



DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

MÉMOIRE DE FIN D'UDESÉT

Présenté par

BOUKHALOUA Nour El Houda

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN AGRONOMIE

Spécialité: Biotechnologie agro-alimentaire

Thème

Evaluation physico-chimique et profil en acide gras des crèmes

Laitières commercialisées

Soutenu publiquement le :

Devat le jury

Président Alasri BENBOUZIANE Université de Mostaganem

Examineur AYMAD AIT SAADA Université de Mostaganem

Encadreur Djamel BENMILOUD Université de Mostaganem

Thème réalisé au laboratoire GIP LAIT

Remerciements

Je tiens à remercier en premier mon encadreur

Mr. BENMILLOD

Qui a bien voulu diriger ce travail, ces conseils et ses

Encouragements

Ont beaucoup servis pour aboutir qui à mes résultants.

Mes remerciements sont adressés à tous ceux qui ont contribué

de près ou loin pour à la réalisation

de ce mémoire

Dédicace

Je dédie ce mémoire

*A mes chers parents **ma mère et mon père** et **saidou***

Pour leur patience, leur amour, leur soutien et leur encouragement

*A mes frères **Fathi et youcef***

*A ma Soeur **Chaima***

*A mes amis **Aicha, Abd nour et Yasmina***

*Sans oublier tous **Les professeurs** que ce soit du primaire, du moyen*

Du secondaire ou de l'enseignement supérieur

A tous ceux qui ont contribué de près de loin à la réalisation

De ce travail.

Nour El Houda

LISTE DES ABREVIATIONS

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

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Composition moyenne en % du lait de vache	4
Tableau 2 :Composition minérale du lait de vache.....	6
Tableau 3 : Classification de crèmes selon l'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture	16
Tableau4 :Teneur en éléments nutritif de 100g de la crème	18
Tableau5 :Classification des crèmes selon l'organisation de nation unies pour l'alimentation	19
Tableau6 : Norme générale Codex pour certaine additifs autorisés dans les Crèmes analogues	27
Tableau7 : Durée et température de conservation des différents types de crème	31
Tableau8 : caractéristique et rôle de quelque espèce utilisée dans la fabrication de la crème	36
Tableau9 : Description des cinq (5) échantillons analysés	39
Tableau10 : Constantes des acides gras insaturés pour le calcul de l'I ₂	45
Tableau11 : Composition en acides gras (en % des esters méthyliques d'acides gras totaux)	59

LISTE DES FIGURES

Figure1 : Du lait aux produits laitiers	9
Figure2 : Schéma général de la filière lait.....	10
Figure3 : Diagramme général de fabrication des yaourts et des lait fermentes	12
Figure4 : Diagramme simplifié de la production du yaourt	13
Figure5 : Etapes essentielles de transformation du lait en fromage	14
Figure 6 : Photographies des différents types des crèmes lactières commercialisées	25
Figure 7 . Diagramme de fabrication des crèmes lactières	30
Figure 8 : Principe d'une écrémeuse à débouillage automatique	32
Figure9 : photo original d'écrémeuse.....	32
Figure10 : Diagramme de fabrication de la crème fraîche épaisse (selon TASSILI)	38
Figure 11 : Photo originale d'étuve	41
Figure 12 : Photo original du four a moufle	41
Figure 13 : PH mètre	42
Figure14 : Teneurs en lipides des différents types de crème (%)	50
Figure 15 :Teneur en eau (%) des différents types des crèmes	51
Figure 16 : Les teneurs en cendres des différents types de crème	52
Figure 17 : Les valeurs de pH des différents types de crème	53
Figure 18 : Les valeurs d'acidité titrable des différents types de crème	54
Figure 19 : Teneur en Na Cl des différents types de crème	56
Figure20 : Les valeurs de lactose des différents types de crème des crèmes et les rapports entre les groupes d'acides gras	57
Figure 21 : Indice d'iode des crèmes lactières	64
Figure 22 : Acidité des échantillons analysés	64
Figure 23 : Indice de peroxyde des crèmes	66

SOMMAIRE

Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction	1

Partie bibliographique

PARTIE 1 GENERALITE SUR LE LAIT

1- Le lait	3
1-1 Définition	3
1-2 La composition du lait	3
1-2-1 Eau.....	4
1-2-2 Matière grasse.....	5
1-2-3 Protéines	5
1-2-4 Lactose.....	5
1-2-5 minéraux.....	6
1-2-6 Vitamines.....	6
1-2-7 Enzymes.....	7
1-3 Les caractéristique physico-chimique du lait	7
1-3-1 La densité.....	7
1-3-2 L'acidité de titration ou acidité doronic	7
1-3-3 Le point de congélation	7
1-3-4 Le ph	8
1-4 Intérêt nutritionnel et diététique du lait.....	8
1-5 Les produit laitiers.....	9
1-5-1 La filière des produits laitères.....	9

CHAPITRE 2 LES PRODUITS LAITIERS

2- Produits laitères fermentes.....	10
2-1 Lait fermenté.....	11
2-1-1 L'ben.....	11
2-1-2 Raib.....	11

2-1-3 Yaourt.....	12
2-1-4 Fromage.....	14

CHAPITRE 3 LES CREME LAITIERS

1. Définition des crèmes lactées	17
2. Composition et valeur nutritionnelle des crèmes lactées	17
3. Classification des crèmes lactés	19
3.1. Selon la teneur en matière grasse	19
3.2. Selon le traitement thermique appliqué	20
3.2.1. Crème crue	20
3.2.2. Crème pasteurisée (Cas de la crème fraîche)	20
3.2.2.1. Crème fraîche pasteurisée liquide	20
3.2.2.2. Crème fraîche pasteurisée épaisse (ou maturée)	21
3.2.3. Crème stérilisée fluide	21
3.2.4. Crème UHT	21
3.3. Selon les traitements spécifiques liés à leurs utilisations	21
3.3.1. Crème à fouetter (Whipping cream)	21
3.3.2. Crème sure (Sour cream)	22
3.3.3. Crème de café (Coffee cream)	23
3.3.4. Crème double (Double cream)	23
3.3.5. Crème Chantilly	23
3.3.6. Crème sous pression	24
4. Les additifs alimentaires autorisés dans les crèmes lactées	26
4.1. Classification des additifs alimentaires	26

CHAPITRE 4 TECHNOLOGIE DE FABRICATION DES CREMES LAITIERS

1. Procédé de fabrication des crèmes lactées	29
1.1. Diagramme de fabrication des crèmes lactées	29
1.2. Conditions de conservation des crèmes lactées	31
1.3. Technologie de fabrication de la crème fraîche	31
1.3.1. Ecrémage centrifuge	31
1.3.2. Pasteurisation	33

1.3.3. Désaération et désodorisation	34
1.3.4. L'ensemencement en ferments lactiques et maturation	35
1.3.5. Refroidissement et conditionnement	36

II PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE 5 MATERIELE ET METHODES

1. Objectif de l'étude	37
2. Présentation du diagramme de fabrication de la crème fraîche le littoral au sein de l'entreprise gip lait Laitière de Mostaganem	37
3. Echantillonnage	39
3.1. La sélection des échantillons	39
3.2. Prélèvements des échantillons	40
4. Les analyses physico-chimiques	40
4.1. Détermination de la teneur en eau et en matières volatiles	40
4.2. Détermination des taux de cendres	41
4.3. Détermination du pH de la phase aqueuse par la méthode potentiométrique	42
4.4. Acidité titrable	42
4.5. Tenur en Na Cl	43
4.6. Dosage du lactose	43
5. Indices de qualité	44
5.1. Indice d'iode	44
5.1.1. Détermination par protocole analytique	44
5.1.2. Détermination à partir de la composition en acide gras	44
5.2. Acidité	45
5.3. Détermination de l'indice de peroxyde	46
6. Dosage de lipides	46
7. Détermination de la composition en acide gras	47
7.1. Extraction des lipides	47
7.2. Détermination de la teneur en acide gras par chromatographie en phase gazeuse	47
7.2.1. Préparation des esters méthyliques d'acides gras (EMAG/FAME)	48
7.2.2. Analyse des esters méthyliques d'acides gras par chromatographie en phase gazeuse (CPG)	48
8. Analyse statistique	49

CHAPITRE 6 RESULTATS ET DISCUSSIONS

1. Classification des crèmes selon la teneur en matières grasses	50
1.1 La teneur en lipides	50
2. Les analyses physico-chimiques des crèmes	51
2.1. Teneur en eau	51
2.2. Taux de cendres	52
2.3. Mesure du pH	53
2.4. Acidité titrable	54
2.5. Teneur en Na Cl	55
2.6. Dosage du lactose	56
3. Profil en acides gras des crèmes	58
4. Les indices de qualité de la matière grasse	63
4.1. Indice d'iode	63
4.2. L'acidité	64
4.3. Indice de peroxyde	65
Conclusion	67

Références bibliographiques

Annexes.

Introduction

Historiquement, la fabrication de la crème laitière remonte à des centaines d'années ; elle s'obtenait dans les crémèries 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 laitières 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 laitières 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 laitières reconstituées a ouvert de nouvelles possibilités dans la formulation des crèmes, et plus particulièrement celle de la naissance du concept des crèmes analogue (végétales). Ce sont des produits similaires aux crèmes laitières dont la matière grasse laitière (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 laitières ». Elles sont en réalité formulées au départ de quantités bien définies d'eau, de matière grasse végétale, de protéines laitiers ou végétales, de stabilisants, d'épaississants et d'émulsifiants de faible poids moléculaire.

À la différence des crèmes laitières, 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 laitières et analogues commercialisées en Algérie. Nous apportons notre contribution en évaluant les propriétés physico-chimiques et en déterminant le profil en acides gras (test accrédité, type d'échantillons, conditions de collecte, traitement ...) de ces produits fortement présents sur les étagères, largement utilisés par le consommateur algérien, qui, à part connaître comment et dans quel mets 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 laitières 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.

1-Le lait :**1-1-définition :**

Le lait était défini en 1908 au cours du congrès international de la répression des fraudes à Genève comme étant «Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir du colostrum» (**POUGHEON et GOURSAUD, 2001**)

Le lait est un liquide blanc, opaque, de saveur légèrement sucrée, constituant un aliment complet et équilibré, sécrété par les glandes mammaires de la femme et par celles des mammifères femelles pour la nutrition des jeunes. (**ABOUTAYEB, 2009**).

Le lait cru est un lait qui n'a subi aucun traitement de conservation sauf la réfrigération à la ferme. La date limite de vente correspond au lendemain du jour de la traite. Le lait cru doit être porté à ébullition avant consommation (car il contient des germes pathogènes).

Il doit être conservé au réfrigérateur et consommé dans les 24h (**FREDOT, 2006**).

JEANTET et coll. (2008) rapportent que le lait doit être en outre collecté dans de bonnes conditions hygiéniques et présenter toutes les garanties sanitaires. Il peut être commercialisé en l'état mais le plus souvent après avoir subi des traitements de standardisation lipidique et d'épuration microbienne pour limiter les risques hygiéniques et assurer une plus longue conservation .

1-2-La composition du lait :

FRANWORTH et MAINVILLE (2010) évoquent que le lait est reconnu depuis longtemps comme étant un aliment bon pour la santé. Source de calcium et de protéines, il peut être ajouté à notre régime sous plusieurs formes. Les laits sont les seuls aliments naturels complets qui existent, chacun d'eux étant adapté à l'espèce et à la race animale qui l'a produit (**MITTAINE, 1980**).

Selon **FAVIER (1985)**, le lait est une source importante de protéines de très bonne qualité, riches en acides aminés essentiels, tout particulièrement en lysine qui est par excellence l'acide aminé de la croissance. Ses lipides, caractérisés par rapport aux autres corps gras alimentaires par une forte proportion d'acides gras à chaîne courte, sont beaucoup

plus riches en gras saturés qu'en acides gras insaturés. Ils véhiculent par ailleurs des quantités appréciables de cholestérol et de vitamine A ainsi que de faibles quantités de vitamine D et E.

