parfois ajouté pour favoriser le foisonnement.

Une crème fouettée liquide typique peut contenir 29% de graisse de coprah dure, 6% de poudre de lait écrémé, 1% de monoglycéride de lactyle, 10% de saccharose et 0,2% d'alginate de sodium (Haisman, 2011).

La recombinaison doit être effectuée au-dessus de 70 ° C pour éviter une interaction entre le calcium de la poudre de lait écrémé et l'alginate. L'homogénéisation à 10–15 MPa (à 75 C) doit être effectuée en aval des traitements de pasteurisation (15 s à 85 C) ou UHT (4 s à

144 C) pour éviter toute agglomération de la matière grasse. Le liquide doit ensuite être refroidi à 10 ° C le plus rapidement possible afin de minimiser la taille des cristaux de graisse et la viscosité. Les produits liquides sont ensuite conditionnés de manière aseptique. Pour un produit congelé, la crème contient plus de saccharose, ou un mélange de saccharose et de sirop de glucose, et est conservée au frais pendant 24 heures avant d'être fouettée et congelée (Haisman, 2011).

Pour une garniture fouettée en poudre, la crème contient plus de glucides, généralement du sirop de glucose, et est recombinaison de la même manière avant le séchage par atomisation. La poudre sèche contient environ 50 à 55% de matières grasses, 8% de caséinate de sodium, 8% d'émulsifiants et 29 à 34% de solides de sirop de glucose (Haisman, 2011).

2.2. Crème culinaire végétale (Vegetable kitchen cream)

La crème culinaire végétale est produite en remplaçant, après écrémage, la matière grasse laitière par une huile végétale raffinée et en ajoutant ensuite des protéines de lait, des arômes et d'autres additifs (figure 2) (Ferioli et *al.*, 2007).

Une composition type de la crème culinaire végétale mentionnée par (Ferioli et *al.*, 2007) est la suivante (valeurs moyennes pour 100 g): protéines 3,0 g, glucides 4,8 g, matières grasses 19,0 g (saturée 9,4 g), cholestérol 3 mg; ingrédients: lait écrémé (76%), matières grasses végétales, protéines de lait, amidés modifiés, agent stabilisant (E407), arômes naturels et sel.

2.3. Crème café d'imitation (Imitation Coffee Cream)

Les crèmes à café ne sont pas sucrées, contiennent 10-20 % de matières grasses et sont stérilisés. Comme d'autres produits d'imitation, le caséinate de sodium ou l'isolat de protéines de soja (2%) est utilisé pour émulsifier les graisses (principalement des huiles végétales hydrogénées), et des solides de sirop de maïs (10%) sont ajoutés (Haisman, 2011).

Ces crèmes artificielles ont moins tendance à produire une écume de protéines dénaturées à la surface du café chaud, ce qui pose un problème avec la vraie crème, car elle contient beaucoup plus de protéines de lait, à l'origine de son instabilité. La température du café chaud est d'environ 85 ° C et le pH est généralement compris entre 4,7 et 5,3. Dans ces conditions, la caséine peut coaguler partiellement, en particulier en présence d'ions calcium et magnésium dans l'eau dure. On ajoute des phosphates (0,3%) pour contrer l'acidité du café et des émulsifiants de polysorbate (jusqu'à 0,4%) pour stabiliser l'émulsion (Haisman, 2011).

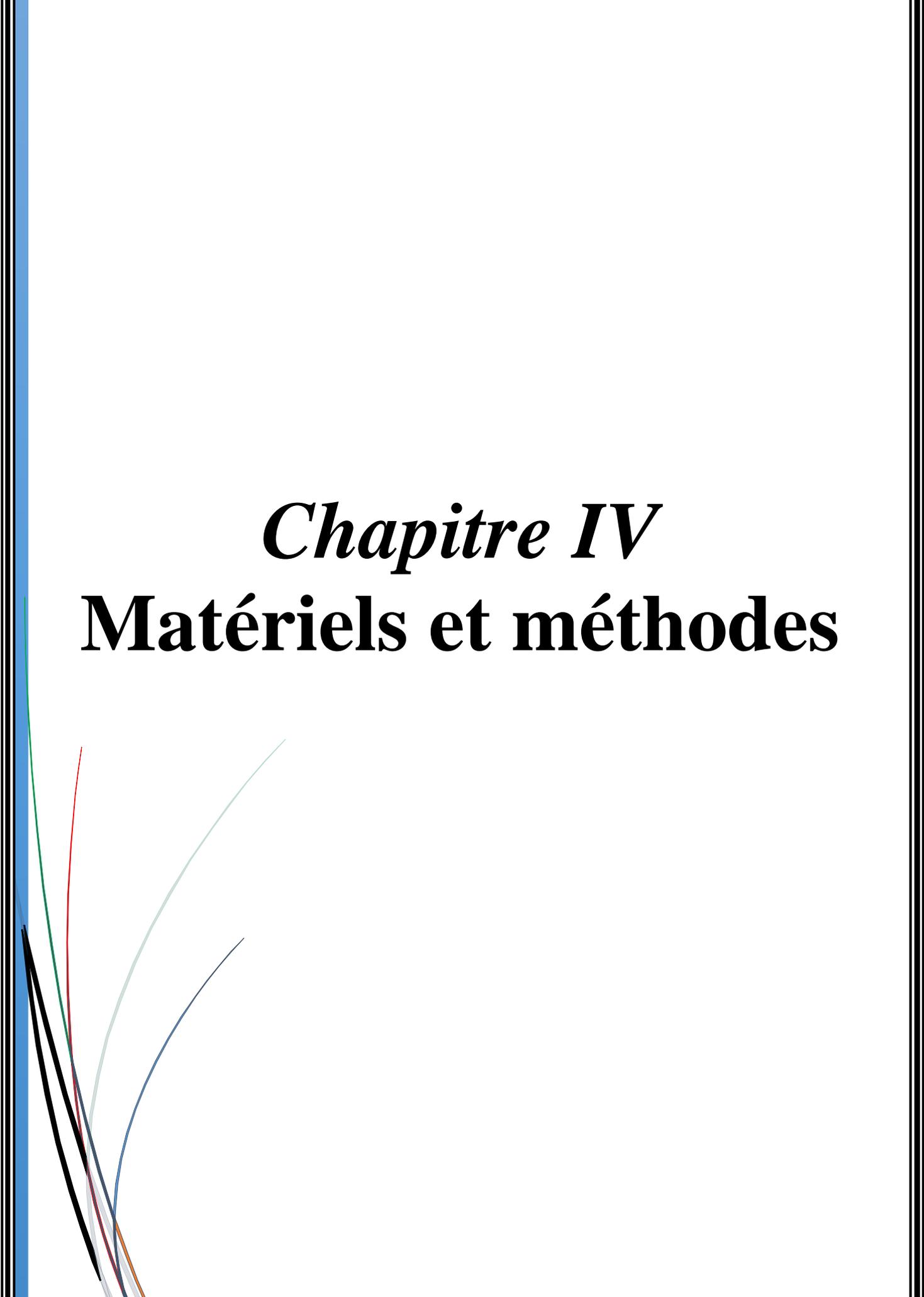
Les protéines, les glucides et les sels sont dissous dans l'eau à 40-50°C, puis chauffés à 70°C. On ajoute dans ce mélange la matière grasse fondue et les émulsifiants. L'émulsion est homogénéisée dans un homogénéisateur à deux étages à 11 et 3 MPa, conditionnée et stérilisée à 115°C pendant 15 min ou par traitement UHT à 140°C pendant 10 secondes (Haisman, 2011).

2.4. Crème sure d'imitation (Imitation Sour Cream)

La crème sure d'imitation (figure 6) a la même composition de matière grasse que la crème de café, mais est souvent émulsionnée avec du lait écrémé en poudre. Elle est acidifiée à un pH d'environ 4,5 avec de l'acide citrique ou lactique et peut être épaissie avec de la gélatine, de la gomme de guar ou de le carraghénane (Haisman, 2011).



Figure6 : photographie d'une crème sure d'imitation



Chapitre IV
Matériels et méthodes

1. Objectif de l'étude

L'objectif de cette étude est une analyse physico-chimique d'une sélection de crèmes lactiques et les crèmes analogues, présents sur le marché algérien. Une attention particulière est prêtée à l'estimation de la qualité de la matière grasse en déterminant les indices de qualité (acidité, indice de peroxyde, indice d'iode), et le profil en acides gras. D'autres analyses ont également fait l'objet de cette étude, telles que la teneur en eau, teneur en sel et le pH.

Les analyses ont été réalisées au niveau de différents laboratoires à savoir : le laboratoire physico-chimique de Technologie Alimentaire du département sciences agronomiques et biologiques (UMMTO), et le laboratoire d'analyses instrumentales (ENSA).

2. Présentation du diagramme de fabrication de la crème fraîche TASSILI au sein de l'entreprise SPA Laitière de Draa Ben Khedda

Nous avons eu l'opportunité d'effectuer un stage de fin d'étude au sein de l'entreprise SPA Laitière de Draa Ben Khedda.

Le sujet traité pendant notre période de stage était le suivi des différentes étapes de la fabrication de la crème fraîche épaisse depuis la réception jusqu'au stockage tel représenté sur la figure 7.

Nous avons également bénéficié de quelques informations concernant les normes des paramètres physico-chimiques de la crème fraîche épaisse telles que : l'acidité titrable, le pH et la teneur en matière grasse.

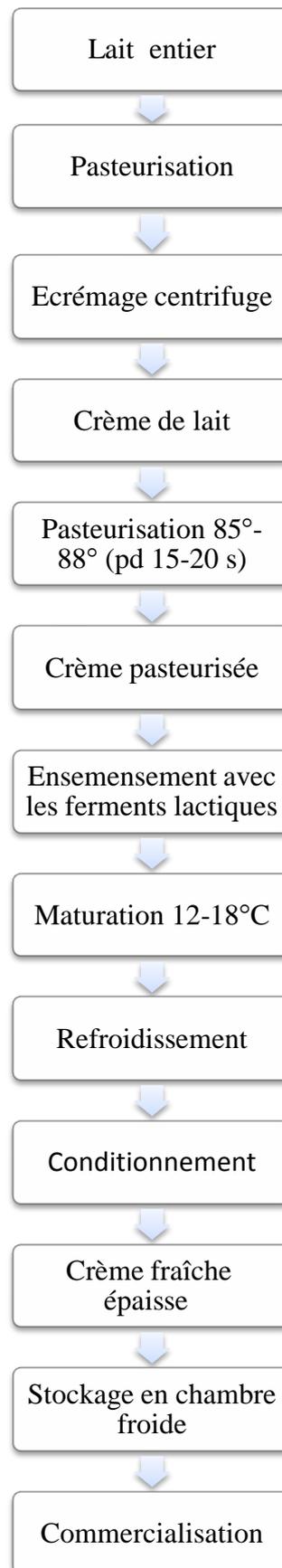


Figure 7: Diagramme de fabrication de la crème fraîche épaisse (selon TASSILI).

3. Echantillonnage

3.1. La sélection des échantillons

Notre démarche pour procéder à cette étude n'est pas arbitraire et nous nous sommes alignés sur la méthodologie suivie par différents auteurs (Tavella et *al.*, 2000 ; Martin, 2005 ; Karabulut, 2007 ; Baylin et *al.*, 2007 ; Saunders et *al.*, 2008 ; Richter et *al.*, 2009).

Pour la sélection des échantillons, nous avons opté pour un échantillonnage aléatoire stratifié, basé sur l'étude effectuée par Karabulut, 2007 et Saunders et *al.*, 2008 qui préconisent de petites enquêtes pour s'assurer que les produits retenus soient les plus disponibles sur le marché

Ainsi, nous avons sélectionné cinq (5) types de crèmes. Ces produits commercialisés sous divers emballages sont présentés dans le tableau N°01. Afin de faciliter leur reconnaissance, nous avons présenté ces produits sous forme de photographies tels qu'ils sont présents sur le marché (annexe I).

Tableau XII: Description des cinq (5) échantillons analysés.

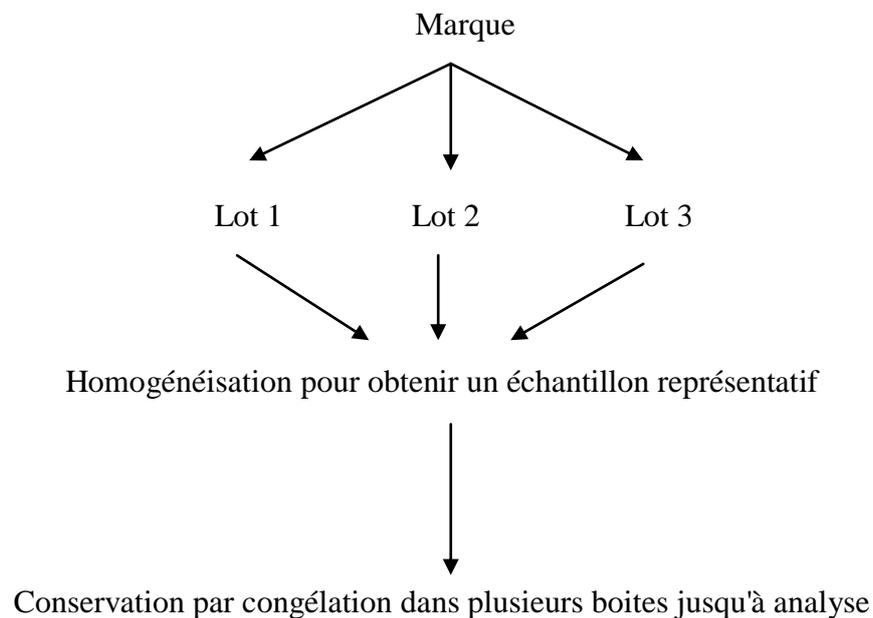
Code	Nom Du Produit	Dénomination	Composition	Utilisation
CF1	TASSILI	Crème fraîche	crème fraîche 100% lait de vache, ferments lactiques,	Toute préparation culinaire: sauce, potages, accompagne fruits et crudités, viande, et poisson
CF2	Betouche.M	Préparation laitière épaisse	Lait, matière grasses composées végétales (33%), butyriques (beurre2%), , ferments lactiques, SIN407(Carraghénane), émulsifiant SIN471	Cuisine et pâtisserie
CF3	Maitre	Préparation culinaire liquide	Eau, matière grasse végétale, arôme crème, additifs à des fins alimentaires: stabilisants (SIN 1450, SIN461, SIN415), régulateurs (SIN1450, SIN450, SIN 330	Préparation culinaire
CF4	Fondelice	Crème culinaire	Eau traitée, Matière grasse végétale, Crème fraîche, poudre de lait, émulsifiant SIN471 , épaississant SIN1422	Crème de cuisine
CF5	HOPLA	Crème végétale liquide	Eau, graisse végétale non hydrogénée 28,5% (huile de coprah, huile de palmiste, beurre de cacao) ou graisse végétale totalement hydrogénée (huile de palmiste), fibre végétale soluble, protéines de lait, stabilisants: E420ii, E460i, E466, émulsifiants: E472e, lécithine de soja (E322i), E472b, sel, arômes, E160a (ii).	Pour fouetter et cuisiner

Avec: SIN471 (Mono- Et Diglycérides d'acides Gras), SIN407 (Carraghénane). SIN 1450 (Octényle Succitane D'amidon Sodique), SIN461 (methylcellulose), SIN415 (Gomme Xanthane), SIN450 Diphosphate Disodiqu), SIN 330 (Acide Citrique). SIN471 (Mono- Et Diglycérides D'acides Gras), SIN1422 (Adipate De Diamidon Acétylé). E420ii (Sorbitol et sirop de sorbitol), E460i (Cellulose microcristalline), E466 (carboxymethyl-cellulose sodique): E472e(Esters glyceroliques de l'acide diacetyltartrique et d'acides gras , lécithine de soja), (E322i Lécithine), E472b (Esters glyceroliques de l'acide,lactique et d'acides gras), E160a (ii colorant: bêta-carotène).

3.2. Prélèvements des échantillons

Le prélèvement des échantillons des aliments sélectionnés a été effectué en se référant aux études menées par différents auteurs ayant traité ce point (Tavella et *al*, 2000 ; Martin, 2005 ; Greenfield et Southgate, 2007).

Trois échantillons (2 boites chacun), provenant de trois lots différents, ont été achetés pour former un échantillon représentatif de chaque marque :



4. Les analyses physico-chimiques

4.1. Détermination de la teneur en eau et en matières volatiles (ISO, international standard, 1998. Méthode 662).

La teneur en eau est déterminée par la perte en masse du produit chauffé dans l'étuve à $103 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant un temps suffisamment court pour éviter l'oxydation, mais suffisamment long pour permettre l'élimination totale de l'eau et des matières volatiles.

Le mode opératoire est déterminé en annexe II.



Figure 8: photo originale d'étuve

Expression des résultats

La teneur en eau et en matières volatiles, H , exprimée en pourcentage en masse, est égale à :

$$H\% = \frac{M_1 - M_2}{M_1 - M_0} \times 100$$

Avec:

M_0 : Poids de la capsule vide

M_1 : Poids de l'échantillon + capsule

M_2 : Poids de l'échantillon + capsule après séchage.

4.2. Détermination des taux de cendres

Le taux de cendre est déterminé par l'incinération du produit dans une atmosphère oxydante à une température de 550°C jusqu'à combustion complète de la matière organique (Norme AFNOR, 1981).

Le mode opératoire est déterminé en annexe III.



Figure 9: Photo original du four à moufle.

Expression des résultats

Le calcul du taux de cendres se fait alors comme suit :

$$TC\% = \frac{P_2 - P_0}{P_1 - P_0} \times 100$$

Avec:

P_0 = Poids du creuset vide ;

P_1 = Poids du creuset + échantillon séché à l'étuve 105°C ;

P_2 = Poids du creuset + résidu calciné.

4.3. Détermination du pH par la méthode potentiométrique

Le pH est la différence de potentiel, à la température de mesure, entre deux électrodes immergées dans la crème, et exprimé en unité du pH.

Le mode opératoire est détaillé en annexe IV.



Figure 10: pH mètre

4.4. Acidité titrable:

La crème renferme de l'acide lactique, qui est titré par une base NaOH (0.1 N) en présence de la phénolphtaléine comme indicateur coloré, jusqu'à l'apparition d'une coloration rose pale persistante.

Le mode opératoire est détaillé en annexe V.

Expression de résultats

$$AC\% = (cb \times N \times Meq) \times 10 \frac{D}{PE}$$

Avec:

PE: prise d'essai;

Cb: chute de burette (volume de NaOH);

N: normalité de NaOH;

Meq: Masse équivalente de l'acide lactique (Meq= 90Meq);

D: Facteur de dilution (inverse de la dilution).