1-2-1-Eau

D'après **AMIOT et coll.** (2002), l'eau est le constituant le plus important du lait, en proportion. La présence d'un dipôle et de doublets d'électrons libres lui confère un caractère polaire. Ce caractère polaire lui permet de former une solution vraie avec les substances polaires telles que les glucides, les minéraux et une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles du sérum. Puisque les matières grasses possèdent un caractère non polaire (ou hydrophobe), elles ne pourront se dissoudre et formeront une émulsion du type huile dans l'eau. Il en est de même pour les micelles de caséines qui formeront une suspension colloïdale puisqu'elles sont solides.

Le tableau 1 donne la composition moyenne en % pour différentes espèces.

Tableau 1 : Composition moyenne en % du lait de vache, femme, brebis et chèvre (**JENSEN, 1995**).

COMPOSANTS	VACHE	FEMME	BREBIS	CHEVRE
PROTEINES	3.43	1.0	2.9	5.5
CASEINES	2.82	0.4	2.5	4.6
LIPIDES	3.73	3.8	4.5	7.47
LACTOSE	4.6	7.0	4.1	4.8
MINERAUX	0.7	0.2	0.8	1.0

1-2-2-Matière grasse :

JEANTET et coll. (2008) rapportent que la matière grasse est présente dans le lait sous forme de globules gras de diamètre de 0.1 à 10µm et est essentiellement constitué de triglycérides (98%). La matière grasse du lait de vache représente à elle seule la moitié de l'apport énergétique du lait. Elle est constituée de 65% d'acides gras saturés et de 35% d'acides gras insaturés. Elle renferme:

- Une très grande variété d'acides gras (150 différents),
- Une proportion élevée d'acides gras à chaînes courtes, assimilés plus rapidement

que les acides gras à longues chaînes;

- Une teneur élevée en acide oléique (C18:1) et palmitique (C16:0),
- Une teneur moyenne en acide stéarique (C18:0),

1-2-3-Protéines :

Selon JEANTET et coll. (2007), le lait de vache contient 3.2 à 3.5% de protéines réparties en deux fractions distinctes:

- Les caséines qui précipitent à pH 4.6, représentent 80% des protéines totales,
- Les protéines sériques solubles à pH 4.6, représentent 20% des protéines totales.

1-2-4-Lactose :

MATHIEU(1999) évoque que le lait contient des glucides essentiellement représentés par le lactose, son constituant le plus abondant après l'eau. Sa molécule $C_{12}H_{22}O_{11}$, est constituée d'un résidu galactose uni à un résidu glucose. Le lactose est synthétisé dans les cellules des acini à partir du glucose sanguin. Celui-ci est en grande partie produit par le foie.

Le lactose est quasiment le seul glucide du lait de vache et représente 99% des glucides du lait de monogastriques. Sa teneur est très stable entre **48 et 50 g/l** dans le lait de vache.

Cette teneur présente de faibles variations dans le sens inverse des variations du taux butyreux. Le lactose est un sucre spécifique du lait (HODEN et COULON, 1991).

1-2-5-Minéraux :

Selon GAUCHERON(2004), le lait contient des quantités importantes de différents minéraux. Les principaux minéraux sont calcium, magnésium, sodium et potassium pour les cations et phosphate, chlorure et citrate pour les anions (Tableau 2).

Tableau 2: Composition minérale du lait de vache (JEANTET et coll., 2007)

Eléments minéraux	Concentration (mg.kg ^l)
Calcium	240
Magnésium	49
Phosphate inorganique	380
Citrate	756
Sodium	253
Potassium	469
Chlorure	435

1-2-6-Vitamines :

Selon VIGNOLA(2002), les vitamines sont des substances biologiquement indispensables à la vie puisqu'elles participent comme cofacteurs dans les réactions enzymatiques et dans les échanges à l'échelle des membranes cellulaires. L'organisme humain n'est pas capable de les synthétiser.

On distingue d'une part les vitamines hydrosolubles (**vitamine du groupe B et vitamine C**) en quantité constantes, et d'autre part les vitamines liposolubles (**A, D, E et K**) (JEANTET et coll. 2008).

1-2-7-Enzymes :

POUGHEON(2001) définit les enzymes comme des substances organiques de nature protidique, produites par des cellules ou des organismes vivants, agissant comme catalyseurs dans les réactions biochimiques. Environ 60 enzymes principales ont été répertoriées dans le lait dont 20 sont des constituants natifs. Une grande partie se retrouve dans la membrane des globules gras mais le lait contient de nombreuses cellules (**leucocytes, bactéries**) qui élaborent des enzymes : la distinction entre éléments natifs et éléments extérieurs n'est donc pas facile.

1-3 Les caractéristiques physico-chimiques du lait :

1-3-1 La densité :

Elle oscille entre 1,028 et 1,034. Elle doit être supérieure ou égale à 1,028 à 20°C. La densité des laits de grand mélange des laiteries est de 1,032 à 20°C. La densité des laits écrémés est supérieure à 1,035. Un lait à la fois écrémé et mouillé peut avoir une densité normale (Vierling, 2008).

1-3-2 L'acidité de titration ou acidité Dornic :

L'acidité de titration indique le taux d'acide lactique formé à partir du lactose. Un lait frais a une acidité de titration de 16 à 18°Dornic (°D). Conservé à la température ambiante s'acidifie spontanément et progressivement (Mathieu, 1998). C'est la raison pour laquelle on distingue l'acidité naturelle, celle qui caractérise le lait frais, d'une acidité développée issue de la transformation du lactose en acide lactique par divers microorganismes (CIPC lait, 2011)

1-3-3 Le point de congélation :

Le point de congélation du lait est l'une de ses caractéristiques physiques les plus constantes. Sa valeur moyenne, si l'on considère des productions individuelles de vache, se situe entre -0,54 °C et - 0,55°C (Mathieu, 1998). La mesure de ce paramètre permet l'appréciation de la quantité d'eau éventuellement ajoutée au lait. Un mouillage de 1% entraîne une augmentation du point de congélation d'environ 0,0055°C (Gouraud, 1985).

1-3-4 Le 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 (H₃O⁺)** et donc une diminution **du pH, car : $\text{pH} = \log 1/ [\text{H}_3\text{O}^+]$** A la différence avec l'acidité triturable qui elle mesure tous les ions H⁺ disponibles dans le milieu, dissociés ou non (acidité naturelle +acidité développée), reflétant ainsi les composés acides du lait (CIPC lait, 2011).

1-4- Intérêt nutritionnel et diététique du lait :

L'intérêt nutritionnel de lait est double :

- Apport en protéines d'excellentes valeurs biologiques.
- Apport en calcium fournissant en outre des **vitamines A, D et B2 (DUPIN, 1973)**.

Pour les protéines, la caséine est à plus forte raison, le complexe protidique du lait, elle contient en bonne proportion tous les acides aminés indispensable à la croissance et à l'entretien, les glucides composé du lactose qui joue un rôle important dans l'entretien d'une flore digestive lactique et dans l'absorption du calcium.

Le lait peut contenir des facteurs de croissance qui sont des **polysaccharides (ALAIS, 1975)**. Pour le calcium mieux assimilé dans l'intestin que celui de toute autre source, car le lait contient d'autres éléments favorable à cette assimilation, mieux utilisées dans l'organisme car le lait apporte en même temps du phosphore en bonne proportion et un peu de vitamines D. (ALAIS, 1975).

1-5-Les produits laitiers :

Grâce à la richesse de sa composition et la variété de ses constituants, le lait donne naissance par transformation à une très vaste famille de produits telle que : Crème, beurre, fromage frais, fromage, yaourt...etc.

1-5 -1-La filière des produits laitiers :

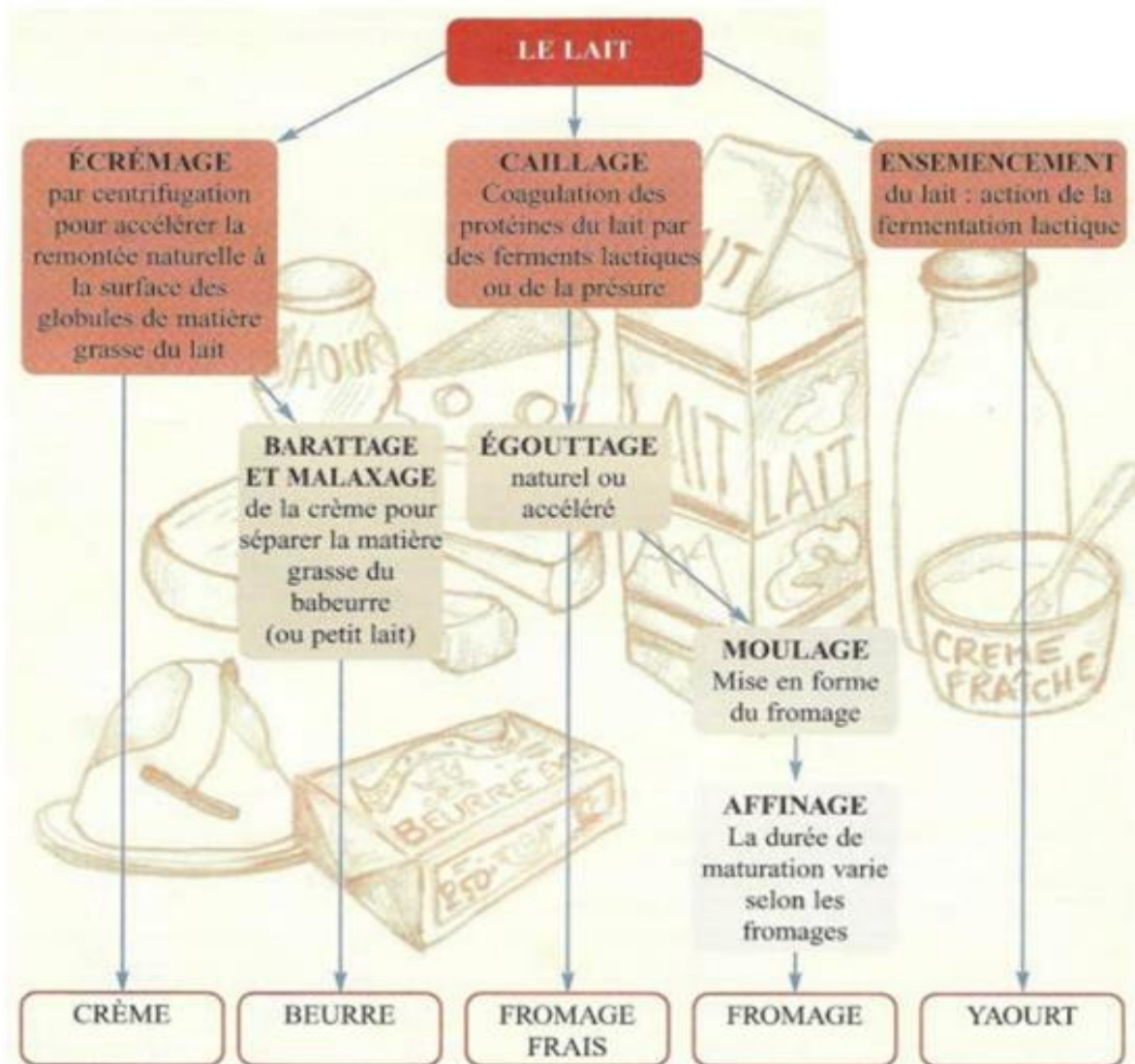
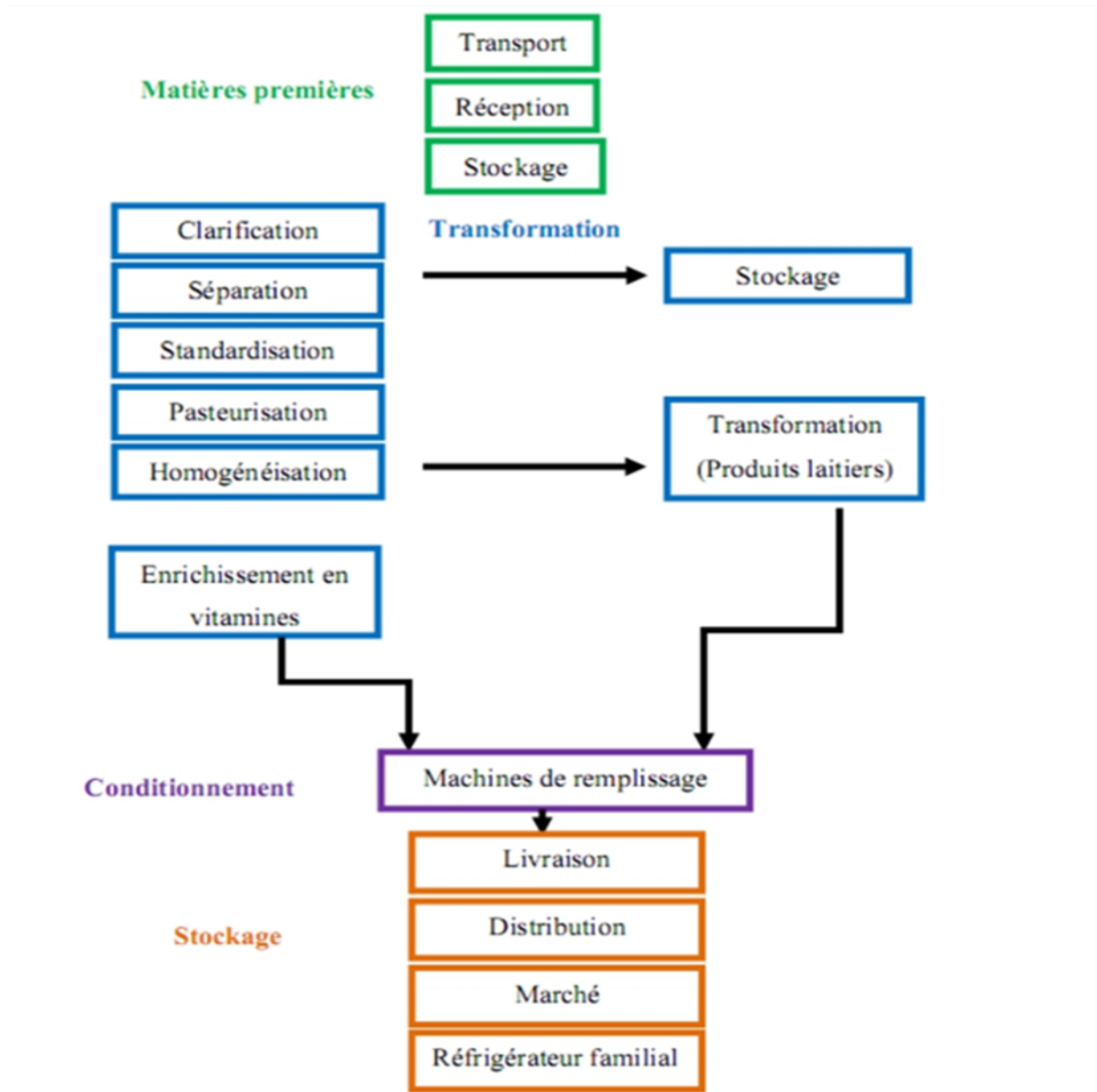


Figure 1 : Du lait aux produits laitiers

-2- Produits laitiers fermentés :

Une large gamme de produits laitiers fermentés est commercialisée à travers le monde. Il existe un grand nombre de laits fermentés provenant de plusieurs pays et qui diffèrent par leur matière première, leur flore microbienne, leur technologie, leur texture, leur goût et leur durée de conservation.

Figure2: Schéma général de la filière lait (Christi, 2004).



2-1- Lait fermenté :

Les laits fermentés sont des produits laitiers transformés par une fermentation essentiellement lactique qui aboutit à l'acidification et à la gélification du lait (Béal et Sodini, 2012). Les laits fermentés algériens sont le L'ben et le Raïb.

2-1-1- L'ben :

L'origine de ce produit remonte à des temps immémoriaux, probablement à l'époque où l'homme a commencé à domestiquer les espèces laitières et à utiliser leurs laits. Sa fermentation lactique lui donne son arôme naturel et sa saveur inimitable. Sa préparation artisanale est simple, le lait est abandonné à lui-même jusqu'à sa coagulation. Celle-ci se fait à température ambiante et dure 24 à 48 h selon la saison. Le barattage qui lui succède dure 30 à 40 minutes. A la fin du barattage, on ajoute généralement un certain volume d'eau (environ 10 % du volume du lait), chaude ou froide, suivant la température ambiante, de façon à ramener la température de l'ensemble à un niveau convenable au rassemblement des grains de beurre (Ouahghiri, 2009 ; Benkerroum et Tamime, 2004).

Le L'ben est produit également à l'échelle industrielle. C'est un lait pasteurisé fermenté.

L'acidification est provoquée par ensemencement des ferments lactiques mésophiles. Le lait qui sert à la préparation du L'ben est reconstitué. Il subit une pasteurisation à 84°C pendant 30 secondes, puis refroidi à 22°C etensemencé de levain lactique (*Streptococcus crémoirs* ; *Streptococcus lactés* et *Streptococcus diacetylactis* ; *Leuco nostoc dextranicum*, *Leuco nostoc citrovorum* et *Leuco nostoc mesenteroides*) (Benkerroum et Tamime, 2004).

2-1-2- Raïb :

Le Raïb fait partie des produits laitiers fermentés populaires en Algérie, en plus du L'ben (**lait écrémé fermenté**). Le Raïb a une très ancienne tradition en Algérie; il est fabriqué à partir du lait cru de vache ou de chèvre. La fermentation du lait, comme de nombreux procédés traditionnels de fermentation, est spontanée et incontrôlée et pourrait être une source précieuse des bactéries lactiques autochtones (**Mechai et Kiran, 2008**). Contrairement au L'ben, le Raïb ne subit pas une opération de barattage et d'écémage, il s'agit d'un lait fermenté entier.

2-1-3- Yaourt :

Le yaourt est un lait fermenté obtenu exclusivement par la coagulation du lait sous l'action de deux bactéries : *Streptococcus thermophiles* et *Lactobacillus bulgaricus* (**Quiberon et al, 2010 ; Ier et al, 2009**).

Ces bactéries doivent être vivantes dans le produit et leur nombre doit dépasser dix millions par gramme de yaourt à la date limite de conservation (**Holst et al., 2005; Pfeiler et Klaenhammer, 2007; Champagne et al., 2009**)

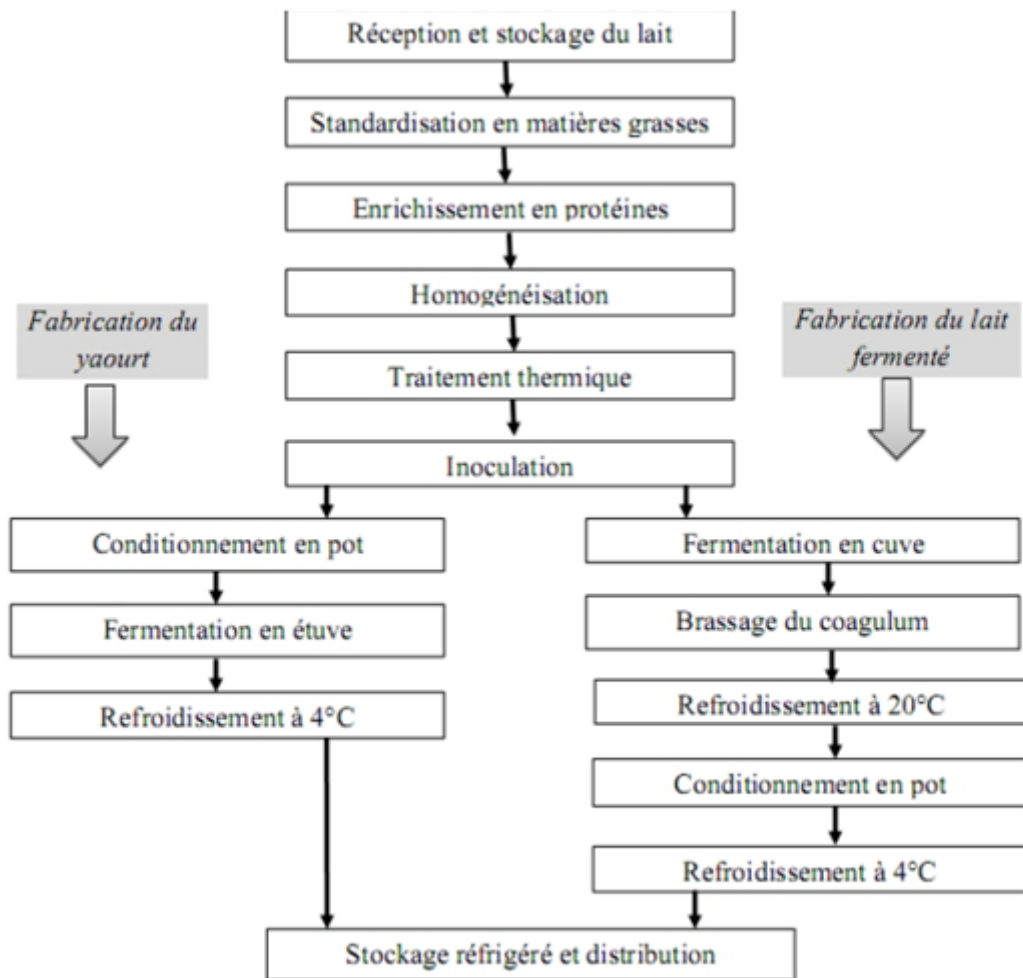


Figure 3: Diagramme général de fabrication des yaourts et des laits fermentés (Béal et Sodini, 2012). Les deux principaux types de yaourt sont le yaourt brassé et le yaourt ferme. Les Figures 3– 4 montrent les différentes étapes de production des yaourts et laits fermentés et des deux types de yaourt respectivement.

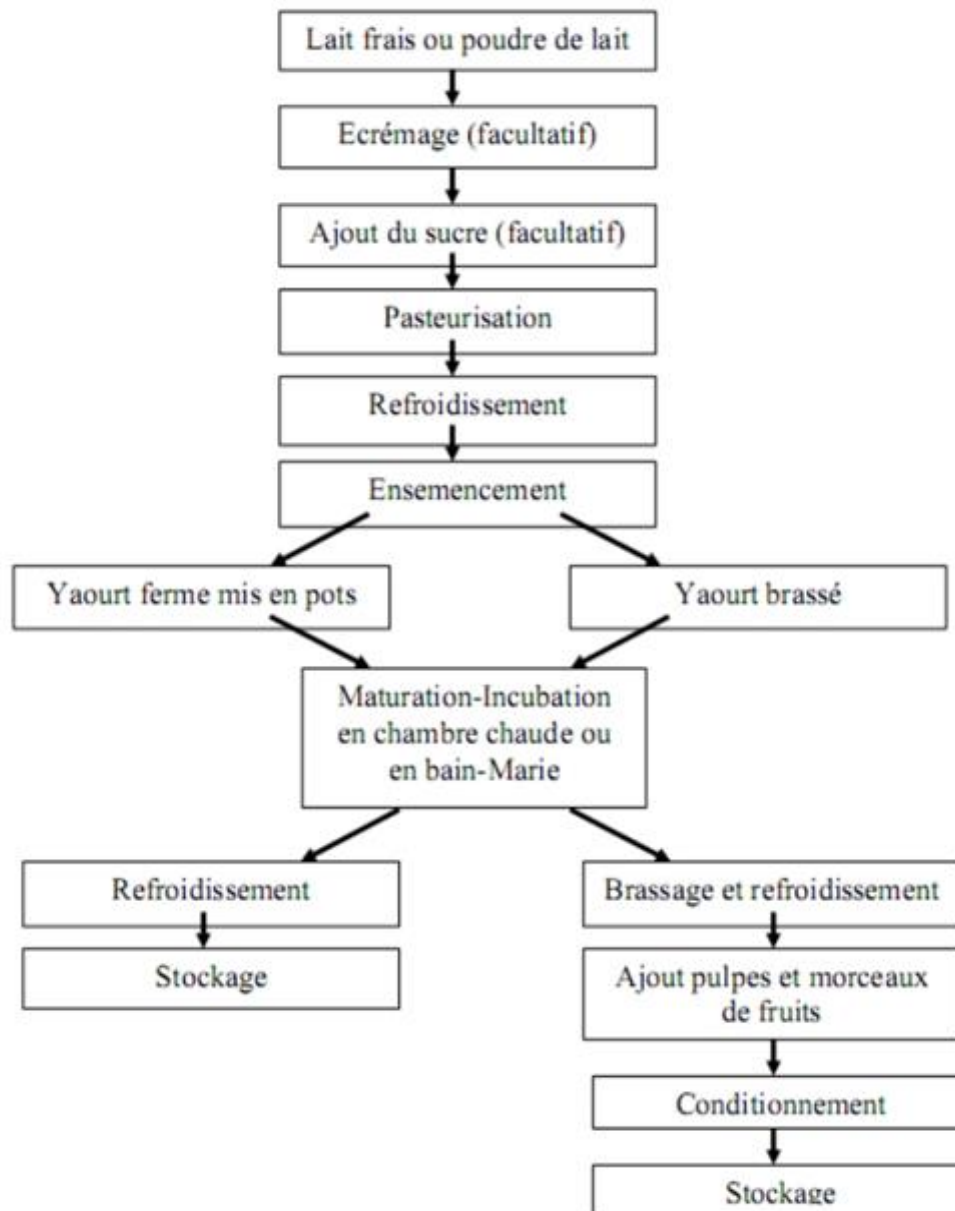


Figure 4: Diagramme simplifié de la production du yaourt (Yıldız, 2010).