4.5. Teneur en sel (NE. 1. 2.429, 1989)

C'est la teneur en chlorures de sodium (NaCl) contenue dans la margarine. Sa détermination est basée sur le titrage des chlorures avec du nitrate d'argent en présence de chromate de potassium, comme indicateur coloré.

Le mode opératoire est détaillé en annexe VI.

Expression des résultats.

La teneur en sel est calculée de la manière suivante :

$$T_S\% = \frac{N \times V \times E_q \cdot NaCl}{P} \times \frac{100}{10}$$

Avec:

Ts : Teneur en sel exprimée en % ;

N : Normalité d'AgNO₃ (0.1N) ;

V (ml) : Volume en ml d'AgNO₃ utilisé pour le titrage ;

Eq.g (Na Cl) : Equivalent grammes de NaCl égal à 58.5 ;

P: Prise d'essai en g.

4.6. Dosage du lactose par la méthode à la liqueur de Fehling (AFNOR, 1986)

La crème sera d'abord déféqué puis le lactose va provoquer la réduction de la liqueur de Fehling pour donner un précipité rouge brique d'oxyde cuivreux Cu₂O.

Le mode opératoire est détaillé en annexe VII.

Expression des résultats:

$$C = \frac{V_1}{V_2} \times 5 \times 10$$

Avec:

V1: volume du lactose à blanc (5g/l);

V2: volume de l'échantillon.

5. Indices de qualité

5.1. Indice d'iode

5.1.1 Détermination par protocole analytique

L'indice d'iode est utilisé pour quantifier les insaturations présentes dans les chaînes carbonées d'un triglycéride, le caractérisant ainsi et vérifiant sa qualité. L'indice d'iode est une mesure du nombre de doubles liaisons dans un corps gras. Il spécifie la masse d'iode (I₂) en grammes consommée par 100 g d'un échantillon d'huile ou graisse.

Cette une méthode titrimétrique, plus simple, plus rapide, plus écologique (avec des produits chimiques nettement moins toxiques) et moins coûteuse que la méthode de Wijs (dix fois moins cher). L'eau est utilisée comme solvant principal et l'éthanol est utilisé pour dissoudre la matière grasse et préparer une solution standard d'iode (Shimamoto et *al.*, 2016).

Mode opératoire est détaillé en annexe VIII.

Expression des résultats

Le calcul de l'indice d'iode est donné par la formule suivante:

$$Ii = \frac{(V_0 \times V_1) \times C \times 12.69}{M}$$

Avec:

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

V₁ : Volume de thiosulfate de sodium utilisé pour titrer l'excès d'iode en ml.

N : Normalité de thiosulfate de sodium.

12,69: masse d'iode correspondant à 1ml de thiosulfate de sodium pour 100g de corps gras.

5.1.2 Détermination à partir de la composition en acide gras

L'indice d'iode mesure les insaturations ou le nombre moyen des doubles liaisons dans une matière grasse. Par conséquent, il est logique que l'indice d'iode puisse être facilement calculé à partir d'une analyse de la composition en acides gras. Les constantes pour les

acides gras insaturés les plus courants nécessaires pour le calcul de l'indice d'iode sont mentionnées dans le tableau XIII (O'Brien, 2004).

Tableau XIII : Constantes des acides gras insaturés pour le calcul de l'Ii2

Acide gras	Constantes
Acide palmitique (C-16:1)	0.950
Acide oléique (C-18:1)	0.860
Acide linoléique (C-18:2)	1.732
Acide linoléique (C-18:3)	2.616

Cette détermination Elle peut être utilisée pour la vérification de l'indice d'iode obtenu par protocole expérimental et elle permet d'obtenir deux résultats à partir d'une seule analyse (O'brien, 2004).

5.2. Acidité (ISO 660 2ème édition 1995-05-15)

L'acidité est le pourcentage d'acides gras libres exprimé conventionnellement en acide laurique pour les huiles de coprah et le palmiste, en acide palmitique pour l'huile de palme et en acide oléique pour la majeure partie des huiles. Sa détermination est basée sur la neutralisation des acides gras libres par une solution de NaOH à chaud en présence de phénolphtaléine.

Le mode opératoire est détaillé en annexe IX.

Expression des résultats

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

$$A(\%) = \frac{M \times N \times V}{10 \times P}$$

Avec :

M : masse molaire d'acide palmitique = 256g/mol

N : normalité de NaOH à 0.1N

P : poids de la prise d'essai.

V : volume de NaOH utilisé pour le titrage.

5.3.Détermination de l'indice de peroxyde(ISO 3960 Quatrième Edition 2007-07-015)

C'est la quantité de substances de l'échantillon qui oxydent l'iodure de potassium. L'indice de peroxyde est généralement exprimé en milliéquivalents (még) d'oxygène actif par kilogramme d'échantillon. La méthode utilisée est basée sur le traitement d'une prise d'essai en solution dans de l'acide acétique et du chloroforme par une solution d'iodure de potassium (KI), et le titrage de l'iode libéré par une solution de thiosulfate de sodium en présence d'empois d'amidon comme indicateur coloré.

Le mode opératoire est détaillé en annexe X.

Expression des résultats

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

$$IP = \frac{V - V_0}{P} \times N \times 1000$$

Où:

V : est le volume de thiosulfate de Na de l'échantillon

V₀ : est le volume requis pour titrer le blanc

P : est la prise d'essai en grammes.

6. Dosage de lipides par la méthode butyrométrique (méthode de Gerber)

La détermination butyrométrique des lipides dans le lait a été mise au point en 1892 par le docteur N. Gerber et est utilisée légalement depuis 1935 comme procédé à acide sulfurique. Cette méthode rapide est publiée aux normes internationales : ISO 2446.

Le principe de cette méthode est basé sur la séparation de la matière grasse du lait dans un butyromètre par centrifugation après dissolution de la protéine avec de l'acide sulfurique. La séparation est facilitée par l'addition d'une petite quantité d'alcool amylique. Le butyromètre est gradué pour donner une lecture directe de la teneur en matière grasse (ISO, 2446).

Le mode opératoire est détaillé en annexe IX.

Expression des résultats :

La teneur en matière grasse est exprimée en % et est obtenu par la lecture de la graduation sur le butyromètre.

7. Détermination de la composition en acide gras**7.1 Extraction des lipides**

L'extraction dans le chloroforme-méthanol est bien connue (Méthode de Folch modifiée) (Clark, 1982). Cette méthode a été choisie en raison de ses douces conditions de travail (ni chaleur ni pression élevées), ce qui évite d'éventuelles modifications de la matière grasse extraite. De nombreux auteurs ont également opté pour cette méthode (Tavella et *al.*, 2000 ; Martin et *al.*, 2005 ; Priego-Capote et *al.*, 2007 ; Greenfield et *al.*, 2007)

Elle combine la capacité de pénétration de l'alcool dans les tissus avec le pouvoir dissolvant du chloroforme pour les lipides. Cette méthode d'extraction est préférable quand l'extrait est utilisé pour mesurer les acides gras. La méthode est efficace pour les aliments complexes et fait partie des méthodes officielles AOAC (Greenfield *et al.*, 2007).

Nous avons suivi le protocole analytique appliqué par plusieurs auteurs (Parcerisa et *al.*, 1999 ; Priego-Capote et *al.*, 2007) (Annexe XII).

Expression des résultats

$$MG\% = \frac{P_2 - P_0}{P_1} \times 100$$

Avec:

P0: poids du ballon vide;

P1: poids du ballon plus échantillon;

P2: poids du ballon plus solvant.



Figure 11: Photo originale de l'évaporateur rotatif.

7.2. Détermination de la teneur en acide gras par chromatographie en phase gazeuse (CPG)

La chromatographie directe des corps gras n'est pas toujours possible en raison de leurs températures d'ébullition trop élevées et leurs instabilités thermiques. Généralement, les acides gras sont analysés sous forme estérifiée. Cette transformation chimique permet d'abaisser leurs points d'ébullition et obtenir ainsi des dérivés thermostables (WOLFF, 1968).

7.2.1. Préparation des esters méthyliques d'acides gras (EMAG/FAME)

La méthode choisie est celle utilisée par plusieurs auteurs à l'instar de (Alonso et *al.*, 2000 et Vucic et *al.*, 2015). Le mode opératoire est détaillé en annexe **XIII**.

7.2.2. Analyse des esters méthyliques d'acides gras par chromatographie en phase gazeuse (CPG)

Le principe de la chromatographie en phase gazeuse (CPG) consiste, après formation d'esters méthyliques des acides gras, à les entrainer à travers une colonne contenant un liquide inerte à une haute température, de telle sorte que selon le partage entre le gaz entraineur et le liquide, les divers esters sortent de la colonne à des moments différents.

Les conditions opératoires appliquées pour l'analyse des esters méthyliques sont comme suit :

Chromatographe	Chromopack CP 9002
Détecteur	FID
Injecteur	SPLIT 1/100
Gaz vecteur	Azote
Colonne capillaire	DB 23 (50% cyanopopyl)
Longueur	30 m
Diamètre intérieur	0,32 mm
Epaisseur	0,25 μ m
Températures	
Injecteur	250 °C
Détecteur	250 °C
Four	150 °C-----240 °C à 5°C/min
Quantité injectée	1 μ l
Vitesse du papier	0,5 cm/mn

Les acides gras sont identifiés par leurs temps de rétention en comparaison à un chromatogramme de référence d'un mélange standard d'esters méthyliques de composition et concentration connues. Le mélange de standards utilisé contient 28 composés, allant du C4:0 methyl butyrate au C22:6 methyl docosaheptaenoate. La teneur en acides gras est exprimée en pourcentage des acides gras totaux.

8. Analyse statistique

Le traitement statistique des résultats des analyses physico-chimiques (indice de peroxyde, acidité, teneur en sel, humidité, pH, indice d'iode, taux de cendres) est réalisé par l'utilisation du logiciel **STATBOX** (version 6.0). Il consiste en une analyse de la variance à un facteur (marque).

L'intégration des résultats de nos analyses s'est fait selon les seuils de probabilité suivants :

-Probabilité ≥ 0.05 \longrightarrow *différence non significative (NS).

-Probabilité ≤ 0.01 \longrightarrow *différence significative (S).

-Probabilité ≤ 0.05 \longrightarrow **différence hautement significative (HS).

-Probabilité ≤ 0.001 \longrightarrow ***différence très hautement significative (THS).



Chapitre V
Résultats et discussion

1. Classification des crèmes selon la teneur en matières grasses

1.1. La teneur en lipides

Les lipides font partie des constituants majeurs des denrées alimentaires. Les lipides sont caractérisés par leur degré d'insaturation. Cette propriété contribue fortement aux propriétés nutritionnelles des aliments mais aussi détermine leur sensibilité à l'oxydation donc à leur conservation.

La figure 12 présente la teneur en lipides des crèmes analysées.

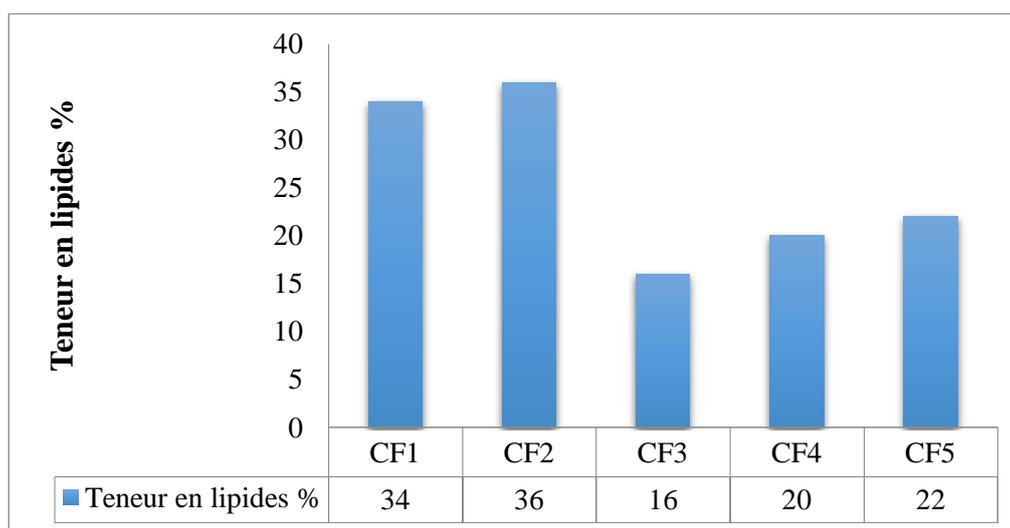


Figure 12: teneurs en lipides des différents types de crème (%).

Les crèmes sont classées selon deux principaux critères, à savoir la teneur en lipides, la nature et la composition de la matière grasse.

CF1 peut être considérée comme une « crème à fouetter » et non pas une « crème fraîche épaisse », selon la classification des crèmes laitières adoptée par la FAO (>28%), et les normes appliquées en Allemagne et aux Pays Bas (30-40%) (Deosarkar *et al.*, 2016). L'appellation « crème épaisse » exige une teneur en matière grasse supérieure à 35% (Singhal et Kulkarni, 1999 ; Deosarkar *et al.*, 2016).

Les autres crèmes, à savoir CF2, CF3, CF4, CF5 sont classées dans la catégorie des crèmes analogues, étant donné que la matière grasse qui les compose est de nature exclusivement végétale et non pas laitière. Ainsi, selon GSO standard, (2016), les échantillons analysés appartiennent aux types suivants :

- CF2 : Crème analogue riche en matière grasse (supérieure à 35%)
- CF3: Crème analogue légère (10-18%)
- CF4 et CF5 : Crème analogue (Crème de table) (Supérieure à 20%)

2. Les analyses physico-chimiques des crèmes

2.1. Teneur en eau

Le produit alimentaire est considéré comme un système composite dans lequel l'eau joue un rôle capital. L'eau affecte directement la qualité des produits préparés ainsi que leur conservation. Souvent à l'origine de problèmes observés lors de la conservation du fait qu'elle favorise l'action des enzymes et des micro-organismes indésirables, elle joue également un rôle essentiel dans la conduite des procédés de conservation et de transformation.

Les résultats de la teneur en eau des échantillons analysés sont présentés dans la figure 13.

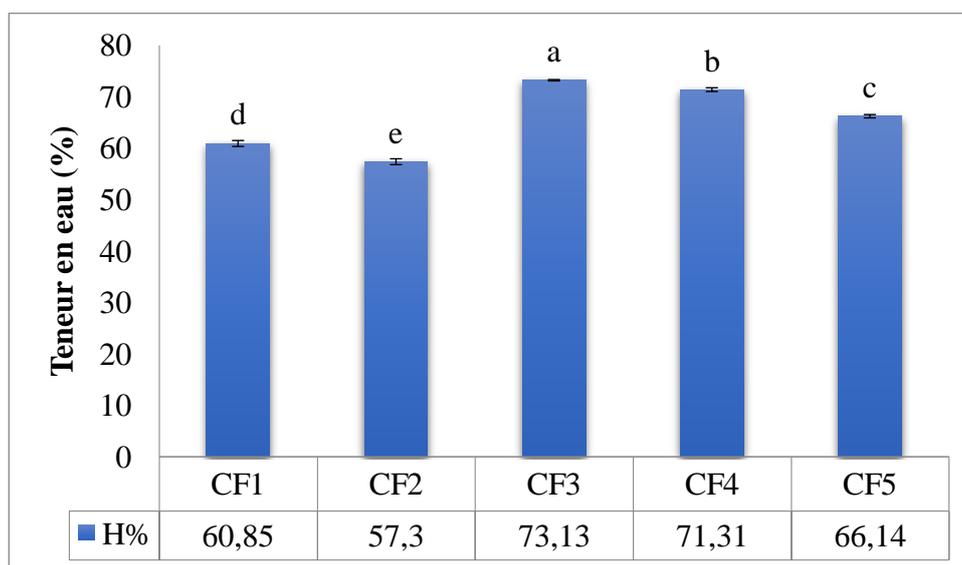


Figure 13: Teneur en eau (%) des différents types des crèmes.

Les valeurs de la teneur en eau des différents types de crème varient de 57.3% à 73.13%. L'analyse de la variance ($p \leq 0,05$) révèle l'existence d'une différence très hautement significative entre les marques de crèmes étudiées. Le test de comparaison des moyennes permet de distinguer cinq (05) groupes homogènes (Figure 13).

La teneur en eau de CF1 est conforme à la norme exigée par l'entreprise Tassili qui varie entre 58 et 62 %. Elle est légèrement supérieure aux valeurs mentionnées par Chandan et Kilara, (2011) et Jeantet et *al.*,(2008) pour les crèmes épaisses qui sont respectivement de 57,51% et 59%.

La teneur en eau de CF2 correspond à la valeur trouvée par Harper, (2000) qui varie entre 46% et 75% pour les garnitures à fouetter (Whipped cream).

Les échantillons CF3 et CF4 affichent les valeurs les plus élevées. En effet, l'eau est le premier ingrédient mentionné dans la liste des ingrédients sur l'emballage, ce qui signifierait une présence majoritaire.

La teneur en eau de CF5 est de 66.14%. Elle est supérieure à valeur mentionnée par Harper, (2000) pour les garnitures non laitières liquides qui est de 55,25%.

2.2. Taux de cendres

La matière minérale des produits laitiers est fondamentale d'un point de vue nutritionnel et technologique. Il est possible de doser les matières minérales ou cendres du lait par une méthode de calcination à 550°C (Luquet, 1985). Les principaux minéraux présents sont le calcium, le phosphore, le potassium et le chlore (Mathieu, 1998). En raison de la présence concomitante de lactose et de phosphopeptides (produits d'hydrolyse de la caséine), les minéraux sont, de tous les éléments du lait, ceux qui sont les mieux adsorbés et retenus. A cet égard, le rapport calcium/phosphore (Ca/P) du lait de vache (voisin de 1,2), bien qu'inférieur à celui du lait maternel (voisin de 2,2), est de loin supérieur à celui des autres denrées alimentaires, faisant du lait une excellente source de calcium et un bon correctif des rations pauvres en calcium (FAO, 1995) (Benhedane, 2012).

Les résultats du taux de cendres des échantillons analysés sont présentés dans la figure 14.