2-1-4)-Fromage :

Le but de l'industrie fromagère est de transformer le lait en un produit d'utilisation prolongée et de goût différent grâce à diverses actions microbiennes et enzymatiques (Leroy et De Vuyst, 2004; Hui, 1993). La coagulation du lait et l'égouttage du caillé obtenu, représentent, en effet, une sorte de concentration, qui constitue un moyen de conservation auquel il faut ajouter l'acidification provoquée par la fermentation lactique, qui s'oppose à l'envahissement du fromage par les bactéries de putréfaction (Yıldız, 2010; Iyer et al., 2009; Keohane et al., 2009; Parente et Cogan, 2004).

Ce double principe de dessiccation et d'acidification va se retrouver, plus ou moins prononcé dans la préparation de tous les fromages (Leroy et De Vuyst, 2004). La transformation du

lait en fromage comporte quatre étapes essentielles (voir **Figure 5**). Dans le cas d'un fromage frais, la fabrication est terminée après l'égouttage (**Yıldız, 2010; Parente et Cogan, 2004**).

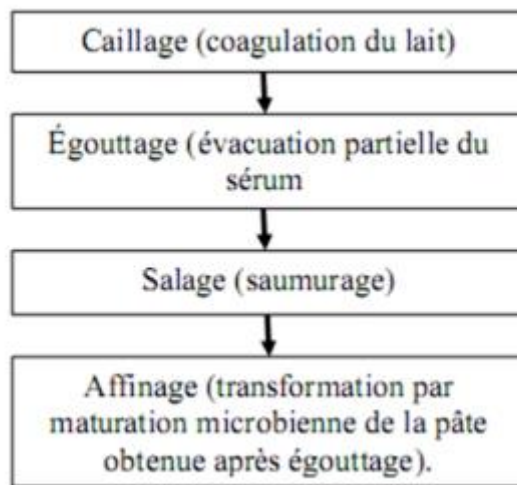


Figure 5 : Étapes essentielles de transformation du lait en fromage (**Parente et Cogan, 2004**).

Il existe environ 4000 variétés de fromages dans le monde, toutes élaborées en quatre étapes selon un même procédé. Les interventions particulières que l'on effectue à certaines étapes déterminent telle ou telle variété. Par conséquent, on a pu classer les fromages en un nombre restreint de catégories.

Il y a eu plusieurs classifications parmi lesquelles celle de Keilling (1947) est la plus appropriée, tant elle est simple et pratique (**Yıldız, 2010**). Cette classification repose sur des différences technologiques qui déterminent les catégories de fromages décrites dans le (**Tableau 4**).

Tableau 3: Classification des différents types de fromages et micro-organismes utilisés dans leur fabrication.

Type de fromage	Description	Micro-organismes utilisés	Références
<i>Fromages à pâte fraîche</i>	Fromages peu égouttés qui n'ont pas été affinés, il y'a juste coagulation des protéines du lait sous l'effet des ferments lactiques (acidification).	<i>Lactococcus lactis</i> , <i>Lactococcus lactis cremoris</i> , <i>Lactococcus lactis diacetylactis</i> .	Chamba et Irlinger, 2004
<i>Fromages à pâte ferme</i>	Constitués d'une pâte compacte, renfermant un peu moins d'eau que les fromages frais, mais contenant plus de sels minéraux dont les sels de calcium notamment. Dans cette catégorie, on distingue : - les fromages à pâte ferme non cuite (Edam, Saint-Paulin, etc.) - les fromages à pâte ferme cuite (Gruyère, Conti, etc.)	<i>Lactococcus lactis cremoris</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus casei</i> , levures, moisissures diverses.	Parente et Cogan, 2004 Yıldız, 2010
<i>Fromages à pâte molle</i>	Fromages ayant subi un affinage relativement prolongé (protéolyse et lipolyse intenses par la flore de surface) après une fermentation lactique (ex. Camembert).	<i>Lactococcus lactis</i> , <i>Lactococcus lactis cremoris</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Brevibacterium linens</i> , <i>Geotrichum candidum</i> , <i>Penicillium camemberti</i> , levures.	Branger, 2012 Yıldız, 2010
<i>Fromages à pâte persillée</i>	Fromages affinés, à moisissures interne (ex. Roquefort). Il y'a développement interne de <i>Penicillium roqueforti</i> grâce à l'action de <i>leuconostoc</i> et des levures qui produisent une ouverture et une petite quantité d'éthanol.	<i>Lactococcus lactis</i> , <i>Lactococcus lactis cremoris</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Leuconostoc</i> , <i>Penicillium roqueforti</i> , levures.	Settanni et Moschetti, 2010
<i>Fromages fondus</i>	Constitués d'un mélange de fromage(s), de beurre, de crème et de lait, pasteurisé (95°C) ou stérilisé (125°C). Appelés aussi <i>fromages remaniés</i> , ils sont de nombreux types dont certains sont obtenus après récupération des fragments de fromages à pâte ferme tel que le Gruyère et qui présentent certains défauts. En réalité, il s'agit plus d'une dissolution suivie d'une dispersion de protéines dans l'eau que d'une fonte qui, correspond au sens physico-chimique du terme, à la désintégration d'une structure solide cristalline par l'apport d'énergie thermique ou l'exercice d'une pression.	Pas d'ajout de ferments lactiques	Boutonnier, 2012

Les ferments du fromage sont constitués essentiellement par des Lactocoques, Leuconostocs, Lactobacilles et Streptocoques. Les cultures starter comprennent également desporion bactéries, brevibactéries et des espèces de moisissure *Penicillium*. Ces derniers organismes sont utilisés en conjonction avec des bactéries lactiques pour donner au fromage des caractéristiques particulières.

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 lactières

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. 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).

Nutriments	unités	Teneur
Poids	g	100
Humidité	%	57.7
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 Polyinsaturés	g	1.374
Cholestérol	Mg	137
Glucides	g	2.79
Fibre Alimentaire	g	0
Micro éléments		
Minéraux		
Calcium	Mg	650
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

Tableau 4: Teneur en éléments nutritifs de 100g de la crème, cité par (Chandan et Kilara, 2011)

3. Classification de crèmes lactières

3.1. 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 5: Classification des crèmes selon l'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) (Deosarkar et *al*, 2016).

Types de crème	Teneur en MG
Cream (crème ou demi-crème)	18-16%
Ligth cream (crème légère) or coffee cream (brème (crème a 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).

3.2 Selon le traitement thermique appliqué

3.2.1 Crème crue

C'est une crème qui n'a subi aucun traitement de pasteurisation ou de stérilisation. Fruit direct de l'écémage, 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).

3.2.2. 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).

3.2.2.1. 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).

3.2.2.2. 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).

3.2.3. 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).

3.2.4. 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).

3.3. Selon les traitements spécifiques liés à leurs utilisations

3.3.1. 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).

3.3.2. Crème sure (Sour cream)

C'est un produit laitier fermenté populaire qui revient sous différentes 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).

3.3.3. 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).

3.3.4. 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).

3.3.5. 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).

3.3.6. 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 6 : Photographies des différents types des crèmes lactières commercialisées

4. Les additifs alimentaires autorisés dans les crèmes lactiques

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).

4.1. Classification des additifs alimentaires

Les additifs utilisés dans les crèmes lactiques 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 6 mentionne certains additifs alimentaires autorisés dans les crèmes lactiques ainsi que les doses maximales utilisées dans le respect des limites spécifiées. (DJA)

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 Di glycérides 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
Adi pate de di amidon	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	1100MG/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
Monolauate De Polyoxyethylene (20) Sorbitane	432	2008	1000MG/KG	Emulsifiant, Dispersant
Esters De Saccharose D'acides Gras	473	2016	5000MG/KG	Emulsifiants
Nisine	234	2009	10MG/ KG	Agent de conservation

Tableau 6: Norme générale Codex pour certaine additifs autorisés dans les Crèmes lactière (CODEX STAN 288-1976).

*** 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 4 : TECHNOLOGIE SE FABRICATION DES CREMES **LAITIERES**

1. Procédé de fabrication des crèmes lactières

La fabrication de la crème lactière 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 ($\rho = 0,92 \text{ g.ml}^{-1}$) et sa phase aqueuse ($\rho \sim 1 \text{ g.ml}^{-1}$) (Anihouvi, 2012).

L'invention en 1878 de l'écémuse-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 lactiers.

Ces technologies nouvelles de reconstitution des crèmes lactières 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 lactières reconstituées peuvent, également, bénéficier de l'image de naturalité généralement attribuée aux produits lactiers, puisque la réglementation exige pour leur fabrication l'utilisation exclusive d'ingrédients lactiers avec ou non adjonction d'eau potable et les mêmes caractéristiques de produit fini que la crème de lait (Codex Alimentarius ,2007Anihouvi, 2012).

1-1 diagramme de fabrication des crèmes laitières

La figure7 présente les étapes de fabrication des crèmes de consommation selon Boutonnier (2007).

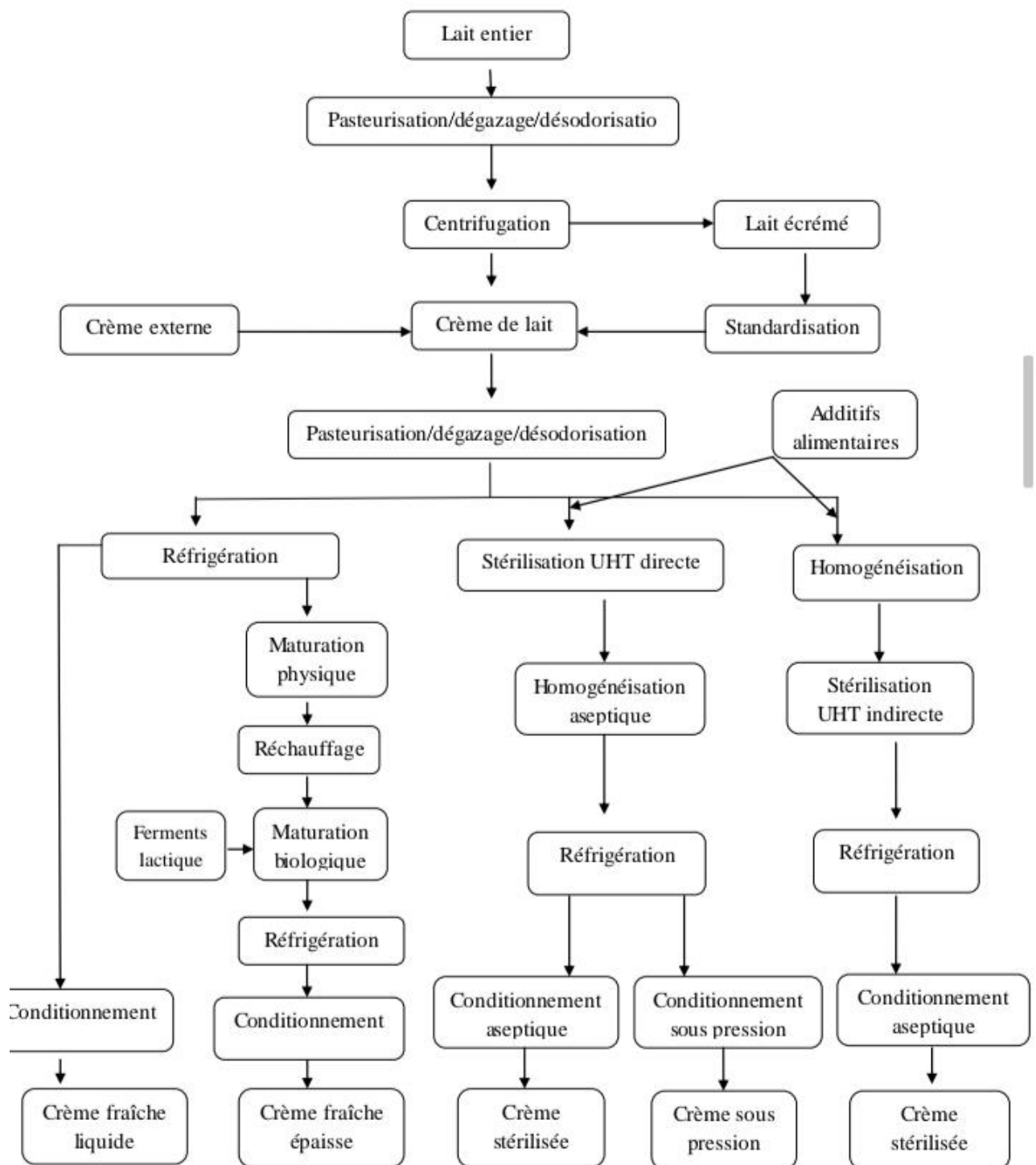


Figure2. Diagramme de fabrication des crèmes laitières (Boutonnier, 2007).