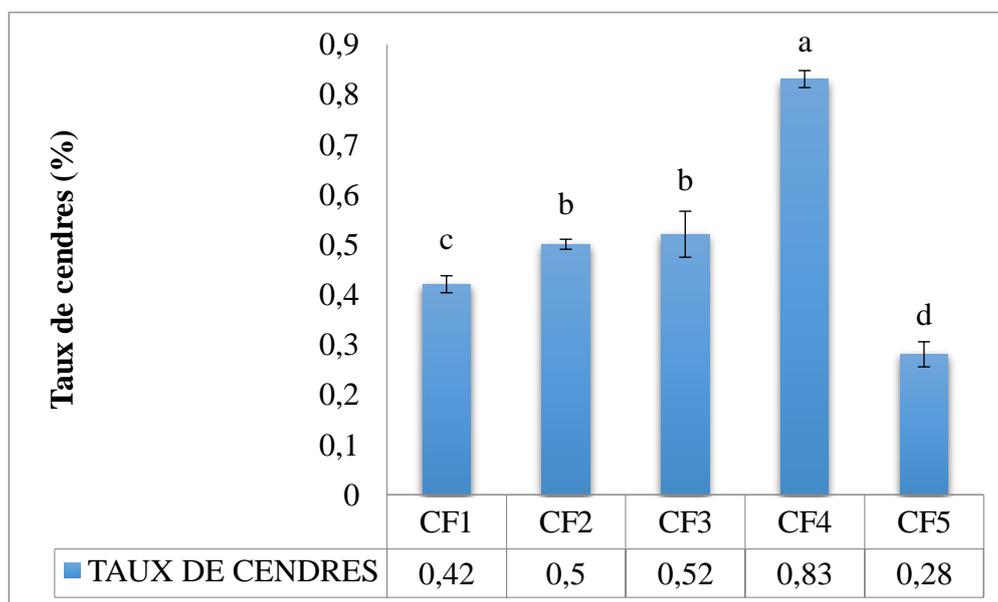


Figure 14 : Les teneurs en cendres des différents types de crème.

Les valeurs de taux de cendres des différents types de crème varient de 0.28% à 0.83%. L'analyse de la variance ($p \leq 0,05$) révèle l'existence d'une différence très hautement significative entre les marques de crèmes étudiées. Le test de comparaison des moyennes permet de distinguer quatre (04) groupes homogènes (Figure 14).

L'échantillon CF1 présente une valeur qui correspond à celles citées par Deosarkar, (2016) qui varie entre 0,37% et 0,56% et Anses-Ciqual, (2017) qui est de 0,53% pour la crème à 30% de matière grasse. Cependant, elle est inférieure à la valeur mentionnée par Harper, (2000), pour les crèmes épaisses (1,2%).

L'échantillon CF2 et CF5 présentent des taux de cendres inférieurs aux valeurs citées par Harper, (2000) qui sont, respectivement, de 1% et 0,5% pour les garnitures à fouetter (whipping topping) et les garnitures à fouetter liquides (liquid whipping topping).

L'échantillon CF4 présente le taux de cendres le plus élevé. Selon Chemache, (2011), les cendres sont composées principalement des matières premières laitières. En effet, selon Ferioli et al., (2007), la crème culinaire végétale italienne contient le lait écrémé à hauteur de 76%.

2.3 Mesure du pH

Le pH renseigne précisément sur l'état de fraîcheur du lait. Un lait de vache frais a un pH de l'ordre de 6,7. S'il y a une action des bactéries lactiques, une partie du lactose du lait sera dégradée en acide lactique, ce qui entraîne une augmentation de la concentration du lait en ions hydronium (H_3O^+) et donc une diminution du pH, car : $pH = \log 1/[H_3O^+]$ (CIPC lait, 2011) (Benheddane, 2012).

C'est un paramètre très important à connaître car il permet de prévenir le risque de contamination microbienne. On favorise une valeur basse de ce dernier pour freiner la croissance de la majorité des microorganismes (Faur, 1992).

Les résultats du pH des échantillons analysés sont présentés dans la figure 15.

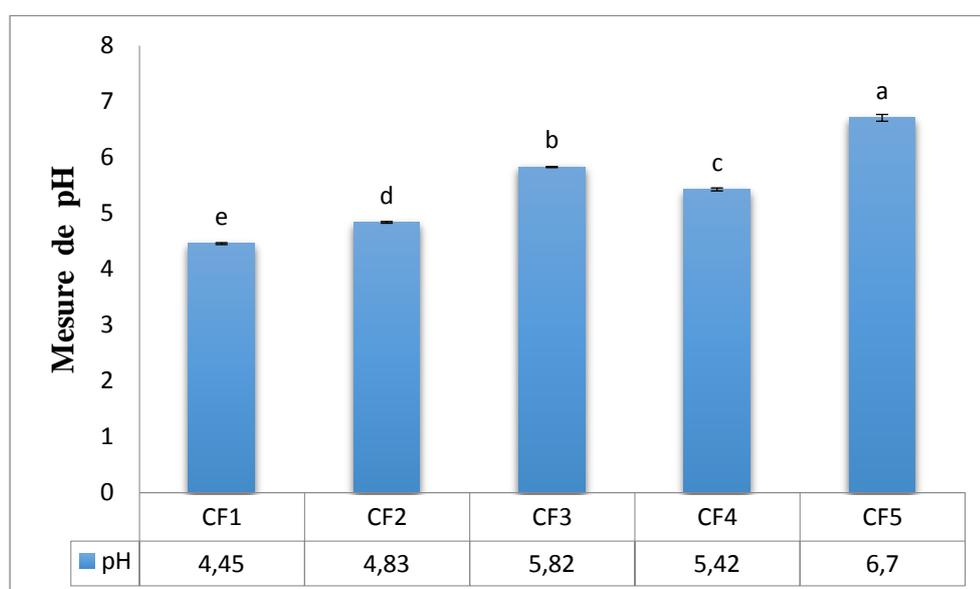


Figure 15: Les valeurs de pH des différents types de crème.

Les valeurs du pH des différents types de crèmes varient entre 4,45 et 6,7. L'analyse de la variance ($p \leq 0,05$) révèle l'existence d'une différence très hautement significative entre les marques de crèmes étudiées. Le test de comparaison des moyennes permet de distinguer cinq (05) groupes homogènes (Figure 15).

Les échantillons CF1 et CF2 présentent les valeurs les plus faibles, ce qui serait une conséquence de la fermentation lactique lors de la phase de maturation.

Le pH de CF1 est conforme à la norme exigée par l'entreprise TASSILI pour les crèmes fraîches qui varie entre 3 et 4,5. Kosikowski et *al.* (1999) et Kurmann et *al.* (1992) indiquent, également, que la crème est généralement fermentée jusqu'à un pH voisin de 4,5. Meunier-Goddik, (2012).

Les valeurs de pH de CF3 et CF5 sont les plus élevées. Elles se rapprochent des valeurs citées par Vierling, (1999), pour les crèmes lactières UHT qui varient entre 6,5 et 7.

2.4 Acidité titrable

A la différence du pH, l'acidité titrable mesure tous les ions H⁺ disponibles dans le milieu, dissociés ou non (acidité naturelle + acidité développée), reflétant ainsi les composés acides de l'aliment (CIPC lait, 2011). (Benheddane, 2012).

Les résultats de lactose des échantillons analysés sont présentés dans la figure 16.

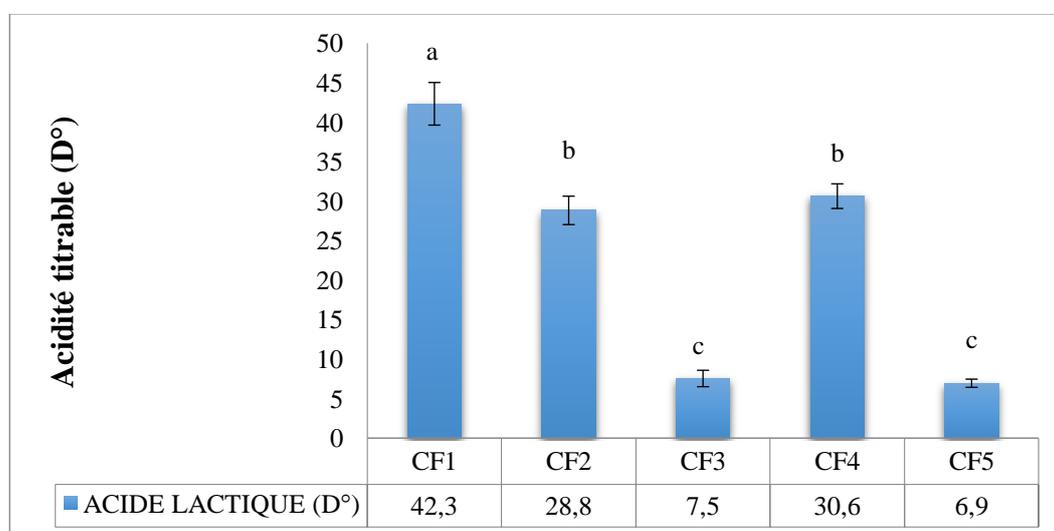


Figure 16: Les valeurs d'acidité titrable des différents types de crème.

Les valeurs d'acidité titrable des différents types de crème varient de 6.9D° à 42.3D°. L'analyse de la variance ($p \leq 0,05$) révèle l'existence d'une différence très hautement significative entre les marques de crèmes étudiées. Le test de comparaison des moyennes permet de distinguer trois (03) groupes homogènes (Figure 16).

L'acidité de la crème CF1 est légèrement supérieure à la norme exigée par l'entreprise TASSILI qui préconise une valeur variant entre 35°D et 40°D. Cependant, elle est inférieure

aux valeurs préconisées par Alais, (1984) pour une crème convenant pour la cuisine et la pâtisserie qui varient entre 80°D et 100°D.

Les autres types de crèmes affichent une acidité plus faible, notamment CF3 et CF5. Ceci pourrait être dû à la présence en excès de phosphates et de caséines (Alais, 1984). En effet, selon Veisseyre, (1975), l'acidité titrable est une mesure indirecte de sa richesse en caséine et en phosphates.

2.5. Teneur en NaCl

Le sel est un additif important, qui à travers ses propriétés bactériostatiques peut contribuer à la protection du produit contre les dégradations microbiologiques et en même temps améliorer la sapidité du produit à la consommation. Il joue également un rôle très important dans la stabilité de l'émulsion. La quantité de sel ajoutée dépend de l'utilisation de la crème et de sa texture ainsi que des habitudes culinaires et de la catégorie de consommateur visée (Faur, 1992 ; Kone, 2001).

Toutefois, d'un point de vue nutritionnel, les régimes alimentaires occidentaux, composés en grande partie de produits industriels transformés, ont environ trois fois plus de sodium que nécessaire et ce niveau de consommation excessive est considéré comme l'une des principales causes d'accidents vasculaires cérébraux et l'hypertension (Taormina, 2010). Par conséquent, au cours des dernières années, une tendance a émergé pour réduire le sodium dans les aliments transformés. L'objectif à atteindre est une consommation moyenne de 5-12 g/jour (El-Bakry et *al.*, 2011).

Les résultats de la teneur en NaCl estimés pour les échantillons étudiés sont représentés dans la (figure 17).

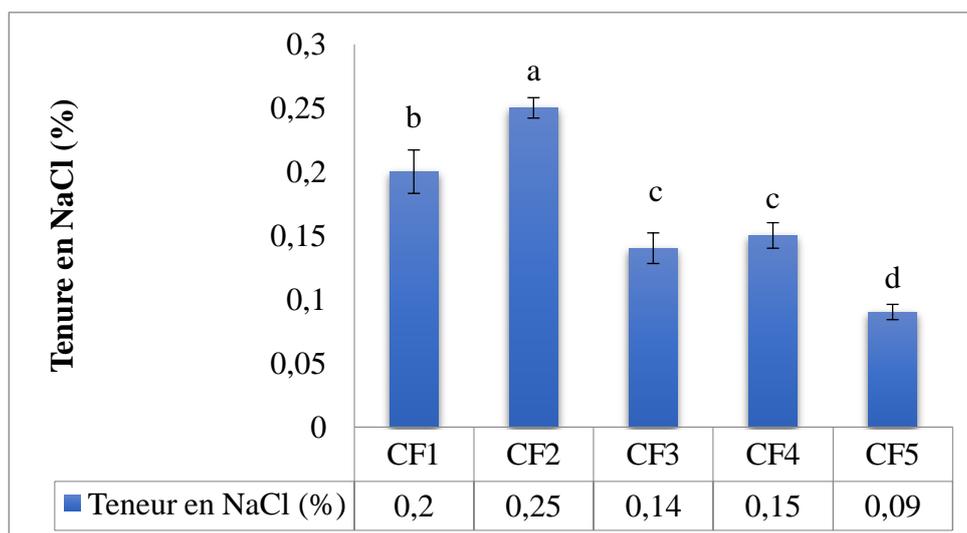


Figure 17: Teneur en NaCl des différents types de crème.

Les valeurs de la teneur en NaCl des différents types de crème varient entre 0.09% à 0.25%. L'analyse de la variance ($p \leq 0,05$) révèle l'existence d'une différence très hautement significative entre les marques de crèmes étudiées. Le test de comparaison des moyennes permet de distinguer quatre (04) groupes homogènes (Figure 17).

CF1 et CF2 présentent les valeurs les plus élevées, dépassant celles mentionnées par Anses-Ciquial, (2017), qui rapporte que la teneur en NaCl dans les crèmes à 30% de matière grasse, varie entre 0,05 et 0,13%. Cependant, ce sont des teneurs assez faibles qui ne risqueraient pas de compromettre la consommation journalière conseillée.

2.6. Dosage du lactose

Dans les produits laitiers, les glucides sont représentés essentiellement par le lactose, ou galactosido-1-4 glucose. C'est un disaccharide à saveur relativement peu sucrée, peu soluble, et possède un groupement réducteur.

Le lactose joue un rôle important dans les produits laitiers en tant que substrat de fermentation pour les bactéries lactiques qui l'hydrolysent en glucose et galactose, puis transforment ces hexoses en acide lactique.

Le lactose a aussi un rôle nutritionnel, surtout chez l'enfant. Toutefois, dans de nombreux cas, sa présence pose des problèmes, soit du point de vue nutritionnel (intolérance au lactose), soit du point de vue technologique (hygroscopicité des laits en poudre, cristallisation du lactose dans les laits concentrés et dans les crèmes glacées). La

fermentation lactique élimine le lactose. Son pouvoir réducteur est utilisé pour son dosage par de nombreuses méthodes (Codou Latyr,1967).

Les résultats de dosage du lactose des échantillons analysés sont présentés dans la figure 18.

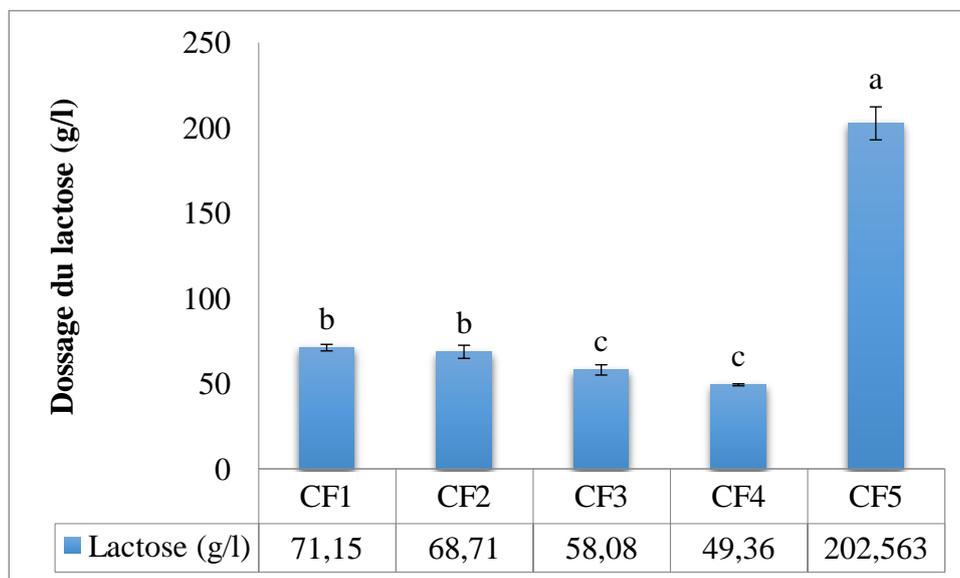


Figure18: Les valeurs de lactose des différents types de crème.

Les valeurs du lactose des différents types de crème varient de 49.36g/l à 202.563g/l.L'analyse de la variance ($p \leq 0,05$) révèle l'existence d'une différence très hautement significative entre les marques de crèmes étudiées. Le test de comparaison des moyennes permet de distinguer trois (03) groupes homogènes (Figure 18).

La teneur en lactose dans CF1 est supérieure aux valeurs citées par Jeantet et *al.*, (2008) et Deosarkar, (2016) qui sont de (31g/l-36 g/l) et (24,7-35 g/l), respectivement, pour les crèmes lactières.

Le rapport teneur en lactose/matière sèche de l'échantillon CF1 (0,182) est plus élevé par rapport aux valeurs de CF2 et CF4 qui sont respectivement de 0,161 et 0,172. Ceci contredit les principes du procédé de fabrication de la crème fraîche épaisse, qui conduirait à une faible teneur en lactose suite à une fermentation lactique. De plus, cette teneur en lactose élevée pourrait signifier l'utilisation de la poudre de lait dans la préparation de la crème. Selon Haisman, (2011), une crème fouettée liquide typique contient 6% de poudre de lait écrémée.

Les crèmes CF2, CF3, CF4 et CF5 présentent des valeurs qui correspondent à celle citée par Carr et *al.*, 2005, pour les crèmes végétales, variant entre 0 et 250g/l. Cependant, la teneur en lactose de CF5 (crème végétale italienne) est supérieure à la teneur en glucides rapportée par Ferioli et *al.*, (2007) qui est de 48g/l et à celle mentionnée sur l'emballage de l'échantillon qui est de 51g/l de glucides dont 9g de sucres.

Selon Harper, (2000), le lait écrémé sous forme liquide ou en poudre est la principale source de protéines utilisée dans les substituts laitiers pour améliorer les propriétés d'émulsification et de foisonnement. En effet, le lait écrémé est utilisé à hauteur de 76% dans la crème culinaire végétale italienne (Ferioli et *al.*, 2007).

3. Profil en acides gras des crèmes

La méthode classique pour l'identification des graisses et des huiles a été remplacée par une analyse de la composition en acides gras déterminée par CPG. Le procédé classique est basé sur l'identification d'une matière grasse ou d'une huile spécifique par une combinaison de son indice d'iode, de sa densité relative, de son indice de réfraction et de son indice de saponification. Les avantages de la chromatographie en phase gazeuse est qu'elle permet l'identification d'huiles ne pouvant être identifiées par les méthodes classiques, en plus d'offrir la possibilité d'identifier les proportions de différentes huiles dans un mélange. En outre, cette méthode est rapide et s'applique aussi bien aux huiles raffinées que brutes (O'Brien, 2004).

L'analyse des acides gras fournit un moyen rapide et précis de détermination de la répartition des acides gras des graisses et des huiles. Cette information est bénéfique pour tous les aspects du développement de produits, du contrôle du processus, et de la commercialisation parce que les caractéristiques physiques, chimiques, et nutritionnelles des graisses et des huiles sont influencées par les types et les proportions des acides gras constitutifs et leur position sur le glycérol (O'Brien, 2004).

En raison des préoccupations nutritionnelles croissantes et de la conscience scientifique concernant les conséquences sanitaires des acides gras saturés (AGS), des acides gras *trans*(AGT), et des acides gras essentiels (AGPI : n-3 et n-6), la composition des graisses alimentaires est d'un grand intérêt (Anwar et *al.*, 2006).

Les proportions relatives (exprimées en % des acides gras totaux) des acides gras saturés (AGS), monoin saturés (AGMI), polyinsaturés (AGPI) et *trans*(AGT) présents dans

les crèmes ainsi que les rapports entre les groupes d'acides gras présents dans les crèmes analysées sont rapportés dans le tableau XIV. Les AG identifiés correspondent à des nombres de carbones allant de 4 (acide butyrique C4:0) à 22 (acide béhénique C22:0).

Tableau XIV: Composition en acides gras (en % des esters méthyliques d'acides gras totaux) des crèmes et les rapports entre les groupes d'acides gras.

		CF1	CF2	CF3	CF4	CF5
Composition en acides gras	C4:0	0,9296	-	-	-	-
	C6:0	0,87	0,06	0,38	-	0,13
	C8:0	0,60	-	6,19	-	2,46
	C10:0	1,49	-	5,20	-	2,39
	C12:0	1,83	0,46	46,30	-	38,78
	C14:0	7,03	1,67	19,36	0,07	14,00
	C15:0	0,81	0,12	-	0,16	-
	C16:0	22,69	45,39	10,29	11,75	16,56
	C16:1	0,47	0,19	-	0,29	-
	C17:0	0,58	0,13	-	0,20	-
	C18:0	9,32	5,64	3,09	4,37	16,72
	C18:1t	-	-	-	-	0,33
	C18:1	26,66	36,81	7,59	25,09	6,38
	C18:2t	0,97	-	-	0,29	-
	C18:2	17,53	8,62	1,62	50,95	1,83
	C18:3	2,25	0,41	-	5,53	0,17
	C20:0	0,09	0,20	-	0,62	-
	C20:1	0,37	0,15	-	0,17	-
	C22:0	0,26	0,14	-	0,25	-
Rapports entre les principaux groupes d'acides gras	AGCC %	3,89	0,06	11,77	0,00	4,98
	AGS %	46,51	53,83	90,80	17,40	91,03
	AGT %	0,97	0,00	0,00	0,29	0,33
	AGMI %	27,51	37,15	7,59	25,56	6,38
	AGPI %	20,15	9,18	1,62	56,66	2,00
	n-6/n-3	7,78	21,03	-	9,21	10,68
	AI	1,11	1,14	14,56	0,15	13,29
	TI	1,05	1,17	7,11	0,25	3,09

$$AGCC = (C4:0+C6:0+C8:0+C10:0) ; AI = (C12:0 + (4*C14:0) + C16:0)/(MUFA + (n-6) + (n-3))$$

$$TI=(C14:0 + C 16:0 +C18:0)/(0.5*MUFA + (0.5*n-6) + (3*n-3) + (n-3/n-6))$$

La classification des différentes crèmes analysées selon leur composition en acides gras revient à les comparer à celle des huiles et matières grasses d'origine animale et végétale.

Afin d'identifier le type de matière grasse présent dans la crème CF1, nous nous sommes, en premier lieu, référés à la mention « 100% lait de vache » portée sur l'emballage du produit. Nous avons, de ce fait, comparé le profil en acides gras de ce produit à celui du lait et des crèmes fermentées. Ils se sont alors révélés incompatibles.

En effet, la crème CF1 présente une teneur en acides gras à chaîne courte (AGCC : Somme de C4:0, C6:0, C8:0, C10:0) de 3,89%, inférieure à celle de la crème fermentée turque analysée par Yilmaz-Ersan, (2013) (7,03%). De nombreux auteurs ont également rapporté des teneurs plus élevées dans le lait de vache ; 10,9% (Lindmarkmansson, 2008), 9,3% (Markiewicz-Keszycka *et al.*, 2013) et 9,09% pour la race Holstein et 8,61% pour la race Montbéliarde (Meribai, 2010).

D'après FAO, (1998), la teneur en C18:2 et C18:3 dans le lait de vache sont en moyenne de 2,25% et 1,4%, respectivement. La crème CF1 affiche des valeurs nettement supérieures, notamment pour le C18:2 (17,53%). La teneur en C18:3 est de 2,25%.

Ces résultats excluraient, donc, une utilisation exclusive de matière grasse d'origine animale dans la production de la crème CF1. Ceci suggère que cette dernière serait composée d'un mélange de matière grasse laitière (présence d'une faible proportion d'AGCC) et de matière grasse végétale (teneur élevée en C18:2). Nous ignorons si ce mélange est réalisé pendant le processus de fabrication ou si c'est l'une des pratiques frauduleuses des fermiers et/ou collecteurs de lait qui consiste à ajouter de l'huile dans le lait afin d'augmenter sa teneur en matière grasse et être rémunéré en conséquence par la laiterie.

Une comparaison du profil en acides gras des crèmes analysées avec la composition en acides gras des huiles/grasses végétales (Codex, 1995) (Annexe XV), a révélé que :

- L'huile de palme est utilisée dans la fabrication de CF2.
- L'huile de Coprah est utilisée dans la fabrication de CF3.
- L'huile de Soja est utilisée dans la fabrication de CF4.

La crème CF2 présente également le même profil en acides gras que la crème végétale italienne élaborée à partir d'huile de palme par Ferioli *et al.*, (2007).

La composition en acides gras de la crème CF5, présente de grandes similitudes avec celle de l'huile de palmiste. Cependant, la présence d'une grande proportion de C18:0 (16,72%) et de C16:0 (16,56%) et d'une faible proportion de C18:1 (6,38%) suggère l'utilisation d'un mélange d'huiles (palmiste, palme et/ou ses fractions : oléine de palme et

stéarine de palme) ayant subi une hydrogénation et une inter-estérification. Plusieurs auteurs (Nesaretnam et *al.*, 1993 ; Shamsi, 2000 ; Wan Rosnani et *al.*, 2008 ; Patel, 2015) se sont intéressés à la production de crèmes à base de matières grasses végétales et ont développé différentes formules afin d'atteindre une bonne aptitude au foisonnement.

Les crèmes non laitières à base d'huile de palme hydrogénée (HPKO) sont généralement plus stables que les crèmes laitières. Cependant, en été, l'émulsion a tendance à se séparer. Nesaretnam et *al.*, (1993) ont mélangé HPKO avec de la stéarine de palme (PO). L'interestérification a été utilisée pour éliminer l'augmentation du taux de solide à 37°C et à 40°C. Les résultats de l'expérience ont montré qu'un mélange HPKO: POs 66:34 interestérifié s'est avéré avoir une performance de foisonnement satisfaisante par rapport aux crèmes préparées avec HPKO seul.

❖ Acides gras mono-insaturés

Les AGMI ne provoquent pas d'accumulation de cholestérol comme le font les acides gras saturés et ne rancissent pas aussi facilement que les acides gras polyinsaturés. En outre, ils ont un effet positif sur la concentration des lipoprotéines de haute densité (HDL), transportant le cholestérol des parois des vaisseaux sanguins vers le foie, où il est dégradé par les acides biliaires, qui sont ensuite éliminés de l'organisme. En même temps, les AGMI réduisent la concentration de lipoprotéines de faible densité (LDL) qui, lorsqu'elles circulent sur l'ensemble de l'organisme, se déposent dans les vaisseaux sanguins (Markiewicz-Keszycka, 2013).

La crème CF2 présente la meilleure teneur en AGMI (37,15%). Les valeurs les plus faibles sont attribuées aux crèmes CF3 et CF5 (7,59% et 6,38% respectivement).

❖ Rapport n-6/n-3

Le rapport des acides gras n-6 / n-3 dans le régime alimentaire varie dans la plupart des cas entre 15:1 et 16,7:1. Cependant, il est recommandé de maintenir une proportion nettement inférieure d'acides gras n-6. Un faible rapport n-6/n-3 est plus souhaitable pour réduire le risque de nombreuses maladies chroniques à forte prévalence dans les sociétés occidentales, ainsi que dans les pays en voie de développement (Simopoulos, 2008),

Selon Simopoulos (2008), un ratio optimal en acides gras n-6/n-3 est spécifique à différentes maladies. Dans le régime alimentaire des asthmatiques, il devrait être de 5:1, un ratio de 10/1 a des conséquences indésirables. Chez les patients souffrant de polyarthrite

rhumatoïde et de cancer du côlon, l'auteur recommande le rapport n-6/n-3 de 2-3:1. Le rapport le plus bas n-6/n-3 chez les femmes atteintes d'un cancer du sein est associé à une diminution du risque. Le Comité d'experts de l'Organisation mondiale de la santé et de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture a recommandé un ratio d'acides gras n-6/n-3 inférieur à 4, étant donné qu'il est relié à une réduction considérable (70%) du nombre de décès causés par des maladies cardiovasculaires (Markiewicz-Keszycka, 2013).

Les rapports n-6/n-3 dans les crèmes analysés sont tous supérieurs aux recommandations de l'OMS (Tableau XIV). La crème CF2 affiche le rapport le plus élevé (21,3%) et possède, de ce fait, l'effet le plus délétère sur la santé. La crème CF1 enregistre le meilleur rapport (7,78%) sans toutefois respecter les ratios conseillés.

❖ Acides gras trans (AGT)

Les acides gras qui représentent la plus grande menace pour la santé humaine sont les acides gras *trans* qui sont des composants des huiles végétales partiellement hydrogénées. Environ 80% des acides gras *trans* (AGT) présents dans l'alimentation humaine proviennent d'aliments industriels, tandis que 20% proviennent du lait et de la viande de ruminants (Markiewicz-keszycka, 2013).

Le Danemark a établi les normes les plus rigoureuses, qui limitent la teneur en AGT dans les graisses/huiles à 2,0 g d'AGT/ 100 g. Les graisses ou les huiles contenant moins de 1 g d'AGT/100g sont considérées comme « sans AGT » (Stender et Dyerberg, 2003 ; Hernandez Martinet *et al.*, 2011).

On note l'absence d'AGT dans les crèmes CF2 et CF3. Les échantillons CF4 et CF5 présentent de teneurs de 0,29% et 0,33%, respectivement et sont donc considérés comme « sans AGT ».

La crème CF1 a un taux d'AGT de 0,97%, représentée par le C18:2*trans*. Ce dernier fait partie de la famille des ALC (Acide linoléique conjugué), isomères de l'acide linoléique. L'acide ruménique (C18: 2-cis-9, trans-11) est l'isomère prépondérant dans les produits laitiers. Des études chez l'animal indiquent que les ALC présentent des propriétés immunostimulantes, antihypertenseurs, anticarcinogènes et anti-athérogènes et favorisent la réduction du poids corporel. Toutefois, l'effet des ALC sur l'organisme humain a été vérifié

par un nombre limité d'études et leurs résultats ne sont pas concluants (Markiewicz-Keszycka, 2013).

❖ Acides gras saturés (AGS)

Les études menées depuis 2000 contredisent l'hypothèse selon laquelle la consommation de lait et de produits laitiers augmenterait la synthèse de LDL et le risque de maladie coronarienne. Actuellement, on pense que l'augmentation de la concentration sanguine de LDL est attribuable aux acides laurique C12:0, myristique C14:0 et palmitique C16:0, tandis que les autres acides gras saturés présents dans le lait neutralisent leur effet puisqu'ils augmentent le taux de HDL (Markiewicz-Keszycka, 2013).

Compte tenu du rôle négatif des acides C12:0, C14:0 et C16:0, Ulbricht et Southgate, (1991) ont proposé des indices athérogènes (AI) et des indices thrombogènes (TI). Sur la base des valeurs AI et TI, des conclusions peuvent être tirées concernant la qualité de la matière grasse dans l'alimentation humaine.

Les AI et les TI les plus défavorables sont retrouvés dans les crèmes CF5 et CF3. , qui sont, respectivement, à base d'huile de coprah et d'un mélange huile de palmiste et de palme. Les meilleurs indices d'un point de vue nutritionnel sont obtenus dans la crème CF4. CF1 et CF2 présente approximativement les mêmes indices.

4. Les indices de qualité de la matière grasse

4.1 Indice d'iode

L'indice d'iode d'une graisse est déterminé par sa teneur en acides gras insaturés. Dans de nombreuses matières grasses, les proportions des acides constitutifs sont relativement constantes et leurs indices d'iode varient peu. Dans de tels cas, l'estimation de l'indice d'iode fournit un moyen rapide et simple d'établir l'identité et la pureté d'un échantillon de graisse. Ce n'est pas le cas avec la matière grasse du lait de vache, car son indice d'iode varie considérablement en raison de la gamme inhabituellement large d'acides gras constituant ses triglycérides (Mayhead et Barnicoat, 1956).

L'indice d'iode a été déterminé par deux méthodes : analytique et à partir de la composition en acides gras. La détermination par voie analytique a surestimé le nombre de doubles liaisons dans les échantillons analysés. Les valeurs obtenues sont de 74,35-81,1-35,85-81,61 et 29,13 dans CF1, CF2, CF3, CF4 et CF5, respectivement.

Nous avons alors retenu les valeurs obtenus à partir du profil en acides gras. Elles sont représentées dans la figure 19.

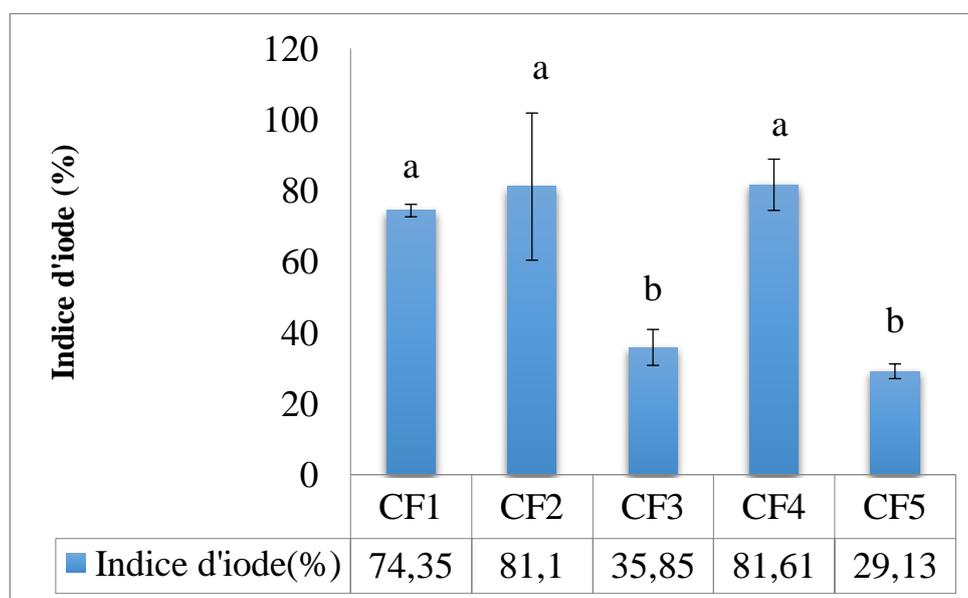


Figure 19: Indice d'iode des crèmes lactières.

Selon les résultats obtenus, la crème CF4 est composée d'une huile fortement insaturée, contrairement à CF3 et CF5 qui affichent de très faibles valeurs d'indice d'iode, témoignant de leur richesse en acides gras saturés.

Selon les caractéristiques chimiques des principales huiles végétales (Codex, 1995), il y a une correspondance entre l'indice d'iode de : CF2 avec l'huile de palme (50-55), CF3 avec l'huile de coprah (6,3-10,6), CF4 avec l'huile de soja (124-139).

L'indice d'iode de CF1 ne correspond pas à celui relevé dans le cas de la matière grasse lactière par Kuzdzal-Savoie, (1957) (23,8 et 49,4) et Mayhead et Barnicoat, (1956) (31,6 to 45,9). Il ne correspond pas non plus à une huile végétale. Cependant, il se rapproche de l'indice d'iode de l'huile de palme (50-55).

L'indice d'iode de CF5 concorde avec celui de l'huile de coprah (6,3-10,6). Cependant le profil en acides gras a révélé une composition différente.

4.2 L'acidité

L'hydrolyse des corps gras, qu'elle soit d'origine enzymatique ou chimique, conduit à l'apparition d'acides gras libres et de glycérides partiels : monoglycérides et diglycérides. La mesure de l'acidité libre constitue, de ce fait, un des bons moyens pour déterminer l'altération du corps gras par hydrolyse (Perrin, 1992).

Les résultats de l'acidité pour les crèmes sont présentés dans la figure 20.

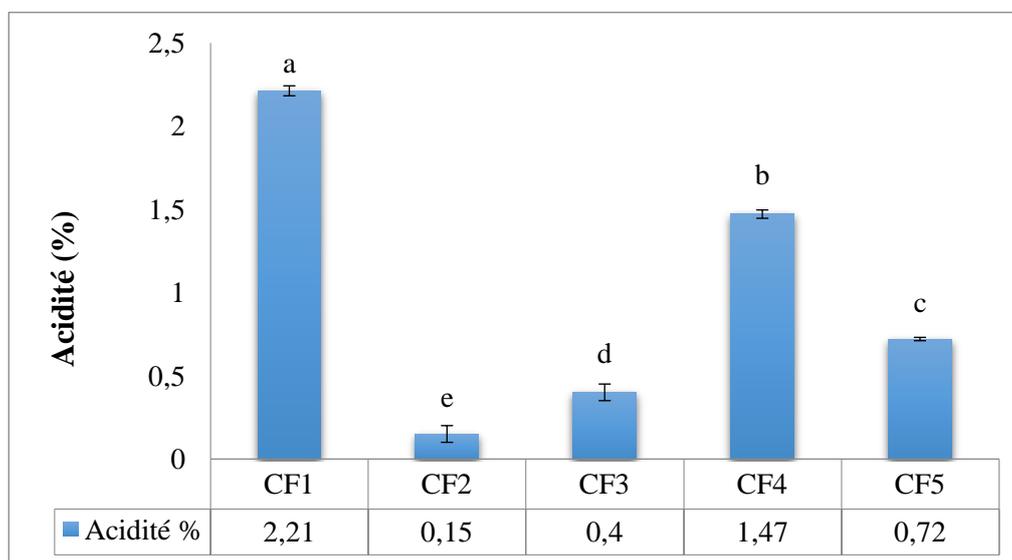


Figure 20: Acidité des échantillons analysés

Les valeurs d'acidité des différents types de crème varient de 0.15% à 2.21%. L'analyse de la variance ($p \leq 0,05$) révèle l'existence d'une différence très hautement significative entre les marques de crèmes étudiées. Le test de comparaison des moyennes permet de distinguer cinq (05) groupes homogènes (Figure 20).