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 7. 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 écérmeuses 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 écéré et la crème sont évacués séparément en haut du bol.

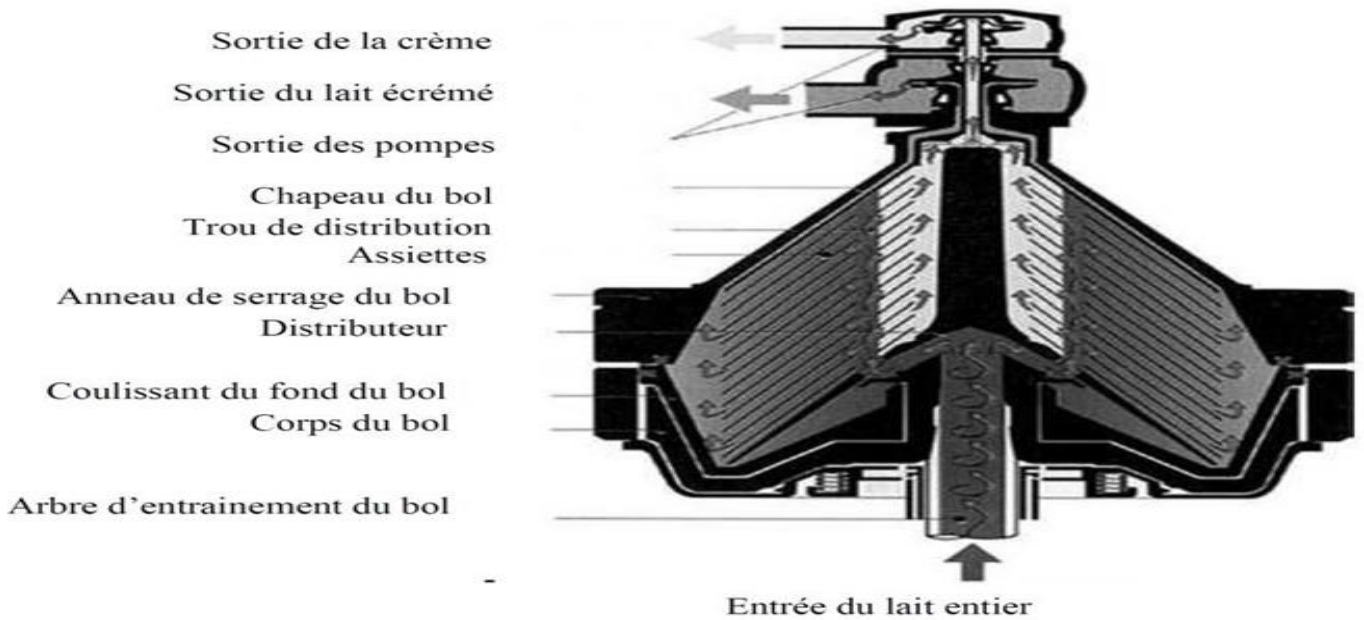


Figure 8. Principe d'une écrémeuse à débouillage automatique (Everett, 2007)



Figure 9 : photo originales d'écrémeuse dans usine de Mostaganem 2021

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 gémé par une température trém 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 trém 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 écémuse 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 *Lactococcus lactis* et *Lactococcus cremoris*, 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 *Lactococcus diacetylactis* et *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 *Leuconostoc* se 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 laitière à base de crème» (Boutonnier, 2007).

Le **tableau 8** présente quelques grandes caractéristiques des bactéries lactiques utilisées dans la fabrication de la crème de consommation.

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.lactic</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	

Tableau 8: caractéristique et rôle de quelque espèces utilisées dans la fabrication de la crème (Lamontagne et *al.*, 2010).

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 ensuite étiquetés puis stockés en chambre froide à 6°C et commercialisé (Fredot, 2005 ; **Latrèche, 2016**).

1. Objectif de l'étude

L'objectif de cette étude est une analyse physico-chimique d'une sélection de crèmes lactiques et les crèmes fraiches, 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 laboratoire à savoir : le laboratoire physico-chimique de Technologie Alimentaire d'usine Ji plait de salamandre Mostaganem

2. Présentation du diagramme de fabrication de la crème fraîche LE littoral au sein de l'entreprise SPA Laitière de gi plait laiterie le littoral Mostaganem-salamandre

Nous avons eu l'opportunité d'effectuer un stage de fin d'étude au sein de l'entreprise SPA Laitière le littoral Mostaganem-salamandre

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 10.

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 10: Diagramme de fabrication de la crème fraîche épaisse (selon LE LITTORAL GIPLAIT).

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).

Code	Nom du produit	dénomination	composition	Utilisation
CF1	Le littoral	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	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

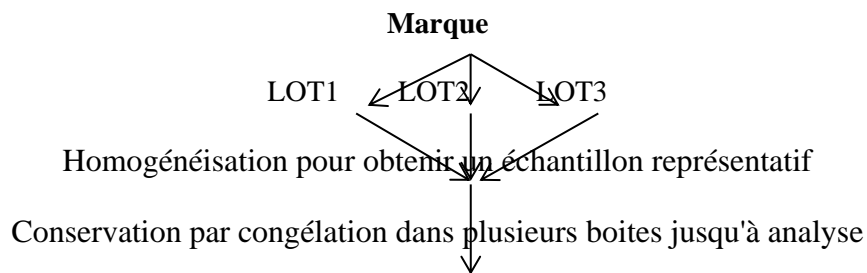
Tableau 9: Description des cinq (5) échantillons analysés

Avec: SIN471 (Mono- Et Diglycérides d'acides Gras), SIN407 (Carraghénane). SIN 1450 (Octényle Succinate D'amidon Sodique), SIN461 (methylcellulose), SIN415 (Gomme Xanthane), SIN450 Diphosphate Disodique), 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 boîtes 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.



Figure11: 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 12: 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:

P₀ = Poids du creuset vide ;

P₁ = Poids du creuset + échantillon séché à l'étuve 105°C ;

P₂ = 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 13: pH mètre

4.4. Acidité titrable:

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

Le mode opératoire est détaillé en annexe V.

Expression de résultats

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

Avec:

PE: prise d'essai;

Cb: chute de burette (volume de Na OH);

N: normalité de Na OH;

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 (Na Cl) 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 Na Cl 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 (I_2) en grammes consommée par 100 g d'un échantillon d'huile ou graisse.

Cette est 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 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).

La technique de dosage est celle qui est généralement utilisée pour l'analyse des aliments des animaux. Elle comporte une extraction à l'alcool pendant 4 heures, puis une extraction à

l'éther pendant 2 heures .

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

Tableau 10 : Constantes des acides gras insaturés pour le calcul de l'Ii2

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 Na OH 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 Na OH à 0.1N

P : poids de la prise d'essai.

V : volume de Na OH 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 (méq) 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 :

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

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 des 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.

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

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 entraîner à travers une colonne contenant un liquide

inerte à une haute température, de telle sorte que selon le partage entre le gaz entraîneur 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 µm
Températures	
Injecteur	250 °C
Détecteur	250 °C
Four	150 °C----- 240 °C à 5°C/min
Quantité injectée	1 µl
Vitesse du papier	0,5 cm/mn

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 docosahexaenoate. 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 *différence non significative (NS).
- Probabilité ≤ 0.01 *différence significative (S).
- Probabilité ≤ 0.05 **différence hautement significative (HS).
- Probabilité ≤ 0.001 ***différence très hautement significative

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 14 présente la teneur en lipides des crèmes analysées.

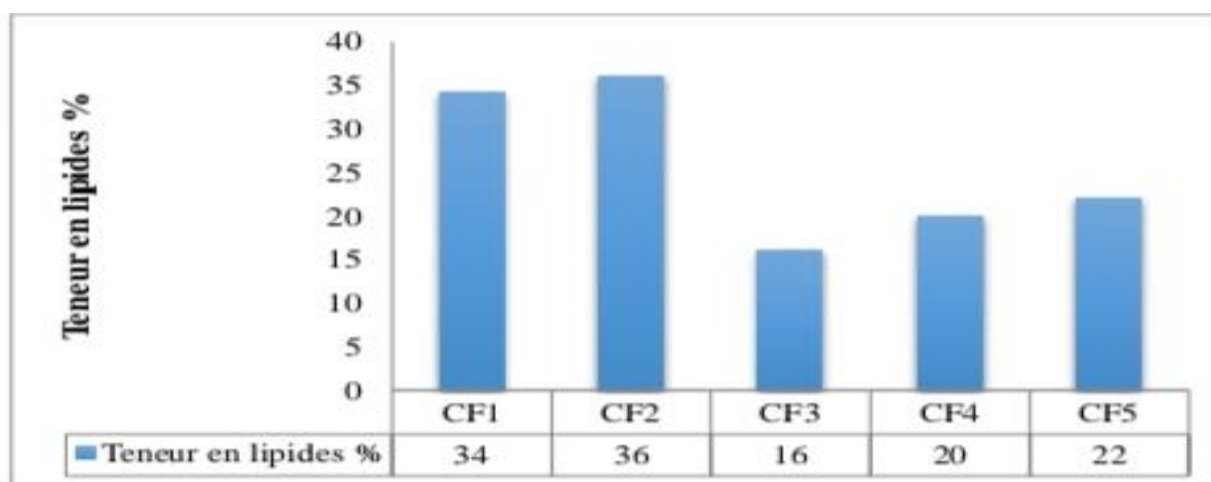


Figure 14: teneurs en lipides des différents types de crème (%).

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 lactières 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 lactière. 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 15.

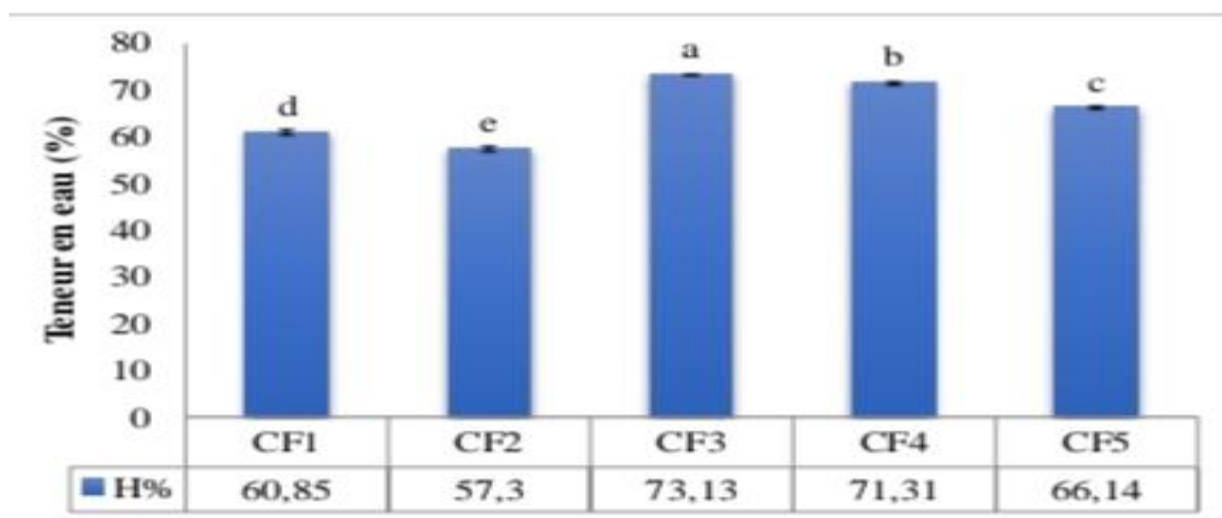


Figure 15: Teneur en eau (%) des différents types des crèmes.

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 15).

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 16

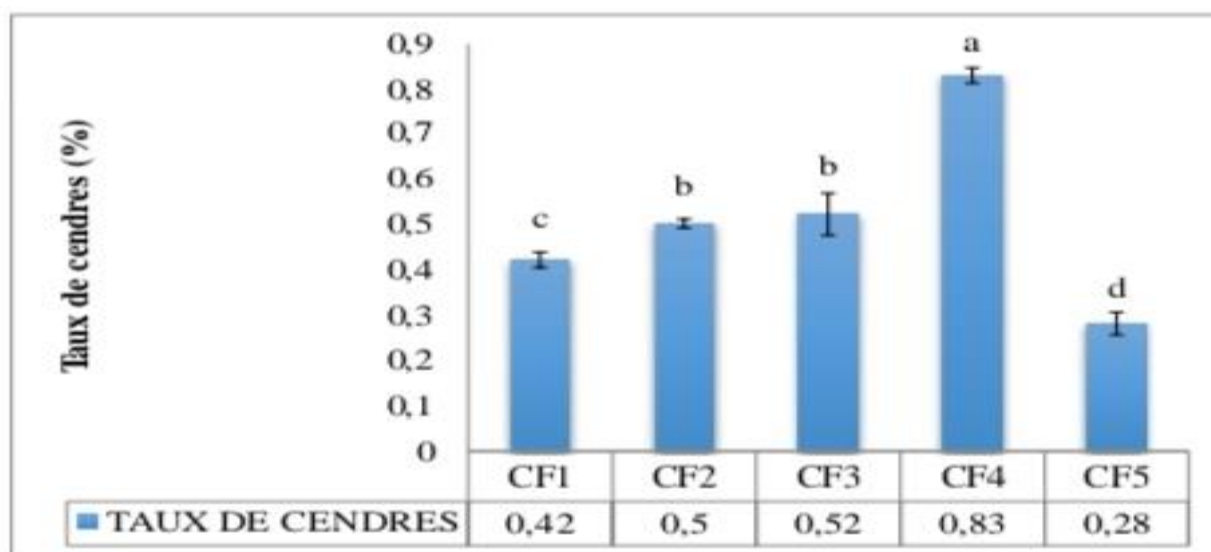


Figure 16 : Les teneurs en cendres des différents types de crème.

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 16).

L'échantillon CF1 présente une valeur qui correspond à celles citées par Deosarkar, (2016) qui varie entre 0,37% et 0,56% et Anses-Ciquel, (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 17.

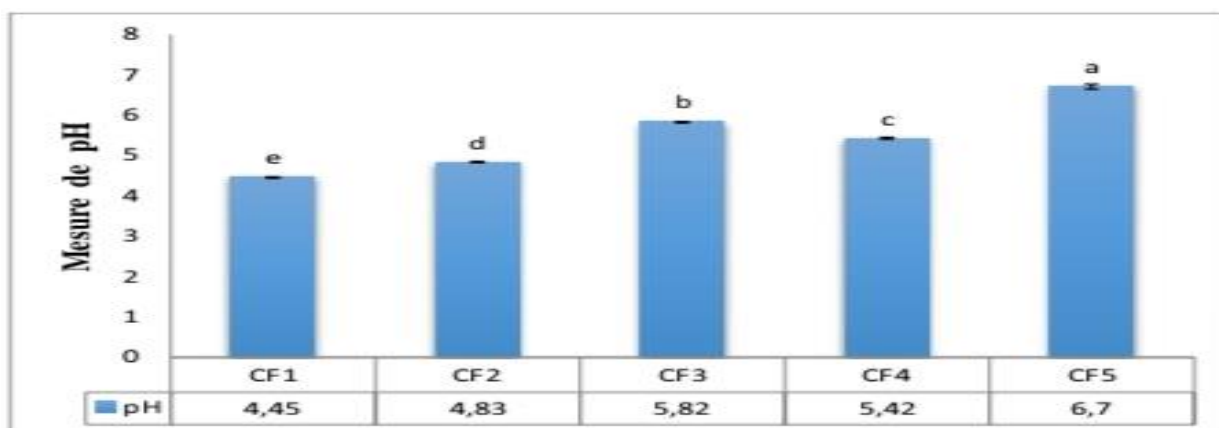


Figure 15: Les valeurs de pH des différents types de crème.

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 17).

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 18.

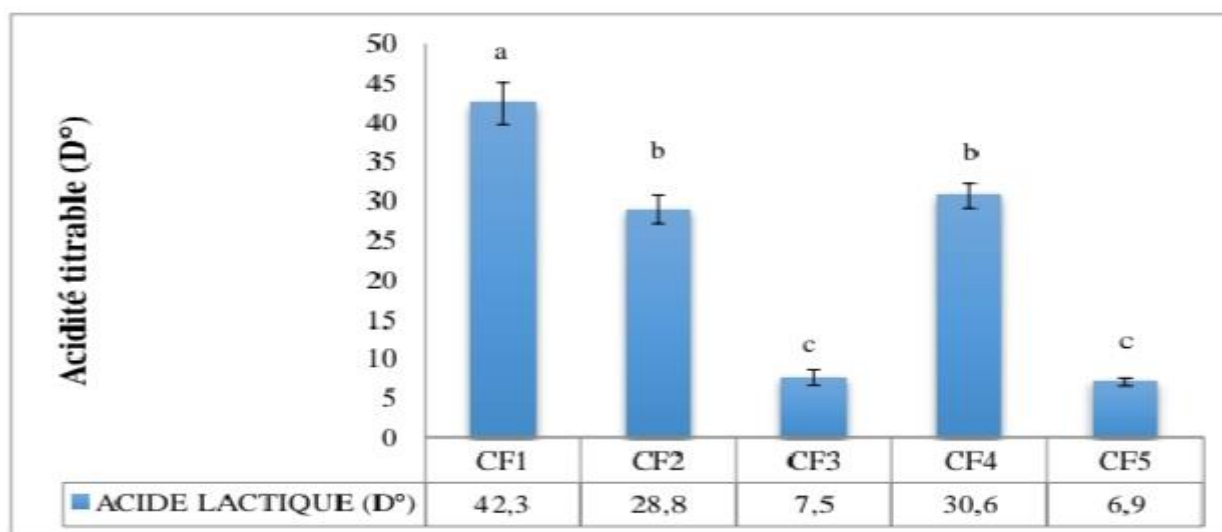


Figure 18: Les valeurs d'acidité titrable des différents types de crème.

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 GIPLAIT LE LITTORAL 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 Na Cl

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, composées 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 Na Cl estimés pour les échantillons étudiés sont représentés dans la (figure 19).

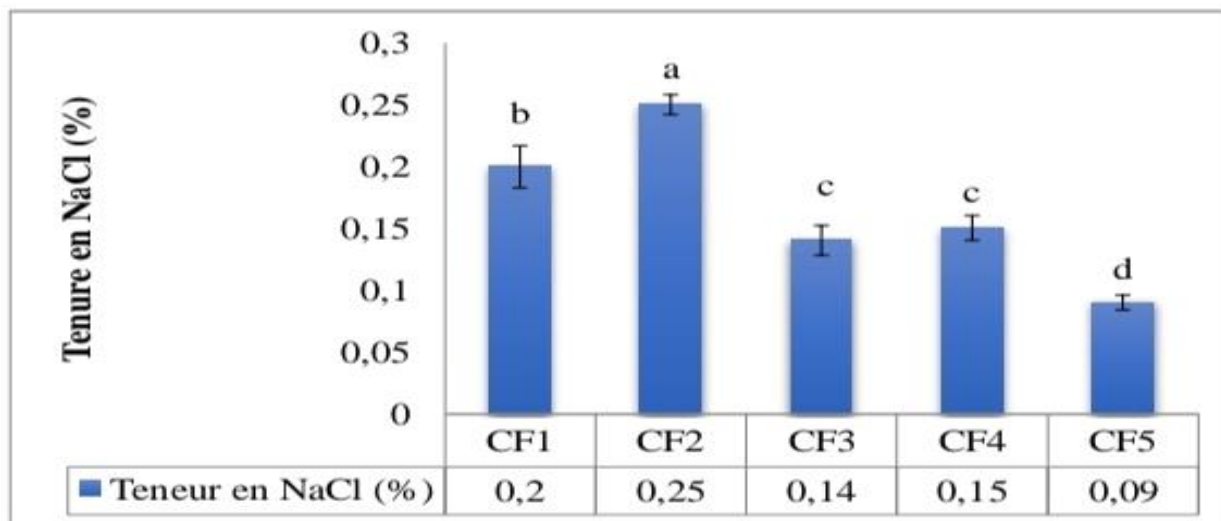


Figure 19: Teneur en Na Cl des différents types de crème.

Les valeurs de la teneur en Na Cl 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 Na Cl 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 galactosido1-4 glucose. C'est un disaccharide à saveur relativement peu sucré, peu soluble, et possèdent 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 20.

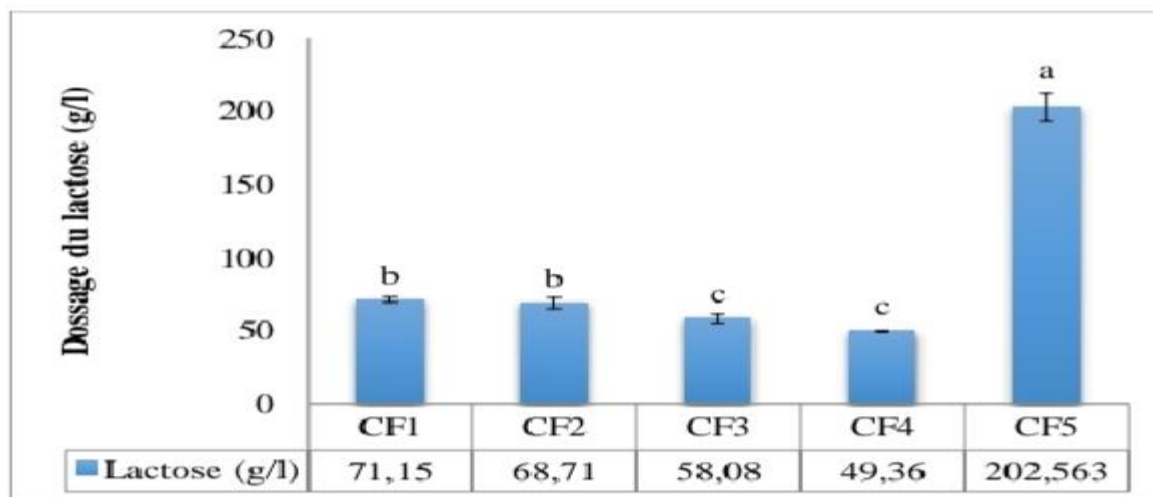


Figure 20: Les valeurs de lactose des différents types de crème.

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 20).

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'émulsifiations 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 (Le dosage d'AG a été effectué dans un laboratoire extérieur)

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).

		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

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.

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

$$TI = (C14:0 + C16:0 + C18:0)/(0.5*MUFA + (0.5*n-6) + (3*n-3) + (n-3/n-6))$$

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 Martiner 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, anti-carcinogènes et antiathérogènes 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 21.