Toutes les crèmes présentent une acidité supérieure à la teneur en acides gras libres des crèmes végétales italiennes (0,06%) (Ferioli et *al.*, 2007). En dehors de CF2, toutes les crèmes analysées dépassent les valeurs d'acidité préconisées par Karleskind, (1992) qui est de 0,2%. D'après Karleskind et Wolff (1992), un corps gras est à l'abri de l'altération parhydrolyse si son acidité est $\leq 0.1\%$.

La crème CF1 affiche l'acidité la plus élevée (2,21%). Ceci pourrait être dû à la présence de la lipase naturelle du lait ou d'enzymes étrangères telles que les enzymes extracellulaires thermorésistantes produites par des bactéries psychotrophes qui croissent lors de la réfrigération du lait (Collomb et Spahni, 1995).

4.3 Indice de peroxyde

L'oxydation des lipides est la cause majeure de leur détérioration. Les hydroperoxydes formés sont les principaux produits de cette réaction. Ils n'ont ni saveur ni odeur, mais se décomposent rapidement pour former des aldéhydes, qui ont, une saveur et une odeur fort désagréables. La concentration en peroxydes, habituellement exprimée en indice de peroxyde, est une mesure de l'oxydation ou du rancissement à ses premières étapes. L'indice de peroxyde est un des tests chimiques les plus couramment utilisés pour la détermination de la qualité des graisses et des huiles (O'Brien, 2004).

L'oxydation de la matière grasse est probablement la transformation chimique causant le problème majeur en technologie laitière surtout dans la crème fraîche en raison de sa teneur élevée en matière grasse (Collomb et Spahni, 1996). La conséquence la plus perceptible de celle-ci est l'apparition d'odeurs désagréables qui conduisent souvent au rejet du produit par le consommateur (Prior, 2003). In Mémoire (Kehal, 2013).

La Figure 21 représente les résultats de l'indice de peroxyde des crèmes.

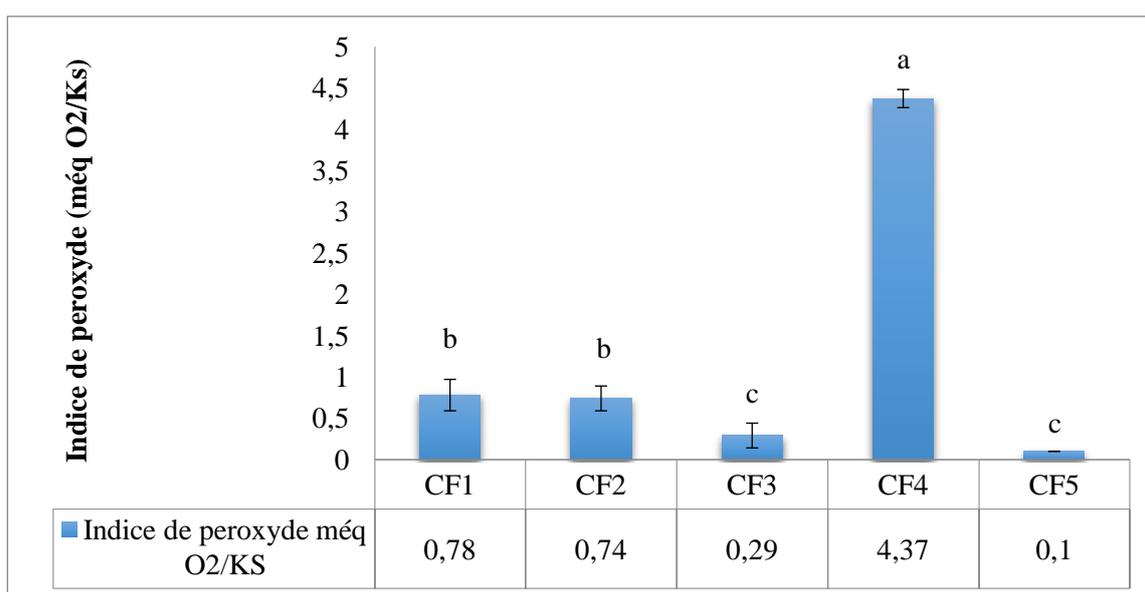


Figure 21: Indice de peroxyde des crèmes.

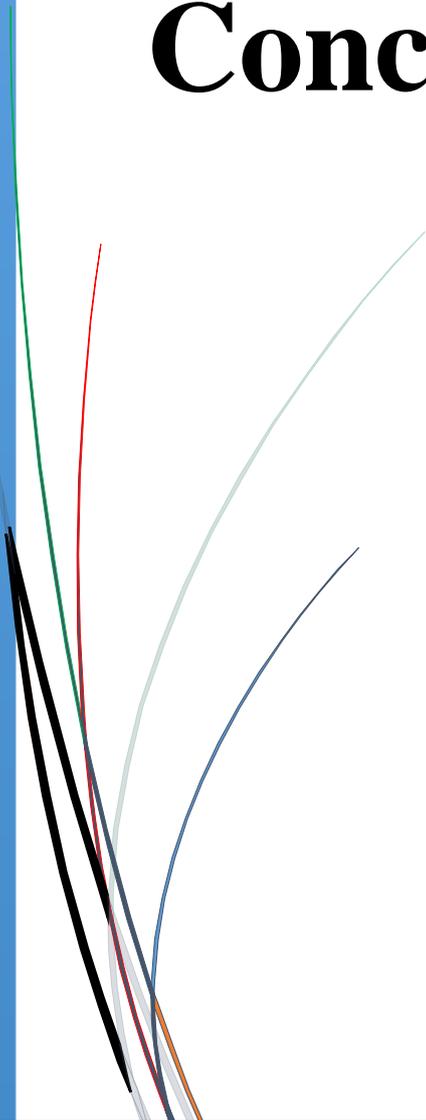
L'indice de peroxydes des crèmes varie entre 0,1 et 4,37 mEqO₂/kg. Ces teneurs correspondent à la norme préconisée par Karleskind, 1992 (5 mEq O₂ /Kg). L'analyse de la variance ($p \leq 0,05$) révèle l'existence d'une différence très hautement significative entre les

marques de crèmes étudiées. Le test de comparaison des moyennes permet de distinguer trois (03) groupes homogènes (Figure 21).

La crème CF4 enregistre la valeur la plus élevée (4,37 méq O₂ /Kg). Ceci pourrait être dû à la composition initiale de l'huile : Teneur élevée en acides gras libres et en acides gras insaturés (82% des acides gras totaux). Les crèmes CF1, CF2, CF3 et CF5 affichent un faible taux de peroxydes. Ceci pourrait être justifié par leur faible insaturation notamment CF3 et CF4 avec un teneur en acides gras saturés supérieur à 90%. En effet, selon Lopez-Lopez et *al.*, (2009), la formation d'hydroperoxy pendant le stockage est due principalement à l'auto-oxydation, qui nécessite la présence d'acides gras libres (préférentiellement : les acides linoléique > linoléique > oléique) qui sont facilement disponibles.

L'indice de peroxyde des crèmes végétales italiennes est de 3 méq O₂ /Kg (Ferioli et *al.*, 2007). Ces derniers ont souligné que la température de stockage a un effet significatif mais pas le temps de stockage.

Conclusion générale



Conclusion et perspectives

Afin de satisfaire les exigences du consommateur qui ne cessent d'augmenter, il est devenu primordial à toute industrie agroalimentaire ayant comme objectif de conquérir le marché et de fidéliser le consommateur à ces produits, de chercher des produits nouveaux et améliorer leur qualité.

La qualité des crèmes dépend essentiellement de sa composition chimique. Cependant, suivant les conditions de fabrication et de conservation, les divers éléments constitutifs de la crème peuvent subir des modifications plus ou moins importantes pouvant porter préjudice à sa qualité.

Ce présent travail effectué au niveau de différents laboratoires à savoir : le laboratoire physico-chimique de Technologie Alimentaire du département sciences agronomiques et biologiques (UMMTO), et le laboratoire d'analyses instrumentales (ENSA) et à l'entreprise S.P.A (TASSILI). Il nous a permis d'approfondir nos connaissances pratiques en matière de contrôle de la qualité, par une contribution à une étude comparative basée sur les analyses physico-chimiques de cinq (05) produits de crèmes (codées CF1, CF2, CF3, CF4 et CF5).

Les résultats des paramètres physico-chimiques (teneur en eau, pH, teneur en sel, et taux de centres) ont révélé que les produits analysés sont pour la plupart conformes aux normes en vigueur et aux travaux des auteurs.

L'analyse chromatographique (CPG) a permis la classification des différentes crèmes analysées selon leur composition en acides gras et l'identification du type de graisse ou d'huile utilisé. Elle a également permis l'estimation de la qualité nutritionnelle des principaux groupes d'acides gras :

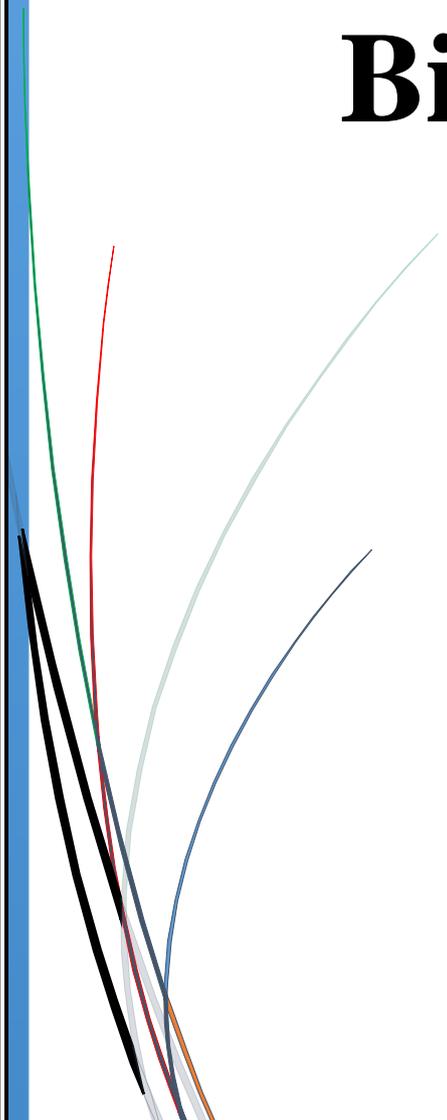
- La crème CF1 se révèle être composée d'un mélange de matière grasse laitière et végétale, ce qui interdit son appellation « crème fraîche ». Elle enregistre les meilleurs rapports n-6/n-3, AI et TI.
- Les crèmes CF2, CF3, CF4 se révèlent être composées d'huile de palme, de coprah, de soja, respectivement.
- La crème CF5 serait composée d'un mélange d'huile (palmiste, palme et/ou ses fractions) ayant subi une hydrogénation et une inter-estérification.

- Toutes les crèmes analysées sont considérées comme « sans AGT ».
- Les indices Athérogènes et thrombogènes AI et TI les plus défavorables sont retrouvés dans les crèmes CF5 et CF3. Les meilleurs indices d'un point de vue nutritionnel sont obtenus dans la crème CF4 et dans une moindre mesure CF1. CF2 présente des valeurs intermédiaires.

Dans le but de compléter ce travail, il serait intéressant de poursuivre cette étude par

- ✓ d'autres analyses notamment l'évaluation sensorielle.
- ✓ d'augmenter le nombre d'échantillon.
- ✓ Une étude similaire et approfondie d'autres types de crèmes.

Bibliographie



Références bibliographies

A

AFNOR. 1999. Lait et produits laitiers. Volume 1 : lait. Paris, France .p 457.

Afnor., 1988. recueil de normes françaises des corps gras .Oléagineuses .produits et dérivés 325p.ed, AFNOR.

Alais C., (1984). Science du lait : principes et techniques laitiers. 4ème éd. Paris: édition SEPAIC,p245-814 .

Al-Othman A.A., El-Fawaz H.A., Hewdy F. M., Abdullah N.M., 1996. Fatty acid composition of mature breast milk of Saudi lactating mothers. Food Chemistry, Vol. 57, No. 2. pp211. 215.

Anihouvi P.P., S Danthine S., Karamoko G., Blecker C., 2012. Les crèmes végétales: une alternative aux crèmes laitières (synthèse bibliographique). Biotechnol. Agron. Soc. Environ. Vol 16 (3).

Awg Isa R.W., Idris N. A., and Habi Mat Dian N. L., 2008. Palm-based trans-free whipped topping as an alternative to dairy cream.PP13-25.

B

Benhedane Bachtarzi N., 2012. Qualité microbiologique du lait cru destiné à la fabrication d'un type de camembert dans une unité de l'Est Algérien. Mémoire de Magister, Université Mentouri – Constantine.

Benhedane Bachtarzi N., 2012. Qualité microbiologique du lait cru destiné à la fabrication d'un type de camembert dans une unité de l'Est Algérien. Mémoire de Magister, Université Mentouri – Constantine.

Bouix M. Et Leveau J.Y., 1984. Contrôle microbiologique, biotechnologie. Ed : tec et doc, lavoisier, Paris, 469 p.

Boutonnier J.L., 2007. Matière grasse laitière – crème et beurre standard. Techniques De L'ingénieur, P. 1-16.

Boutonnier J.L., Et Dunant C.L., 1985. Crème, beurre, et autres produits laitiers issus de la matière grasse. In : Lait Et Produits Laitiers : Vache, Brebis, Chèvre. Tome 3. Ed. Tec. Doc. Lavoisier, Paris, Pp. 443 – 504.

Brisabois A., Lafarge V., Brouillaud A., De Buyser M-L., Collette C., Garin-Bastuji B. Et Thorel M.-F. 1997. Les Germes Pathogènes Dans Le Lait Et Les Produits Laitiers: Situation En France Et En Europe. Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz., 16 (1), Pp. 452-471

BYLUND G. 1995. Cultured milk production. In dairy processing handbook - tetra pak processing systems ab s - 221 86, lund , sweden ,p. 244 375 .

C

Carr N.O. & Hogg W.F., 2005. A manufacturer's perspective on selected palm-based and microbiology, london, new york : chapman and hall, p. 200.

Chandan R.C., kilara a. 2011. Dairy Ingredients For Food Processing. USA : WILEY-BLACKWELL, P. 387-421.

Chemache L, 2011. Qualité de deux spécialités fromagères fabriquées et commercialisées en Algérie. Mémoire magister université Constantine.

Chilliard Y., Lamberet G., 1984. le lait In heuchel v., chatelin y.m., breau s., sobolewski f., blancard n., baraton y. et ayerbe a. lipolyse du lait de vache et qualité organoleptique des produits laitiers 2003. renc. rech. ruminants,10, pp. 223-226.

Clark R. M, Ferris A. M, Mark. F, Brown P. B, Hundrieser K. E, Jensen R. G, 1982. Changes in the lipids of human milk from 2 of 16 weeks postpartum. N° 922. pp 311-315.

Codex Alimentarius, 1995. General standard for food additives. Codex Stan 192.

Codex Alimentarius, 2007. Lait et produits laitiers. Rome : FAO/OMS.

Références bibliographiques

Codex Alimentarius, Normes Alimentaires Internationales, Normes Générales Pour Les Additifs Alimentaires, Codex Stan 192-1995. P26.

Codou Latyr F., 1997. Etude des fraudes du lait cru: mouillage et écrémage. Université du cheikh anta diop-Dakar.

Commission Codex Alimentarius, 1981. Norme Générale Pour L'étiquetage Des Additifs Alimentaires Vendus en tant que tels. codex standard 107-1981, 4 p.

Commission du codex alimentarius, 1995. Programme mixte fao/oms sur les normes alimentaires. ALINORNI 95/17.

Corrieu G., Monnet C., Latrille E., Béal C. 2008. Croissance Et Propriétés Fonctionnelles Des Bactéries Lactiques. In : " Bactéries Lactiques De La Génétique Aux Ferments". (Ed). Lavoisier, Tec Et Doc. Paris, France. 511p.

Corrieu G., Monnet C., Latrille E., Béal C. 2008. Croissance Et Propriétés Fonctionnelles

D

Dans : VIGNOLA C.L. Science Et Technologie Du Lait. Fondation De Technologie Laitière. Québec : Presses Internationales Polytechniques, P.75-153.

Demazeaud M. 1997. Le lait de fromagerie, aptitude du lait en développement de la flore lactique, dans le fromage de la science à l'assurance qualité. Ed : Tec et Doc, Lavoisier, Paris. pp. 212- 227.

Deosarkar SS., Khedkar CD, 2016. Cream: Types of Cream. Encyclopedia of Food and Health. pp 331-337.

Doukani, 2005. Essai d'introduction de l'arganier dans la zone de M'doukel et évaluation de quelques paramètres de résistance à la sécheresse. Thèse de Magister en Sciences Agronomiques.

E

Everett D.W., 2007. Cream Products, Chap. 32. In Hui Y. H., Chandan R.C., Clark S. et al.

F

Fairbairn D.J., Law B.A. 1986. Proteinases of psychrotrophic bacteria: their production, properties, effects and control. *J. Dairy Res.* In Haddadi K., (2006). Mécanismes de la protéolyse dans le lait lors de l'inflammation de la glande mammaire chez la vache laitière : Activité des protéases leucocytaires et des protéases bactériennes (cas d'*Escherichia coli*).

Faur L., 1992. Margarine technology. *Oils and fats Manual* Karleskind, A. vol. 2, Lavoisier Publishing, Paris: 938-987.

Ferioli F., Castagnetti G. B., Caboni M. F., 2008. Effect of different storage conditions on the lipid fraction of a vegetable cream. *Journal of Food Quality* 31. pp 446–464.

Fredot E. 2005. *Connaissance Des Aliments, Bases Alimentaires Et Nutritionnelles De La Diététique*. Paris: TEC & DOC, Lavoisier, P. 295-304.

G

Gascoyne B., 2016. types and uses of additives in dairy products. reference module in food sciences. pp1-7.

GE M RCN, 2009. *Laits et produits laitiers*. Direction des Affaires juridiques. Groupe d'étude des marchés de restauration collective et de Nutrition.

Gouget M., Mouillet L., Bonjean- Linczowski Y. 1992. Additifs utilisés dans les produits laitiers. In In Multon J.L. *Additifs Et Auxiliaires De Fabrication Dans Les Industries Agroalimentaires*. 2ème Ed. Technique Et Documentation-Lavoisier, Paris, Pp. 647-664.

Goursaud J. 1985. *Composition et propriétés physicochimiques du lait : lait et produits laitiers : vache, brebis, chèvre*. Tome 1 : lait de manuelle à la laiterie. Ed. Tec et Doc, Lavoisier, Paris. 311 p.

Graham D.M., 1970. industrial view of imitation milk products. *journal of dairy science* vol 53, no. pp 103-105.

GSO 2016, Standardization organization. cream analogue. ICS: 67.100.01. pp 1-6.

Guiraud, J.P. 2003. Microbiologie alimentaire. Ed. Paris: Dunod. 653p.

H

Haisman D, 2011. Imitation dairy products. Pp 913-916.

Handbook of Food Products Manufacturing. Ed. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. pp. 725- 749.

Harper J. W., 2000. Synthetic and imitation dairy products, in ECT 3rd ed., vol. 22, pp. 465–498.

Hernandez- M., Gallardo-Velazquez T., Osorio-Revilla G., 2011. fatty acid profile including trans fatty acid content of margarines marketed in Mexico. *J Am Oil Chem Soc*, 88, pp 1485–1495.

Heuchel V., Chatelin Y.M., Breau S., Sobolewski F., Blancard N., Baraton Y. et Ayerbe A. 2003. Lipolyse du lait de vache et qualité organoleptique des produits laitiers. *Renc. Rech. Ruminants*, 10 .pp. 223-226.

Hoffmann W., 2016. Cream: Manufacture. Reference module in food sciences. Pp 1-8.

Hoffmann W., 2016. Cream: Products. Reference module in food sciences. pp1-6.

Hoffmann, W. (2002). Cream products. In: Roginski, H., Fox, P. F. and Fuquay, J. W. (eds.) *encyclopaedia of dairy sciences*, pp. 551-557. London: Academic Press.

Hoogwegt W., 2018. Explication de la grande pénurie mondiale de matière grasse butyrique. *Vol. 15 – Numéro 2*.

Hundrieser K.E., M.S., Clark R.M., Ph.d., Jensen R.G., Ph.d., Ferris A.M., Ph.d., 1984. A comparison of methods for determination of total lipids in human milk. *Nutrition research*, vol. 4, pp. 21-26.

I

International standard ISO 2446, 1976. Milk – Determination of fat content (Routine method).

J

Jamotte P. 1967. Le lait : Dégradation de la matière grasse par lipolyse, NO 461-462, Station

Jeantat R., Croguennec T., Schuck P., Brule G. 2006a. science des aliments. tome 1: stabilisation biologique et physico-chimique. ed. tec et doc. lavoisier. paris, 383 P

Jeantat R., Croguennec T., Schuck P., Brule G. 2006b. Science des aliments. tome 2: technologie des produits alimentaires. ed. tec et doc. lavoisier, paris. 456 P.

Jeantet R, Croguennec T, Mahaut M, Schuck P, Brulé G. 2008 . Lait Fermenté Et Desserts Lactés . In : " Les Produits Laitiers". (Ed.). Lavoisier, Tech Et Doc.Paris. 57 P.

Jeantet R., Croguennec T., Mahaut M., Schuck P. Et Brule G. 2008. Les Produits Laitiers. 2 Ed: Tec Et Doc, Lavoisier, Paris, 185 P.

Jeantet R., Croguennec T., Schuckm P., Brule G. 2008. Science Des Aliments: Tome 2, Technologie Des Produits Alimentaires. Paris : Tec & Doc, Lavoisier, P. 58-59.

Jensen R.G., Ferris A. M., Lammi-keefe C. J., Henderson R. A., 2010 . Lipids of bovine and human milks: a comparison . Journal of dairy science vol. 73. no.2.

Jones et al., 1994. Whippable non-diary cream based on liquid oil. Pp 1-5.

K

Kehal F., 2013. Utilisation de l'huile essentielle de citrus limon comme agent conservateur et aromatique dans la crème fraîche. Mémoire de magister, université de Constantine.les lipides du lactosérum et de ses dérivés. Lait 71. pp 41-54.

Kone S. 2001. Fabrication artisanale de margarine. pp 1-6

Krause A.J., Lopetcharat K., Drake M.A., 2007. Identification of the characteristics that drive consumer liking of butter. J. Dairy Sci., 90(5), 2091-2102.

Kuzdzal-Savoie S. 1982. In Heuchel V., Chatelin Y.M., Breau S., Sobolewski F., Blancard N., Baraton Y. et Ayerbe A. 2003. Lipolyse du lait de vache et qualité organoleptique des produits laitiers. Renc. Rech. Ruminants, 10, pp. 223-226.

L

Lamontagne M., Champagne C.P., GARDNER N. 2010. Microbiologie Du Lait. Dans : VIGNOLA C.L. Science Et Technologie Du Lait. Fondation De Technologie Laitière. Québec : Presses Internationales Polytechniques, P.75-153.

Lamontagne M., Champagne C.P., Gardner N. 2010. Microbiologie Du Lait.

Lim C.W., Norziah M.H. & Lu H.F.S., 2010. Effect of flaxseed oil towards physicochemical and sensory characteristic of reduced fat ice creams and its stability in ice creams upon storage. Int. Food Res. J., **17**, 393-403.

Lubin D, 1998. Le lait et les produits laitier dans la nutrition humaine. Colection FAO: alimentation et nutrition N°28.

Lupien J., 1998. Lait Et Produits Laitiers Dans L'alimentation Humaine. Code FAO : Alimentation Et Nutrition N°28. 501 P.

M

Mansson H.L., 2008. Fatty acids in bovine milk fat. Food & nutrition research. pp 1-3

Markiewicz-kęszycka M., Czyżak-runowska G., Lipińska P., Wójtowski J., 2013. Fatty acid profile of milk. Bull vet inst pulawy 57, pp 135-139.

Marquez A. L., Wagner J. R., 2012. Rheology of cream-like emulsions prepared.

Martin M. 2000. Technologie des laits de consommation. Ed. ENIL V. Candia.

Meunier-Goddik L. 2004. Sour cream and creme fraiche. Dans : MEUNIER-GODDIK Y.H., HANSEN L., JOSEPHSEN A. S., NIP J., STANFIELD W.K., Toldra P.S. F. Handbook of Food and Beverage Technology Hui, New York : Marcel Dekker, Inc, p. 147– 158.

Meunier-Goddik L., 2012. Sour Cream and Crème Fraîche. In book: handbook of animal based fermented food and beverage technologie, second edition, pp.235-246.

Ministère de l'Agriculture et de l'alimentation, octobre 2017. Enquête annuelle laitière. Agreste Chiffres et Données Agroalimentaire n° 183. pp 11.

Moller S. 2000. La reconstitution du lait. Ed. Sodiaal, Ivry sur seine. France. 50 p.

Monsen R. E., Adriaenssens L., 1969. Fatty acid composition and total lipid of cream and cream substitutes1. The american journal of clinical nutrition vol. 22, No. pp. 458-463.

N

Nedeljkovic A, Tomasevic I, Miocinovic J, Pudja P., 2017. Feasibility of discrimination of dairy creams and cream-like analogues using Raman Spectroscopy and chemometric analysis. Food Chemistry. PP 1-20.

Neil O C BSc, PhD, W Fraser H BSc, 2005. A manufacturer's perspective on selected palm-based Products. Asia Pac J Clin Nutr vol 14 (4): pp 381-386.

Nesaretnam K., Robertson N., Basirona Y., Macphie C. S., 1993. Application of hydrogenated palm kernel oil and palm stearin in whipping cream. J sci food agric, 61, pp 401-407.

P

P.Everett D.W. 2007. Cream Products, Chap. 32. In Hui Y. H., Chandan R.C., Clark S. Et Al.Handbook Of Food Products Manufacturing. Ed.John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. Pp. 725- 749.

Papademas, P., Bintsis,T.,2005. microbiology of ice cream and related products, in: robinson, r.k. (ed.), dairy microbiology handbook: the microbiology of milk and milk products. john wiley & sons, pp. 213-260.

Pouliot M., Michel J.C., Richard J. 2010. lait de consommation dans :processing systems ab s - 221 86 , lund , sweden . 244 p. products. Asia Pac. J. Clin. Nutr., 14(4), 381-386.

R

Rowe M. et Donaghy J. 2011. Microbiological aspects of dairy ingredients in. C., Kilara A. dairy ingredients for food processing.ed. blackwell publishing ltd.pp. 59-102

S

Salles C., Briand L., Brachais L., Voilley A. 2012. molécules aromatisants et sapides.in : texture et flaveur des aliments: vers une conception maîtrisée. (ed.). educagri. france. pp 31-58.

Shamsi k., Che Man Y. B., Yusoff M. S. A., Jinap S., 2002. A comparative study of dairy whipping cream and palm oil-based whipping cream in terms of fa composition and foam stability. *Jaocs*, vol. 79, no. 6.

Shamsi Y. A., Yueoff K., Jinap S., 2000. Development of non-dairy whipping cream using palm kernel, palm kernel olein and palm stearin. UPM research report, vol II, section 2-extended abstracts.

Shane Et Al: Application of emulsifiers/stabilizers in dairy products of high rheology. *avances dans la science des colloïdes et d'interface* 123–126, 2006. p 433–437.

Shim S.Y., Ahn J. & Kwak H.S., 2004. Functional properties of cholesterol-removed compound whipping cream by palm oil. *Asian-Austr. J. Anim. Sci.*, **17**(6), 857-862.

Simopoulos A. P., 2008. The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Experimental biology and medicine*, 233 pp 674-688.

Sina L. 1992. Contrôle de qualité du lait et des produits laitiers fabriqués par la soca. thèse de doctorat : ecole inter-etats des sciences et médecine vétérinaires e.i.s.m.v. université cheikh anta diop de dakar, 245 p.

Stender S. et Dyerberg J., 2003. The influence of trans fatty acids on health Fourth edition. A report from the danish nutrition council. ISSN no. 0909-9859.PP 39-61 .

T

Théodet C., Gandemer G., 1990. Comparaison de cinq méthodes pour extraire Tirard Collet, La technologie des desserts congelés confesurés. centre d'innovation technologique agro-alimentaire, institut de technologie agroalimentaire de saint-hyacinthe., page 5 – 10 ;1996.

Ulbricht T. L. V., Southgate D.A.T., 1991. Coronary heart disease: seven dietary factors.

V

Vanderghem C., Danthine S., Blecker C., Deroanne C., 2007. Effect of proteose peptone addition on some physico-chemical characteristics of recombined dairy creams. Int. Dairy J., 17, 889-895.

Varnam A.H., et al., 1994. Cream and cream based products. Pp:183-223.

Veisseyre R., (1975). Technologie du lait: Principes des techniques laitières. 3ème éd.Paris, SEPAIC,714 p.

Vierling E. 1999. Aliments Et Boissons : Filières Et Produits. Ed. Doin, France, 270 P.

Vignola C.L. 2002. Science et technologie du lait-transformation du lait, canada : presses internationales poly techniques, p. 444-460.

Vingole C.L. Science et technologie du lait, presses polytechnique, n°4, p. 277-347. Vol 338. Pp 985-992.

W

Weber F. 1994. Altération des produits laitiers par les bactéries lactiques : bactéries lactiques; aspects fondamentaux et technologiques. Ed. Lori ca, Paris II .pp. 567- 572

Wilbey R. A. 2002. microbiology of cream and butter. chapter 4. in robinson r.k. dairy microbiology handbook. 3ème ed. john wiley and sons, inc., new york, pp. 123-170.

with soybean milk and low trans vegetable fat. *J am oil chem soc* 89, pp 1857–1865.

Yilmaz-Ersan I., 2013. Fatty acid composition of cream fermented by probiotic bacteria. *Mljekarstvo* 63 (3), pp 132-139

Références bibliographiques

Al-Othman A.A., El-Fawaz H.A., Hewdy F. M., Abdullah N.M., 1996. Fatty acid composition of mature breast milk of Saudi lactating mothers. *Food Chemistry*, Vol. 57, No. 2. pp211. 215.

Anihouvi P.P., S Danthine S., Karamoko G., Blecker C., 2012. Les crèmes végétales: une alternative aux crèmes laitières (synthèse bibliographique). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* Vol 16 (3).

Codex Alimentarius, 1995. General standard for food additives. Codex Stan 192.

Benhedane Bachtarzi N., 2012. Qualité microbiologique du lait cru destiné à la fabrication d'un type de camembert dans une unité de l'Est Algérien. Mémoire de Magister, Université Mentouri – Constantine.

Ministère de l'Agriculture et de l'alimentation, octobre 2017. Enquête annuelle laitière. Agreste Chiffres et Données Agroalimentaire n° 183. pp 11.

Neil O C BSc, PhD, W Fraser H BSc, 2005. A manufacturer's perspective on selected palm-based Products. *Asia Pac J Clin Nutr* vol 14 (4): pp 381-386.

Chemache L, 2011. Qualité de deux spécialités fromagères fabriquées et commercialisées en Algérie. Mémoire magister université Constantine.

Clark R. M, Ferris A. M, Mark. F, Brown P. B, Hundrieser K. E, Jensen R. G, 1982. Changes in the lipids of human milk from 2 of 16 weeks postpartum. N° 922. pp 311-315.

CODEX , 1995. Programme mixte fao/oms sur les normes alimentaires. ALINORNI 95/17.

Codou Latyr F., 1997. Etude des fraudes du lait cru: mouillage et écrémage. Université du cheikh anta diop-Dakar.

Deosarkar SS., Khedkar CD, 2016. Cream: Types of Cream. *Encyclopedia of Food and Health*. Pp 331-337.

Feroli F., Castagnetti G. B., Caboni M. F., 2008. Effect of different storage conditions on the lipid fraction of a vegetable cream. *Journal of Food Quality* 31. pp 446–464.

Gascoyne B., 2016. Types and Uses of Additives in Dairy Products. Reference Module in Food Sciences. Pp1-7.

Lubin D, 1998. Le lait et les produits laitier dans la nutrition humaine. Colection FAO: alimentation et nutrition N°28.

GE M RCN, 2009. Laits et produits laitiers. Direction des Affaires juridiques. Groupe d'étude des marchés de restauration collective et de Nutrition.

GSO 2016, Standardization organization. cream analogue. ICS: 67.100.01. pp 1-6.

Graham D.M., 1970. Industrial View of Imitation Milk Products. Journal of dairy science vol 53, no. pp 103-105.

Haisman D, 2011. Imitation dairy products. Pp 913-916.

Harper J. W., 2000. Synthetic and imitation dairy products, in *ECT* 3rd ed., vol. 22, pp. 465–498.

Hoffmann w., 2016. Cream: Manufacture. Reference module in food sciences. Pp 1-8.

Hoffmann w., 2016. Cream: Products. Reference module in food sciences. pp1-6.

Hoogwegt ., 2018. Explication de la grande pénurie mondiale de matière grasse butyrique. Vol. 15 – Numéro 2.

International standard ISO 2446, 1976. Milk – Determination of fat content (Routine method).

Jensen R.G., Ferris A. M., Lammi-keefe C. J., Henderson R. A., 2010 . Lipids of bovine and human milks: a comparison . Journal of dairy science vol. 73. no.2.

Jones et *al.*, 1994. Whippable non-diary cream based on liquid oil. Pp 1-5.

Kehal F., 2013. Utilisation de l'huile essentielle de *citrus limon* comme agent conservateur et aromatique dans la crème fraîche. Mémoire de magister, université de Constantine.

Hundrieser K.E., M.S., Clark R.M., Ph.d., Jensen R.G., ph.d., Ferris A.M., ph.d., 1984. A comparison of methods for determination of total lipids in human milk. Nutrition research, vol. 4, pp. 21-26.

Mansson H.L., 2008. Fatty acids in bovine milk fat. Food & nutrition research. Pp 1-3

Markiewicz-kęszycka M., Czyżak-runowska G., Lipińska P., Wójtowski J., 2013. Fatty acid profile of milk. Bull vet inst pulawy 57, pp 135-139.

Marquez A. L., Wagner J. R., 2012. Rheology of cream-like emulsions prepared with soybean milk and low trans vegetable fat. J am oil chem soc 89, pp 1857–1865.

Meunier-Goddik L., 2012. Sour Cream and Crème Fraîche. In book: handbook of animal based fermented food and beverage technologie, second edition, pp.235-246.

Monsen R. E., Adriaenssens L., 1969. Fatty acid composition and total lipid of cream and cream substitutes1. The american journal of clinical nutrition vol. 22, No. pp. 458-463.

Nedeljkovic A, Tomasevic I, Miocinovic J, Pudja P., 2017. Feasibility of discrimination of dairy creams and cream-like analogues using Raman Spectroscopy and chemometric analysis. *Food Chemistry*. PP 1-20.

Nesaretnam K., Robertson N., Basirona Y., Macphie C. S., 1993. Application of hydrogenated palm kernel oil and palm stearin in whipping cream. *J sci food agric*, 61, pp 401-407.

Patel R. Y., Prof. Dr Usmaani G.A., 2015. To study the performance of Palm Kernel Oil in the use of non dairy whip topping. ISSN: 2248-9622, Vol. 5, Issue 7, (Part - 3), pp 30-31.

Shamsi Y. A., Yueoff K., Jinap S., 2000. Development of non-dairy whipping cream using palm kernel, palm kernel olein and palm stearin. UPM research report, vol II, section 2-extended abstracts.

Shamsi k., Che Man Y. B., Yusoff M. S. A., Jinap S., 2002. A comparative study of dairy whipping cream and palm oil-based whipping cream in terms of fa composition and foam stability. *Jaocs*, vol. 79, no. 6.

Simopoulos A. P., 2008. The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Experimental biology and medicine*, 233 pp 674-688.

Théodet C., Gandemer G., 1990. Comparaison de cinq méthodes pour extraire les lipides du lactosérum et de ses dérivés. *Lait* 71. pp 41-54.