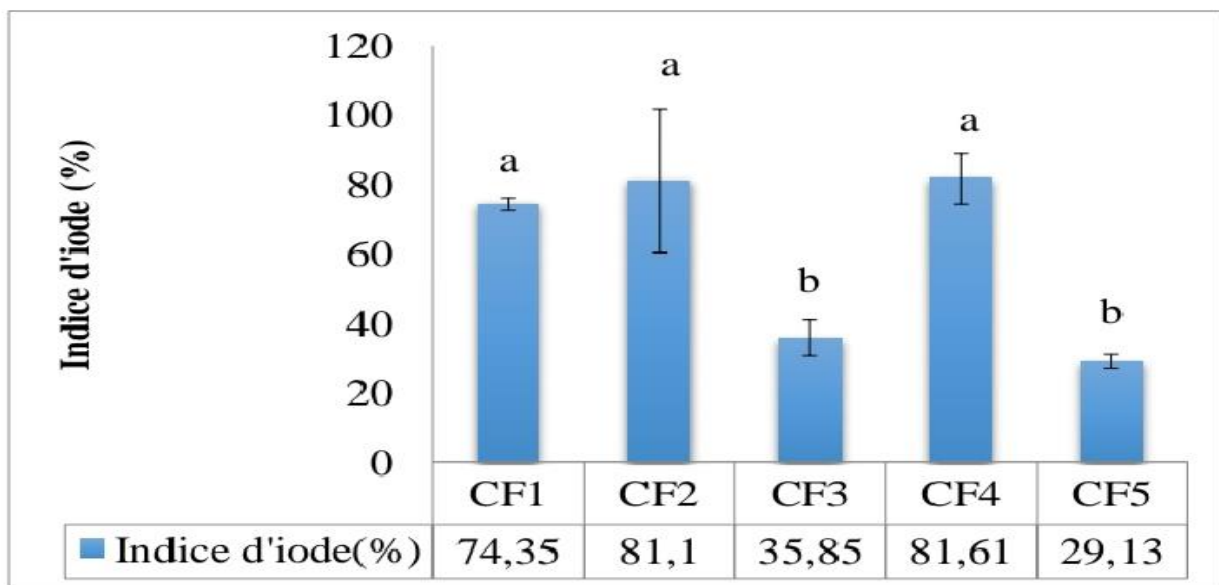


Figure 21: Indice d'iode des crèmes lactières.

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 laitière 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.

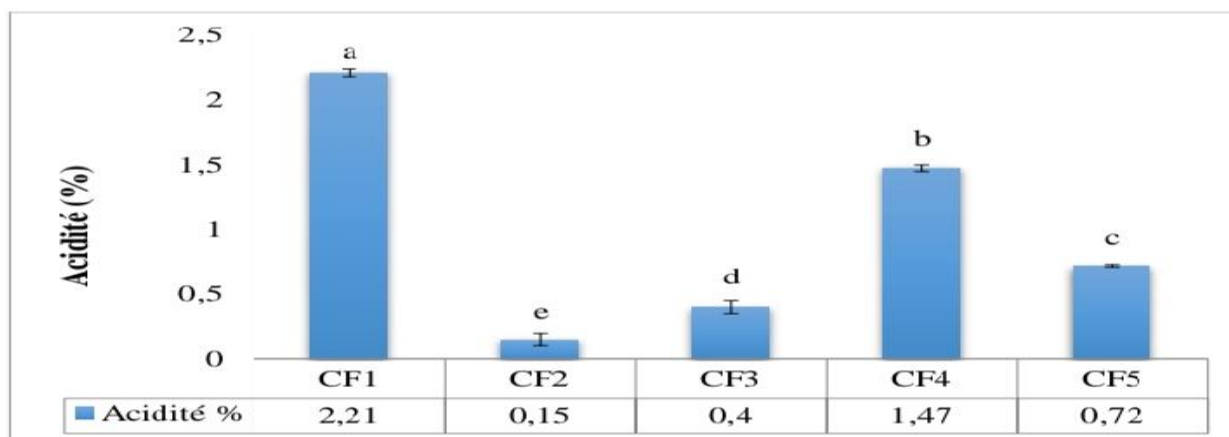


Figure 22: Acidité des échantillons analysés

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).

4.2 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 23 représente les résultats de l'indice de peroxyde des crèmes.

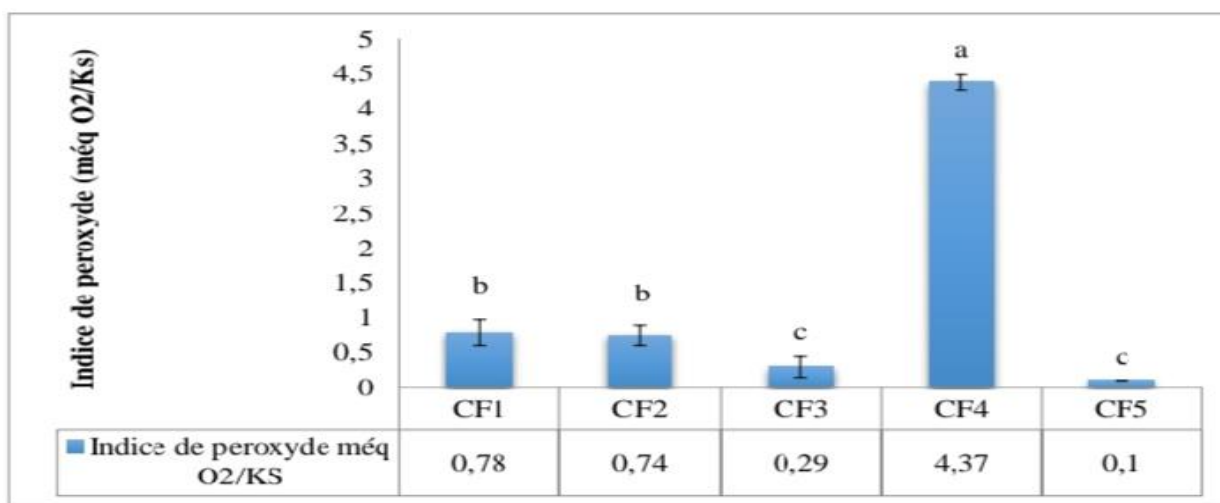


Figure 23: Indice de peroxyde des crèmes.

L'indice de peroxydes des crèmes varie entre 0,1 et 4,37 mégO₂/kg. Ces teneurs correspondent à la norme préconisée par Karleskind, 1992 (5 még 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 még 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'hydroperoxydes 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 még 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 GENERALE

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 le laboratoire d'analyses gip lait et à l'entreprise gip lait de Mostaganem (le littoral). 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.

Références bibliographies

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, p 245-814 .

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 lactières (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.

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. 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 : WILEYBLACKWELL, 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. No 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.

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 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 ., 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

ANNEXES

	<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

Annexe XV: 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>
<u>Acide gras</u>								
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

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

	Huile d'arachide	Huile de Babassu	Huile de coco	Huile de coton	Huile de pépins de raisin	Huile de maïs	Huile de moutarde	Huile de palme	Huile de palmiste
DENSITE RELATIVE ($x^{\circ}C$ /eau à $20^{\circ}C$)	0.914-0.917 $x=20^{\circ}C$	0.914-0.917 $x=25^{\circ}C$	0.908-0.921 $x=40^{\circ}C$	0.918-0.926 $x=20^{\circ}C$	0.923-0.926 $x=20^{\circ}C$	0.917-0.925 $x=20^{\circ}C$	0.910-0.921 $x=20^{\circ}C$	0.891-0.899 $x=50^{\circ}C$	0.899-0.914 $x=40^{\circ}C$
INDICE DE REFRACTION (N_D , $40^{\circ}C$)	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*(WUJ)	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
	Oléine de palme	Stéarine de palme	Huile de colza	Huile de colza (faible acide érucique)	Huile de carthame	Huile de sésame	Huile de soja	Huile de tournesol	
DENSITE RELATIVE ($x^{\circ}C$ /water at $20^{\circ}C$)	0.899-0.920 $x=40^{\circ}C$	0.881-0.891 $x=60^{\circ}C$	0.910-0.920 $x=20^{\circ}C$	0.914-0.920 $x=20^{\circ}C$	0.922-0.927 $x=20^{\circ}C$	0.915-0.923 $x=20^{\circ}C$	0.919-0.925 $x=20^{\circ}C$	0.918-0.923 $x=20^{\circ}C$	
DENSITE APPARENTE (g/ml)	0.8969-0.8977 at $40^{\circ}C$	0.8813-0.8844 at $60^{\circ}C$							
INDICE DE REFRACTION (N_D , $40^{\circ}C$)	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*(WUJ)	>= 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'iodo 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 , $50^{\circ}C$

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



CF2



CF3



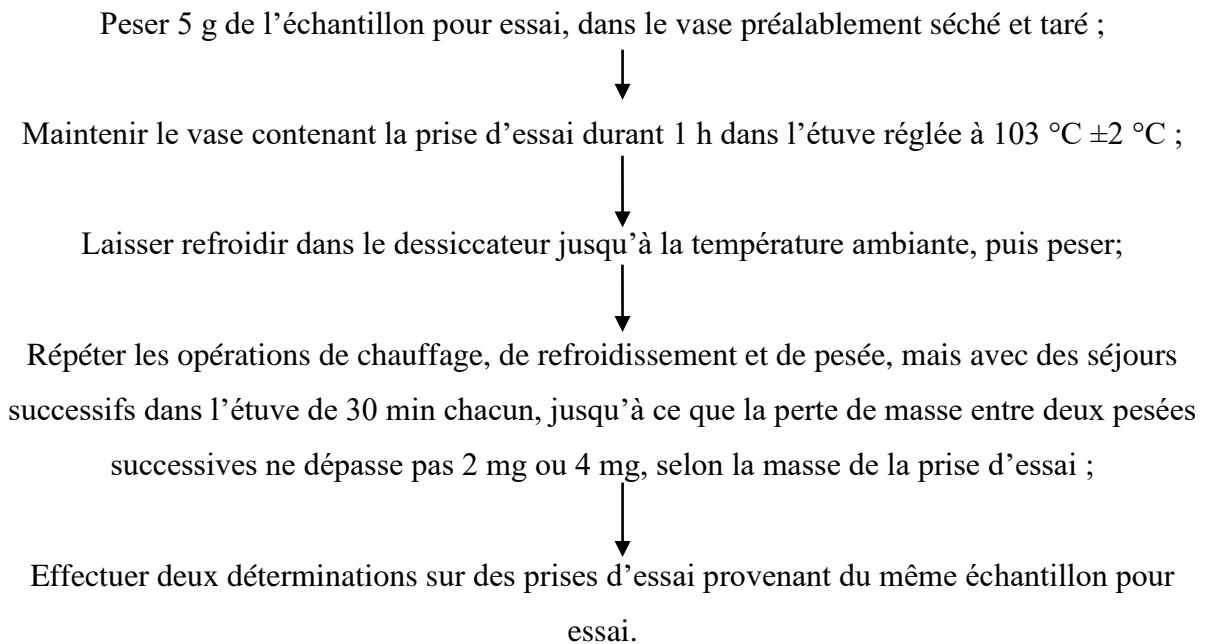
CF4



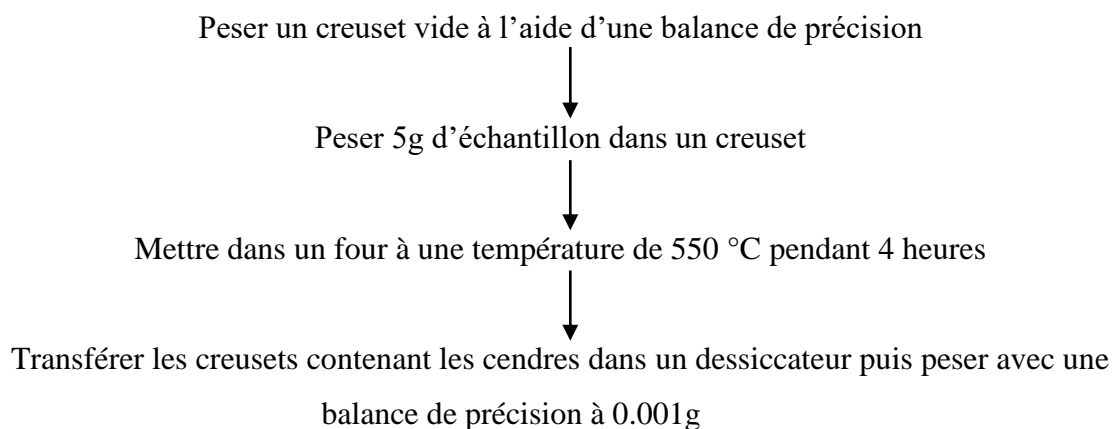
CF5

Annexe I : Photographies des produits analysés.