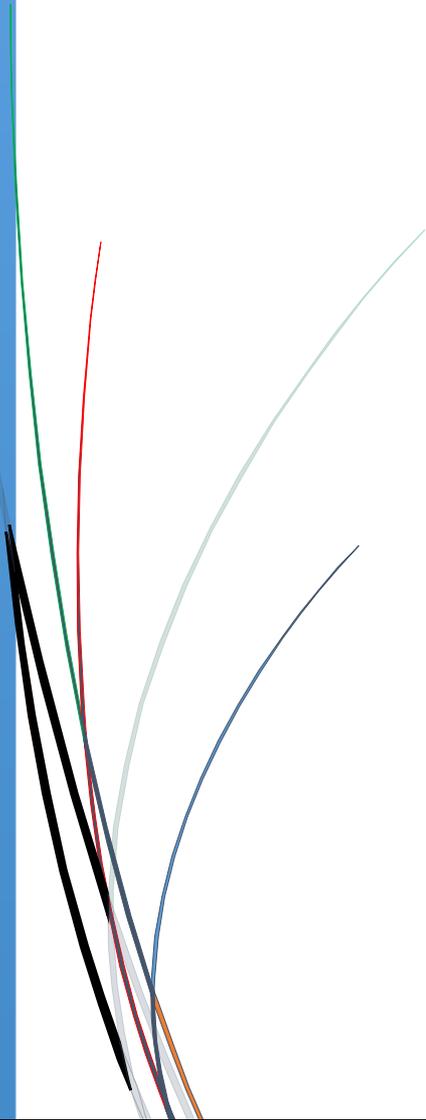
Ulbricht T. L. V., Southgate D.A.T., 1991. Coronary heart disease: seven dietary factors. Vol 338. Pp 985-992.

Varnam A.H., et al., 1994. Cream and cream based products. Pp:183-223.

Awg Isa R.W., Idris N. A., and Habi Mat Dian N. L., 2008. Palm-based trans-free whipped topping as an alternative to dairy cream.

Yilmaz-Ersan I., 2013. Fatty acid composition of cream fermented by probiotic bacteria. *Mljekarstvo* 63 (3), pp 132-139.

Annexes



Annexe XV: composition en acide gras par chromatographe gazeuse en phase liquide.

	<u>Huile d'arachide</u>	<u>Huile de Babassu</u>	<u>Huile de coco</u>	<u>Huile de coton</u>	<u>Huile de pépins de raisin</u>	<u>Huile de maïs</u>	<u>Huile de moutarde</u>	<u>Huile de palme</u>	<u>Huile de palmiste</u>
<u>Acide gras</u>									
C6:0	ND	ND	0.0-0.6	ND	ND	ND	)	NS	0.0-0.8
C8:0	ND	2.6-7.3	4.6-9.4	ND	ND	ND	)	NS	2.4-6.2
C10:0	ND	1.2-7.6	5.5-7.8	ND	ND	ND	)0.0-0.5*	NS	2.6-5.0
C12:0	0.0-0.1	40.0-55.0	45.1-50.3	0.0-0.2	0.0-0.5	0.0-0.3	)	0.0-0.4	41.0-55.0
C14:0	0.0-0.1	11.0-27.0	16.8-20.6	0.6-1.0	0.0-0.3	0.0-0.3	0.0-1.0	0.5-2.0	14.0-18.0
C16:0	8.3-14.0	5.2-11.0	7.7-10.2	21.4-26.4	5.5-11	8.6-16.5	0.5-4.5	41.0-47.5	6.5-10.0
C16:1	0.0-0.2	ND	ND	0.0-1.2	0.0-1.2	0.0-0.4	0.0-0.5	0.0-0.6	NS
C17:0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NS	NS
C17:1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NS	NS
C18:0	1.9-4.4	1.8-7.4	2.3-3.5	2.1-3.3	3.0-6.0	1.0-3.3	0.5-2.0	3.5-6.0	1.3-3.0
C18:1	36.4-67.1	9.0-20.0	5.4-8.1	14.7-21.7	12-28	20.0-42.2	8.0-23	36.0-44.0	12.0-19.0
C18:2	14.0-43.0	1.4-6.6	1.0-2.1	46.7-58.2	58-78	39.4-62.5	10-24	6.5-12.0	1.0-3.5
C18:3	0.0-0.1	ND	0.0-0.2	0.0-0.4	0.0-1.0	0.5-1.5	6.0-18	0.0-0.5)
C20:0	1.1-1.7	ND	0.0-0.2	0.2-0.5	0.0-1.0	0.3-0.6	0.0-1.5	0.0-1.0)
C20:1	0.7-1.7	ND	0.0-0.2	0.0-0.1	ND	0.2-0.4	5.0-13	NS)
C20:2	ND	ND	ND	0.0-0.1	ND	0.0-0.1	0.0-1.0	NS)
C22:0	2.1-4.4	ND	ND	0.0-0.6	0.0-0.3	0.0-0.5	0.2-2.5	NS	) 0.0-0.1*
C22:1	0.0-0.3	ND	ND	0.0-0.3	ND	0.0-0.1	22-50	NS)
C22:2	ND	ND	ND	0.0-0.1	ND	ND	0.0-1.0	NS)
C24:0	1.1-2.2	ND	ND	0.0-0.1	0.0-0.1	0.0-0.4	0.0-0.5	NS)
C24:1	0.0-0.3	ND	ND	ND	ND	ND	0.5-2.5	NS)

ND - non détecté; NS - non spécifié

* valeur totale pour les acides gras indiqués

La suite XV (suite) : composition en acide gras par chromatographe gazeuse en phase liquide.

	<u>Oléine de palme</u>	<u>Stéarine de palme</u>	<u>Huile de colza</u>	<u>Huile de colza (faible acide érucique)</u>	<u>Huile de carthame</u>	<u>Huile de sésame</u>	<u>Huile de soja</u>	<u>Huile de tournesol</u>
Acide gras								
C6:0	ND	ND	)	ND	ND	ND	ND	ND
C8:0	ND	ND	)	ND	ND	ND	ND	ND
C10:0	ND	ND	)0.1*	ND	ND	ND	ND	ND
C12:0	0.1-0.5	0.1-0.4	)	ND	ND	ND	0.0-0.1	0.0-0.1
C14:0	0.9-1.4	1.1-1.8	0.2	0.0-0.2	0.0-0.2	0.0-0.1	0.0-0.2	0.0-0.2
C16:0	38.2-42.9	48.4-73.8	1.5-6.0	3.3-6.0	5.3-8.0	7.9-10.2	8.0-13.3	5.6-7.6
C16:1	0.1-0.3	0.05-0.2	0.0-3.0	0.1-0.6	0.0-0.2	0.1-0.2	0.0-0.2	0.0-0.3
C17:0	ND	ND	ND	0.0-0.3	ND	0.0-0.2	ND	ND
C17:1	ND	ND	ND	0.0-0.3	ND	0.0-0.1	ND	ND
C18:0	3.7-4.8	3.9-5.6	0.5-3.1	1.1-2.5	1.9-2.9	4.8-6.1	2.4-5.4	2.7-6.5
C18:1	39.8-43.9	15.6-36.0	8-60	52.0-66.9	8.4-21.3	35.9-42.3	17.7-26.1	14.0-39.4
C18:2	10.4-13.4	3.2-9.8	11-23	16.1-24.8	67.8-83.2	41.5-47.9	49.8-57.1	48.3-74.0
C18:3	0.1-0.6	0.1-0.6	5-13	6.4-14.1	0.0-0.1	0.3-0.4	5.5-9.5	0.0-0.2
C20:0	0.2-0.6	0.3-0.6	0.0-3.0	0.2-0.8	0.2-0.4	0.3-0.6	0.1-0.6	0.2-0.4
C20:1	ND	ND	3-15	0.1-3.4	0.1-0.3	0.0-0.3	0.0-0.3	0.0-0.2
C20:2	ND	ND	0.0-1.0	0.0-0.1	ND	ND	0.0-0.1	ND
C22:0	ND	ND	0.0-2.0	0.0-0.5	0.2-0.8	0.0-0.3	0.3-0.7	0.5-1.3
C22:1	ND	ND	5-60	0.0-2.0	0.0-1.8	ND	0.0-0.3	0.0-0.2
C22:2	ND	ND	0.0-2.0	0.0-0.1	ND	ND	ND	0.0-0.3
C24:0	ND	ND	0.0-2.0	0.0-0.2	0.0-0.2	0.0-0.3	0.0-0.4	0.2-0.3
C24:1	ND	ND	0.0-3.0	0.0-0.4	0.0-0.2	ND	ND	ND

ND - non détecté

* valeur totale pour les acides gras indiqués

Annexe XV(la suite) : caractérisation chimique et physique.

	<u>Huile d'arachide</u>	<u>Huile de Babassu</u>	<u>Huile de coco</u>	<u>Huile de coton</u>	<u>Huile de pépins de raisin</u>	<u>Huile de maïs</u>	<u>Huile de moutarde</u>	<u>Huile de palme</u>	<u>Huile de palmiste</u>
DENSITE RELATIVE (x° C/eau à 20 °C)	0.914-0.917 x=20 °C	0.914-0.917 x=25 °C	0.908-0.921 x=40 °C	0.918-0.926 x=20 °C	0.923-0.926 x=20 °C	0.917-0.925 x=20 °C	0.910-0.921 x=20 °C	0.891-0.899 x=50 °C	0.899-0.914 x=40 °C
INDICE DE REFRACTION (N_D 40 °C)	1.460-1.465	1.448-1.451	1.448-1.450	1.458-1.466	1.473-1.477	1.465-1.468	1.461-1.469	1.449-1.455†	1.448-1.452
INDICE DE SAPONIFICATION (mgKOH/g huile)	187-196	245-256	248-265	189-198	188-194	187-195	170-184	190-209	230-254
INDICE D'IODE*(WIJS)	86-107	10-18	6.3-10.6	100-115	130-138	107-128	92-125	50.0-55.0	14.1-21.0
INSAPONIFIABLE (g/kg)	< = 10	< = 12	< = 15	< = 15	< = 20	< = 28	< = 15	< = 12	< = 10
	<u>Oléine de palme</u>	<u>Stéarine de palme</u>	<u>Huile de colza</u>	<u>Huile de colza (faible acide érucique)</u>	<u>Huile de carthame</u>	<u>Huile de sésame</u>	<u>Huile de soja</u>	<u>Huile de tournesol</u>	
DENSITE RELATIVE (x° C/water at 20 °C)	0.899-0.920 x=40 °C	0.881-0.891 x=60 °C	0.910-0.920 x=20 °C	0.914-0.920 x=20 °C	0.922-0.927 x=20 °C	0.915-0.923 x=20 °C	0.919-0.925 x=20 °C	0.918-0.923 x=20 °C	
DENSITE APPARENTE (g/ml) at 40 °C	0.8969-0.8977	0.8813-0.8844							
INDICE DE REFRACTION (N_D 40 °C)	1.4586-1.4592	1.4472-1.4511	1.465-1.469	1.65-1.467	1.467-1.470	1.465-1.469	1.466-1.470	1.467-1.469	
INDICE DE SAPONIFICATION (mgKOH/g huile)	194-202	193-205	168-181	182-193	186-198	187-195	189-195	188-194	
INDICE D'IODE*(WIJS)	> = 56	< =48	94-120	110-126	136-148	104-120	124-139	118-141	
INSAPONIFIABLE (g/kg)	< = 13	< = 9	< = 20	< = 20	< = 15	< = 20	< = 15	< = 15	

* L'indice d'iode est calculé à partir de la composition en acides gras, sauf pour les huiles de moutarde, palme, colza, sésame et la stéarine de palme.

† n_D 50°C

Annexe I : Photographies des produits analysés.



CF1



CF2



CF3



CF4



CF5

Annexe II : Mode opératoire pour la détermination de l'humidité.

Peser 5 g de l'échantillon pour essai, dans le vase préalablement séché et taré ;



Maintenir le vase contenant la prise d'essai durant 1 h dans l'étuve réglée à $103\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$;



Laisser refroidir dans le dessiccateur jusqu'à la température ambiante, puis peser;



Répéter les opérations de chauffage, de refroidissement et de pesée, mais avec des séjours successifs dans l'étuve de 30 min chacun, jusqu'à ce que la perte de masse entre deux pesées successives ne dépasse pas 2 mg ou 4 mg, selon la masse de la prise d'essai ;



Effectuer deux déterminations sur des prises d'essai provenant du même échantillon pour essai.

Annexe III : Mode opératoire pour la détermination du taux de cendre

Peser un creuset vide à l'aide d'une balance de précision



Peser 5g d'échantillon dans un creuset

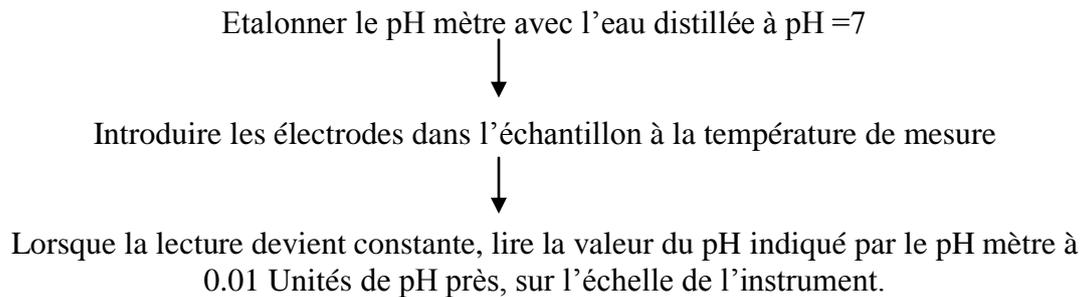


Mettre dans un four à une température de 550 °C pendant 4 heures

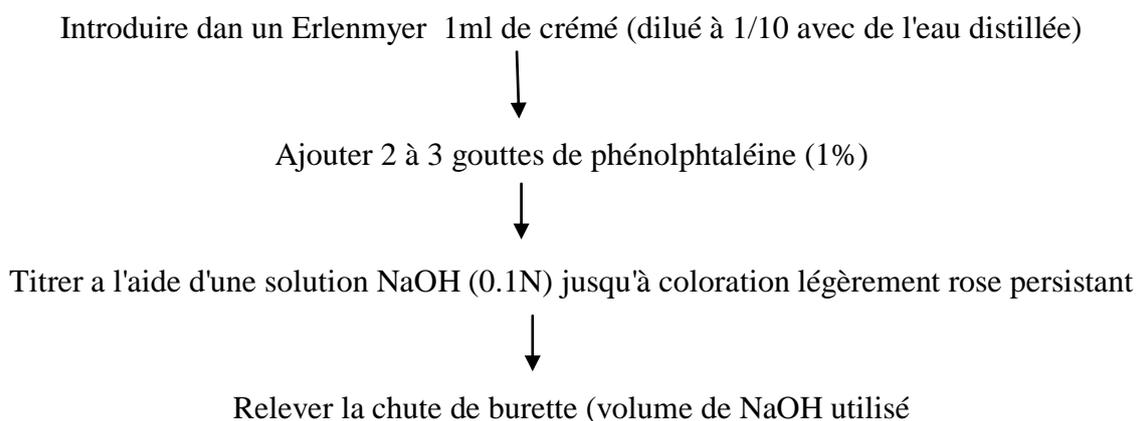


Transférer les creusets contenant les cendres dans un dessiccateur puis peser avec une balance de précision à 0.001g

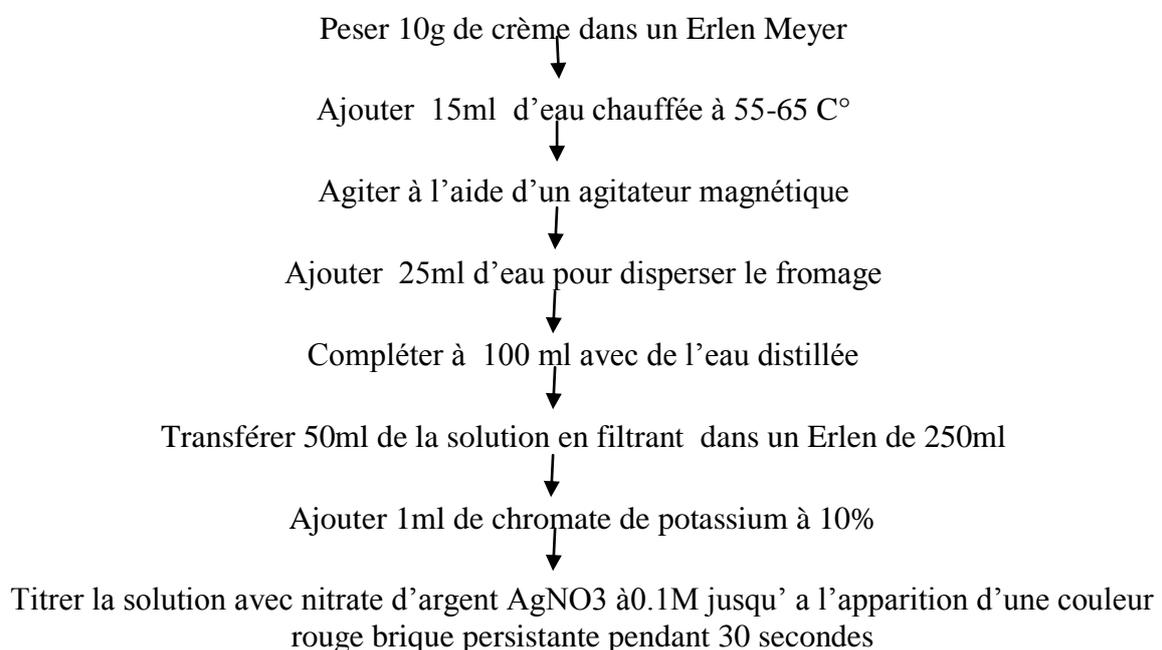
Annexe IV : Mode opératoire pour la Mesure du pH