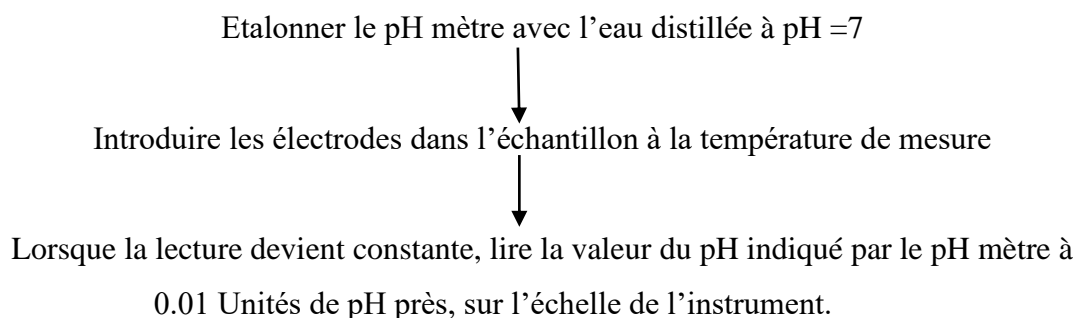
Annexe II : Mode opératoire pour la détermination de l'humidité.



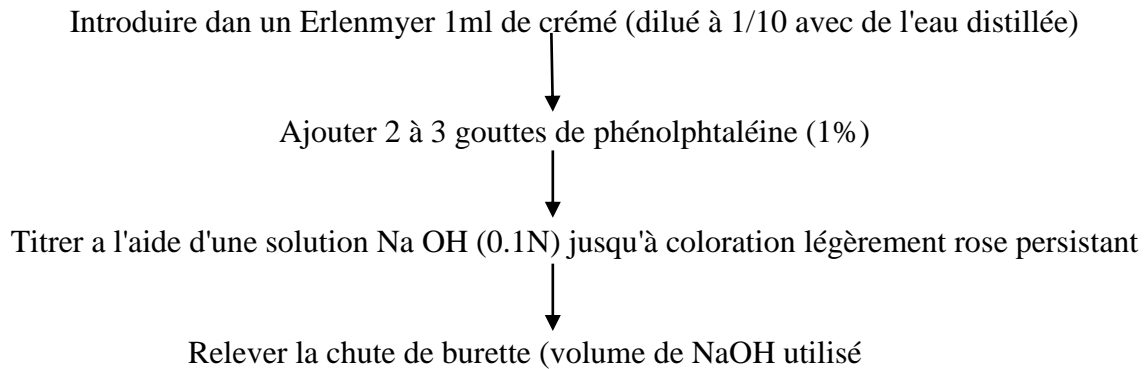
Annexe III : Mode opératoire pour la détermination du taux de cendre



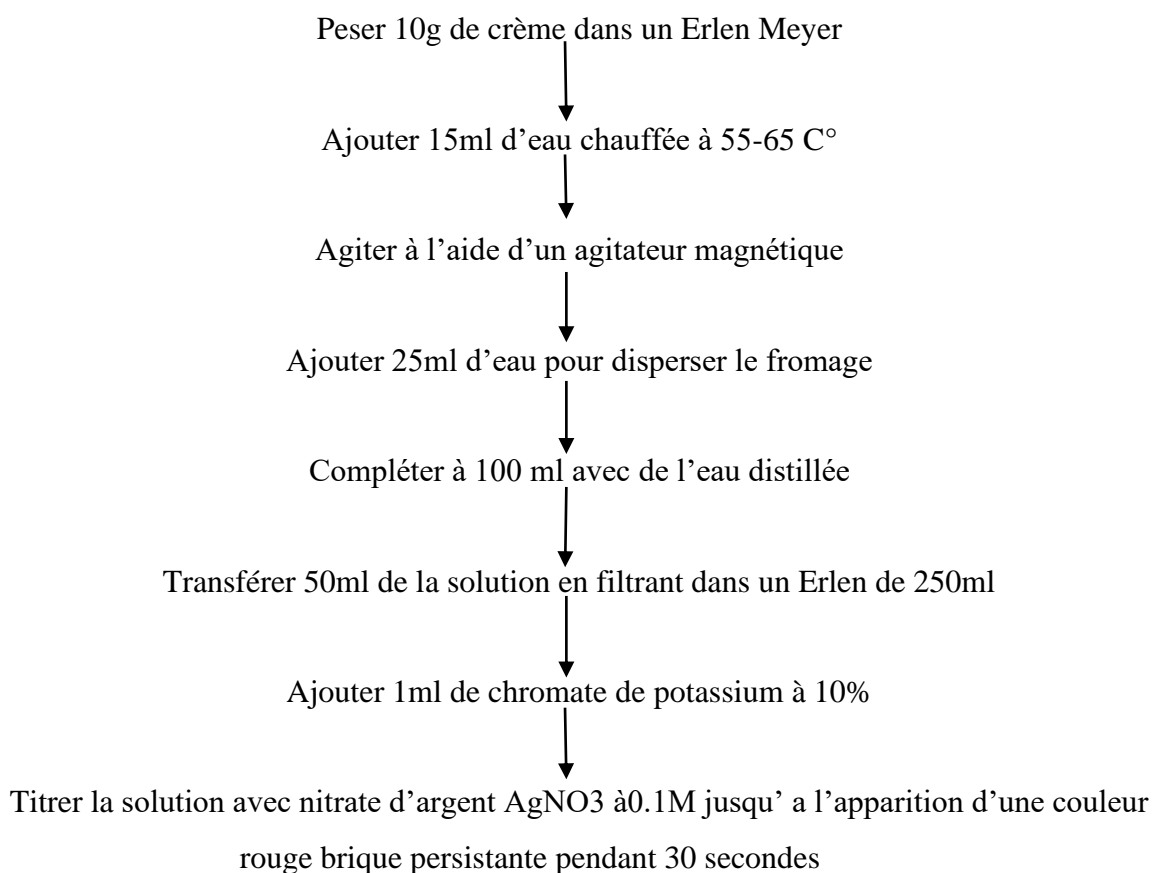
Annexe IV : Mode opératoire pour la Mesure du pH



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

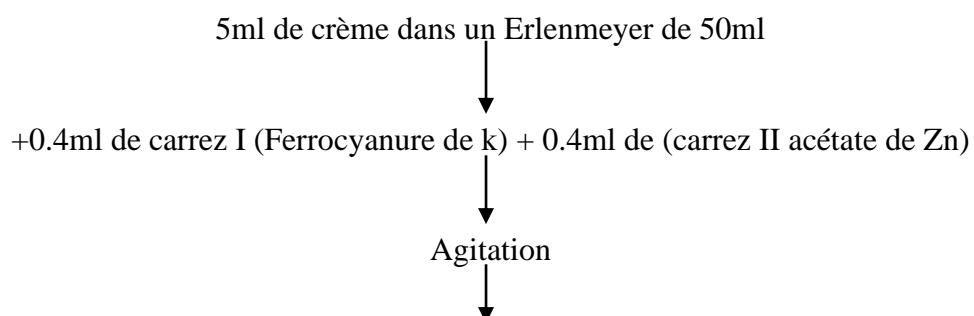


Annexe VI: Mode opératoire pour la détermination de la teneur en sel



Annexe VII: mode opératoire pour le dosage du lactose

Etape 1:



Complété à 50ml avec de l'eau distillé



Filtrer sur un papier filtre

Etape 2:

Dans un bécher de 100ml, en verser 5ml de la solution A (solution de Cu) et
5ml de la solution B (tartrate double de K et Na)

↓
Mélanger

↓
Chauffé à ébullition

↓
Titre avec le filtrat en gardant sur la plaque chauffante mise en marche toute en agitant
Jusqu'à la disparition de la couleur bleue V1.

Etape 3:

Dans un bécher propre on verse 10ml de la solution A + 10ml de la solution B

↓
Mélanger

↓
Chauffe

↓
Titrer avec la solution lactose préparé avant jusqu'à décoloration vers le rouge brique
V2 (chute de burette)

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

Dans un Erlenmeyer de 500ml on pèse 0.1 - 0.15g de d'échantillon

↓
+15ml d'éthanol 96 - 99%

↓
Agitation vigoureuse pendant 5min avec agitateur

↓
+ 20ml d'iode éthanoïque (0.1mol/l)

↓
Agitation pendant 5min

↓
+ 200 ml d'eau distillé froide (5°C ou moins)

↓
Couvrir et agiter pendant 5min

↓
+ 3ml de solution d'amidon

↓
77

Titre a nouveau avec la solution de thriosulfate de Na (0.1mol/l) jusqu'à décoloration et obtention d'une couleur laiteuse

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)

Ajouter 10g de l'échantillon à analyser

Faire dissoudre en portant sur une plaque chauffante

Procéder à un deuxième titrage des AGL par NaOH à 0.1N jusqu'à apparition de la couleur rose persistante (10 secondes)

Noter la chute de la burette

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

Peser 5 g matière grasse de la crème à 0.01 mg près dans un Erlenmeyer

Ajouter 12 ml de chloroforme + 18 ml d'acide acétique

+ 1 ml de la solution d'iodure de potassium (1 ml d'eau distillée + 0.5 g d'iodure de potassium)

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

100g d'échantillon

+ 100 ml de chloroforme + 50 ml méthanol

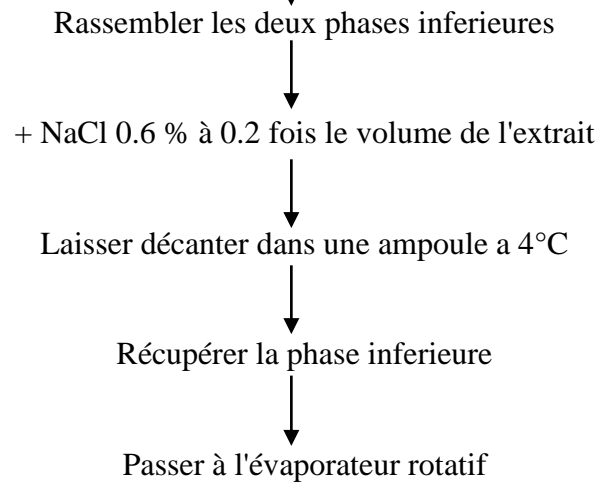
Agitation du mélange

Verse dans une ampoule et laisser décanter et récupérer la phase inférieure

Pour la phase supérieure on lui ajoute 100 ml de chloroforme et 25 ml de méthanol

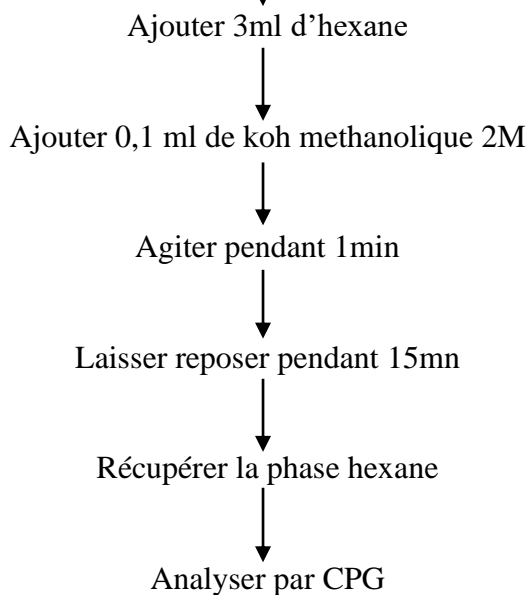
Agitation du mélange

Verser à nouveau dans une ampoule et laisse décante et récupéré la phase inferieur



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

Prendre 100mg (0.1g) de matière grasse



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 fraiche, 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 physicochimique 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: La crème CF1 se révèle être composée d'un mélange de matière grasse laitière et, 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 interestérification.

Mots Clés: Crèmes laitières, 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.