Annexe V: mode opératoire pour le détermination de l'acidité titrable

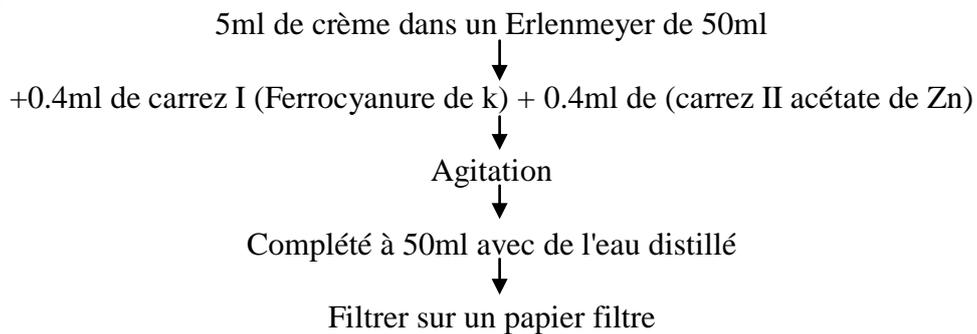


Annexe VI: Mode opératoire pour la détermination de la teneur en sel

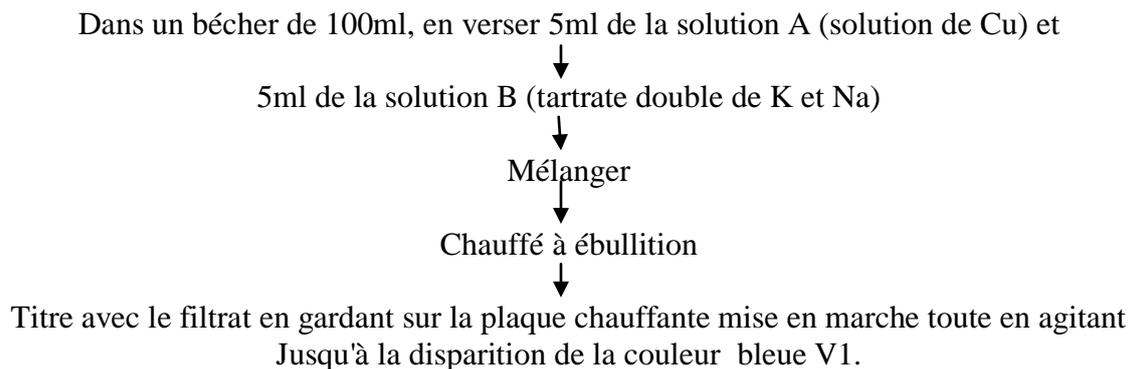


Annexe VII: mode opératoire pour le dosage du lactose

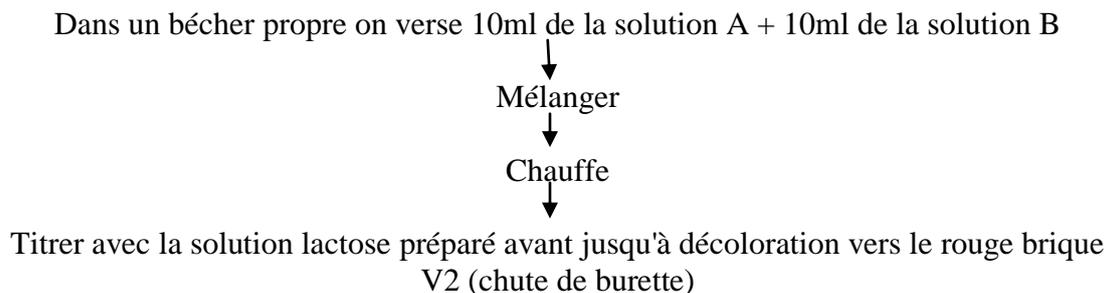
Etape 1:



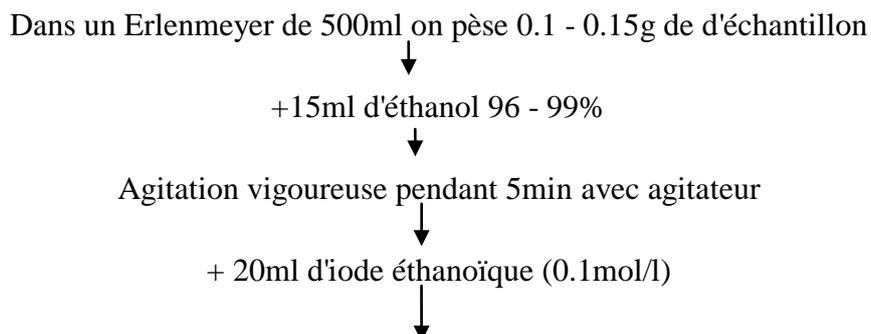
Etape 2:

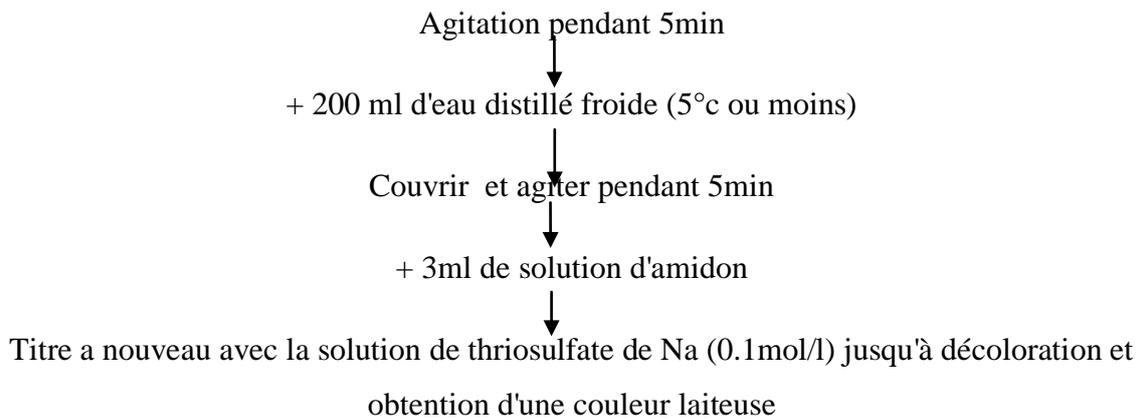


Etape 3:



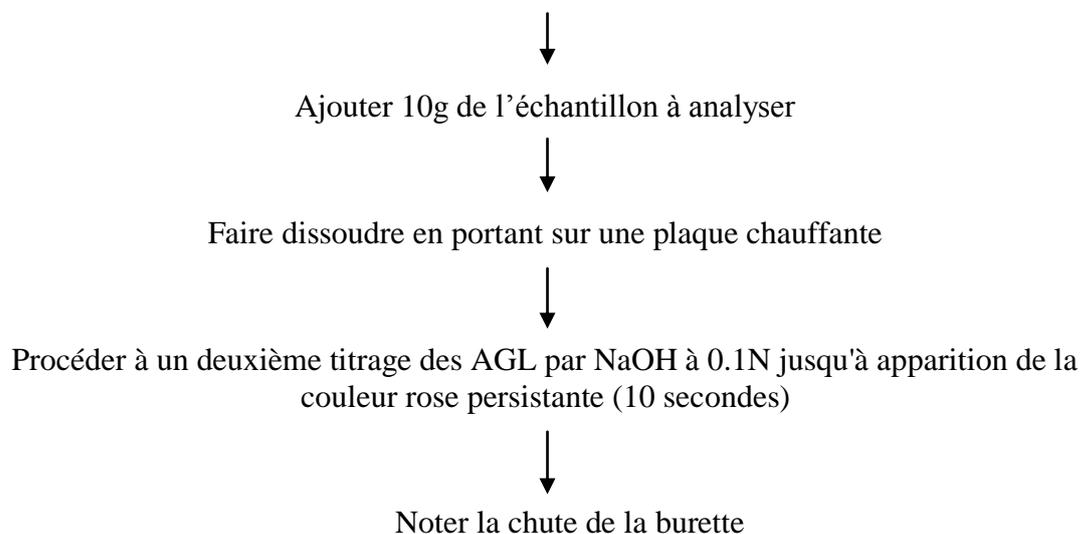
Annexe VIII: Mode opératoire pour l'indice d'iode



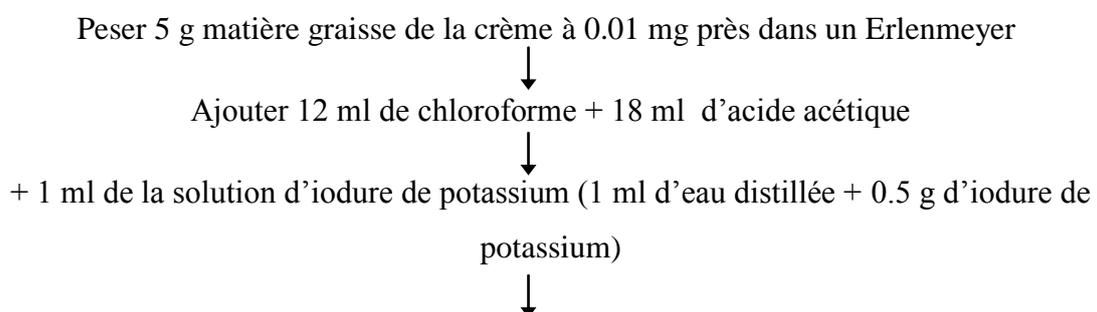


Annexe IX: Mode opératoire pour la détermination de l'acidité

Préparer dans un Erlenmeyer une solution de 75 ml d'alcool neutralisée (éthanol+quelques gouttes de phénolphtaléine qui est un indicateur coloré, titrer le NaOH jusqu'à apparition d'une coloration rose)



Annexe X: Mode opératoire pour la détermination de l'indice de peroxyde



Agiter durant 1 mn et laisser 1 mn à l'abri de la lumière, à une température comprise entre 15 et 25 °C

Ajouter 75ml d'eau distillée (afin d'arrêter la réaction) et agiter vigoureusement présence de quelques

Gouttes d'empois d'amidon comme indicateur coloré

Titrer l'iode libéré avec la solution de thiosulfate de sodium 0.01 N

Parallèlement à la détermination, effectuer un essai à blanc.

Annexe XI: Méthode de dosage de la matière grasse dans la crème selon la méthode de « GERBER »

Placer les butyromètres spécifique pour la crème fraîche sur un support en suite verser 10ml d'acide sulfurique à 1.28 de densité (sans mouiller le cou du butyromètre).

Ajouter 5 ml de l'eau.

Ajouter 5g de la crème.

Ajouter 1 ml d'alcool iso-amylque en recouvrant la surface de la crème.

Fermer les butyromètres à l'aide des bouchons et agiter pour mélanger les liquides.

Placer les butyromètres face à face dans la centrifugeuse les bouchons vers le bas.

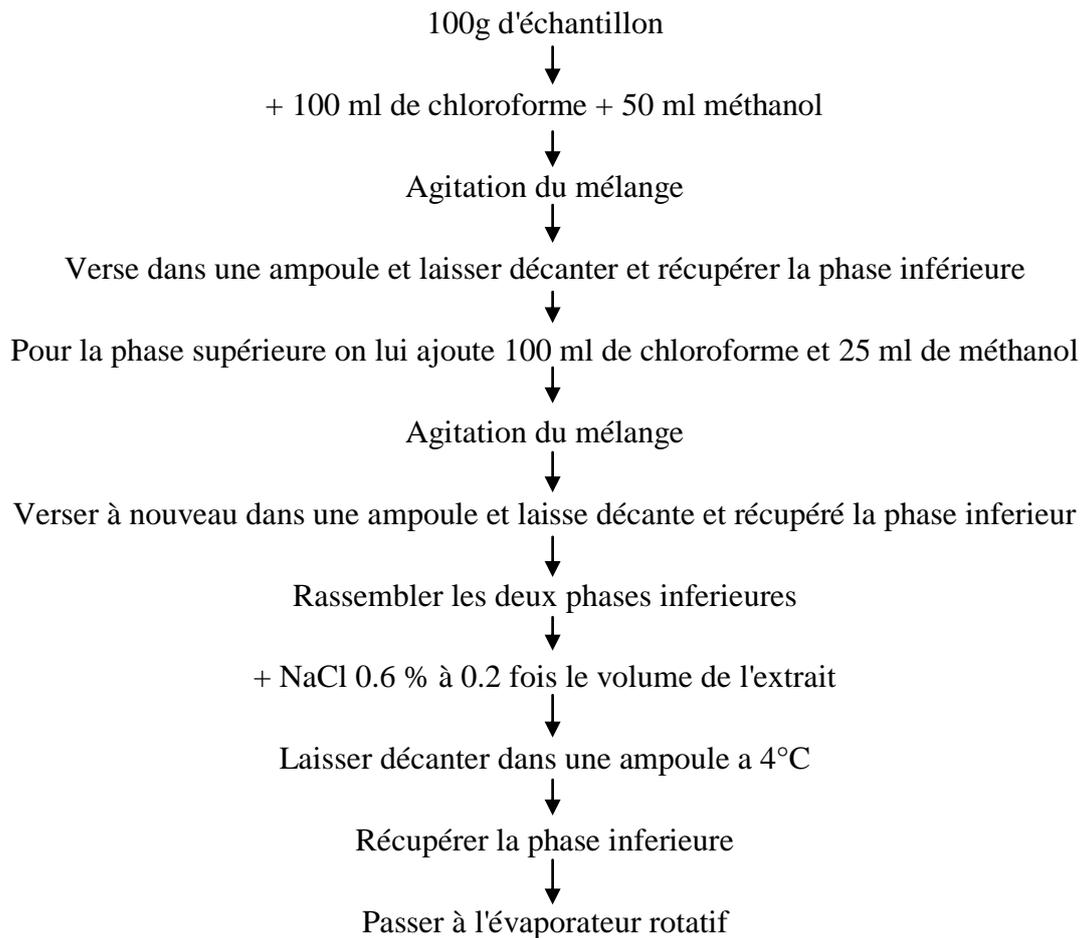
Centrifuger pendant 5 min.

Retirer les butyromètres de centrifugeuse puis les mettre bouchon en bas dans un bain-marie à 65°C pendant 5 min.

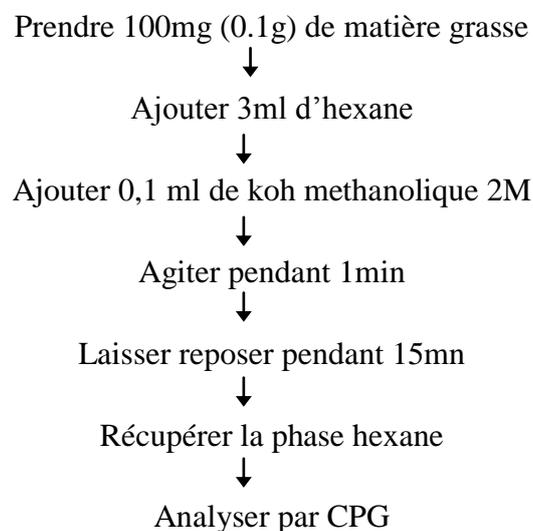
Enlever les butyromètres les tenir à la verticale de sorte que le ménisque de la colonne les lipides se trouve à la hauteur des yeux.

Faire une lecture directe sur l'échelle en exprimant les résultats en pourcentage.

Annexe XII: Mode opératoire pour l'extraction des lipides



Annexe XIII: Préparation des esters méthyliques d'acides gras pour la CPG.



Annexe XIV: résultats statistiques de tous les paramètres étudiés (Analyse de la variance).

pH:

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	2917,944	14	208,425				
VAR.FACTEUR 1	2889,324	4	722,331	252,386	0		
VAR.RESIDUELLE 1	28,62	10	2,862			1,692	7,29%

Teneur en sel:

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,047	14	0,003				
VAR.FACTEUR 1	0,045	4	0,011	94,433	0		
VAR.RESIDUELLE 1	0,001	10	0			0,011	6,56%

Teneur en eau:

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	544,495	14	38,892				
VAR.FACTEUR 1	542,659	4	135,665	739,211	0		
VAR.RESIDUELLE 1	1,835	10	0,184			0,428	0,65%

Teneur en cendres:

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,502	14	0,036				
VAR.FACTEUR 1	0,495	4	0,124	178,847	0		
VAR.RESIDUELLE 1	0,007	10	0,001			0,026	5,17%

Lactose:

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	48691,95	14	3477,996				
VAR.FACTEUR 1	48449,03	4	12112,26	498,615	0		
VAR.RESIDUELLE 1	242,918	10	24,292			4,929	5,48%

Acidité titrable:

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	2917,944	14	208,425				
VAR.FACTEUR 1	2889,324	4	722,331	252,386	0		
VAR.RESIDUELLE 1	28,62	10	2,862			1,692	7,29%

Acidité:

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	8,564	14	0,612				
VAR.FACTEUR 1	8,551	4	2,138	1613,289	0		
VAR.RESIDUELLE 1	0,013	10	0,001			0,036	3,67%

Indice de peroxyde:

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	37,8	14	2,7				
VAR.FACTEUR 1	37,614	4	9,403	504,471	0		
VAR.RESIDUELLE 1	0,186	10	0,019			0,137	10,94%

Indice d'iode:

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	9113,404	14	650,958				
VAR.FACTEUR 1	8086,653	4	2021,663	19,69	0,00014		
VAR.RESIDUELLE 1	1026,751	10	102,675			10,133	16,72%

Résumé

Le développement du domaine des crèmes laitières reconstituées a donné naissance aux crèmes analogues, produits similaires aux crèmes laitières dont la matière grasse laitière est remplacée par la matière grasse végétale. Le présent travail, réalisé au niveau du laboratoire technologie agroalimentaire consiste en une étude comparative d'une sélection de crèmes de dates récentes, présentes sur le marché algérien. Ça consiste en une évaluation physico-chimique avec un intérêt particulier accordé à la détermination de leur composition en acides gras. Les paramètres physico-chimiques (teneur en eau, pH, teneur en sel, point de fusion et taux de cendres) ont révélé que les produits analysés sont pour la plupart conformes aux normes en vigueur et aux valeurs déterminées par les auteurs. L'analyse chromatographique (CPG) a permis la classification des différentes crèmes analysées selon leur composition en acides gras et l'identification du type de graisse ou d'huile utilisé : La crème CF1 se révèle être composée d'un mélange de matière grasse laitière et végétale, ce qui interdit son appellation « crème fraîche ». Les crèmes CF2, CF3, CF4 se révèlent être composées d'huile de palme, de coprah, de soja, respectivement. La crème CF5 serait composée d'un mélange d'huile (palmiste, palme et/ou ses fractions) ayant subi une hydrogénation et une inter-estérification.

Mots Clés: Crèmes laitières, crèmes analogues, matière grasse.

Summary

The development of the field of reconstituted milk creams has given rise to analogue creams, products similar to milk creams where dairy fat is replaced by vegetable fat. The present work, carried out at the food technology laboratory level, consists of a comparative study of a cream selection of recent dates, present on the Algerian market. It consists of a physico-chemical evaluation with a particular interest in the determination of their fatty acid composition. The physicochemical parameters (water content, pH, salt content, melting point and ash content) revealed that the analyzed products are for the most part in compliance with the standards and the values determined by the authors. The chromatographic analysis (GC) allowed the classification of the different creams analyzed according to their fatty acid composition and the identification of the type of fat or oil used: The CF1 cream appears to be composed of a mixture of milk and vegetable fat, which prohibits its name "crème fraîche". CF2, CF3, CF4 creams appear to be composed of palm oil, coconut and soy respectively. The CF5 cream is composed of a mixture of oil (palm kernel, palm and / or its fractions) having undergone hydrogenation and inter-esterification.

Key words: Dairy creams, similar creams, fat contents.