



Mémoire de Master

Présenté par :

- Akkouche Hanane
- Djerrada Sonia

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Chimie

Spécialité : Chimie Analytique

Thème :

Etude des propriétés physico-chimiques du lait pasteurisé et de crème glacée.

Soutenu le : 01/07/2018

Devant le jury composé de :

Nom & Prénom	Département d'affiliation	Qualité
M ^{er} HENACHE Zahir	Département chimie	Président
M ^{me} AMARNI Fatiha	Département chimie	Examineur
M ^{me} Ait AHMED Nadia	Département chimie	Encadreur
M ^{er} Ait YAHIA cherif	/	Co-encadreur

Remerciements

*Avant tout, on remercie **Dieu** pour tout le courage et la force qu'il nous a donné pour réaliser ce travail.*

Le travail présenté dans ce manuscrit a été réalisé au laboratoire de l'entreprise <la vallée >, c'est pourquoi on tient à remercier tous les membres du laboratoire de nous avoir accueillie et nous ont offert les meilleures conditions de travail que l'on puisse rêver pour réaliser ce modeste travail.

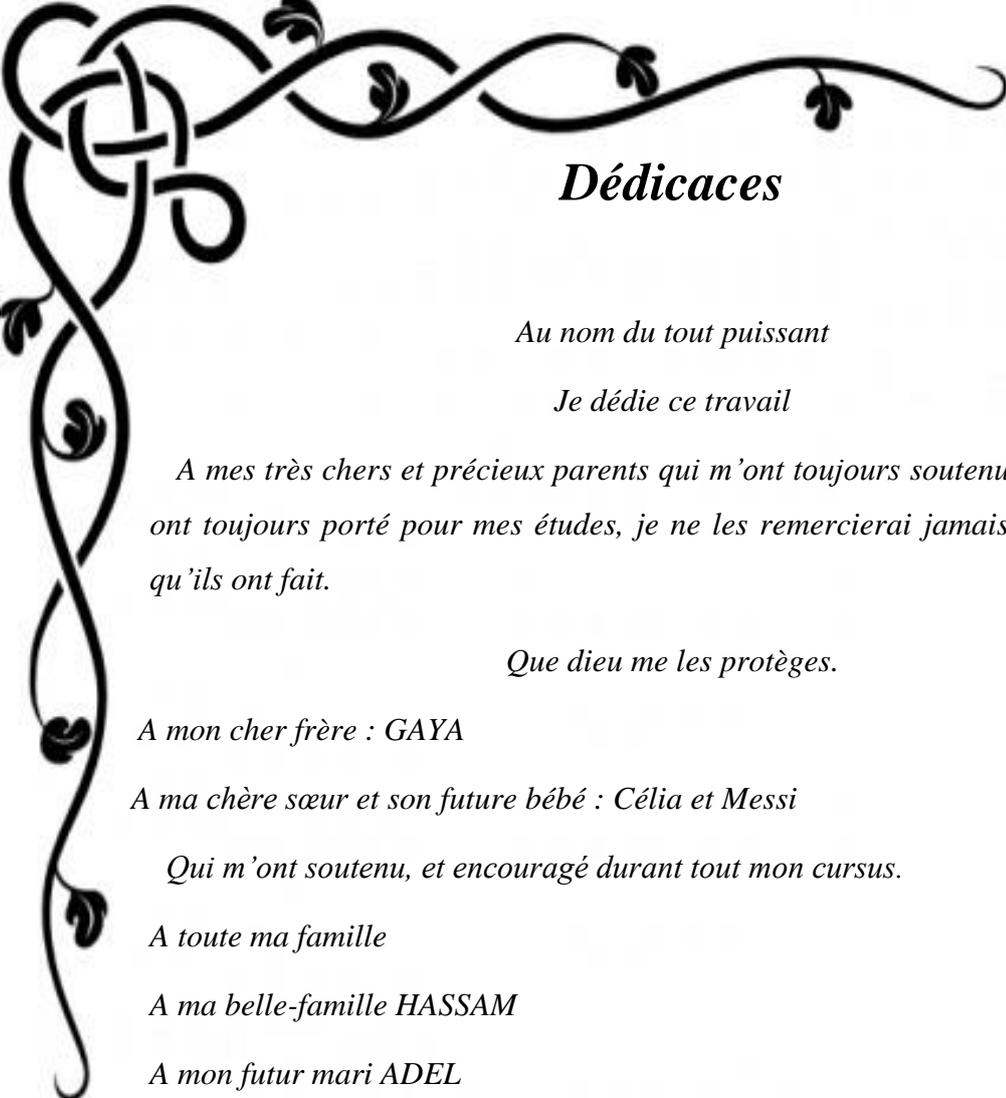
Ce travail a été effectué sous l'encadrement de madame N.Ait Ahmed. On la remercie vivement pour son encadrement brillant et bienveillant et pour nous donner des conseils précieux et sa disponibilité tout le long de ce travail. C'est grâce à elle que le travail a pris le bon chemin.

On souhaite à présent exprimer notre profonde gratitude à Mr HENACHE et Mme AMARNI pour l'honneur qu'ils nous ont fait de juger notre travail.

On tient également à remercier Monsieur Mr. Ait Yahia Cherif pour l'honneur qu'il nous a fait d'être notre Co-encadreur.

Maintenant que tout est fini, on s'aperçoit de la chance qu'on a eue de pouvoir rencontrer et travailler avec une vous et dans ces conditions. On croit bien que tout ceci va nous manquer.

Pour conclure, on souhaite remercier toute nos familles qui nous ont toujours si sincèrement entourée et encouragée et notamment nos parents, nos frères et sœurs.



Dédicaces

Au nom du tout puissant

Je dédie ce travail

A mes très chers et précieux parents qui m'ont toujours soutenu, et à l'intérêt qu'ils ont toujours porté pour mes études, je ne les remercierai jamais assez, pour tout ce qu'ils ont fait.

Que dieu me les protèges.

A mon cher frère : GAYA

A ma chère sœur et son future bébé : Célia et Messi

Qui m'ont soutenu, et encouragé durant tout mon cursus.

A toute ma famille

A ma belle-famille HASSAM

A mon futur mari ADEL

A la mémoire de mes grands-Parents

A mes tantes et oncles

A mes cousines et cousins

A toutes mes copines

Et tous mes amis

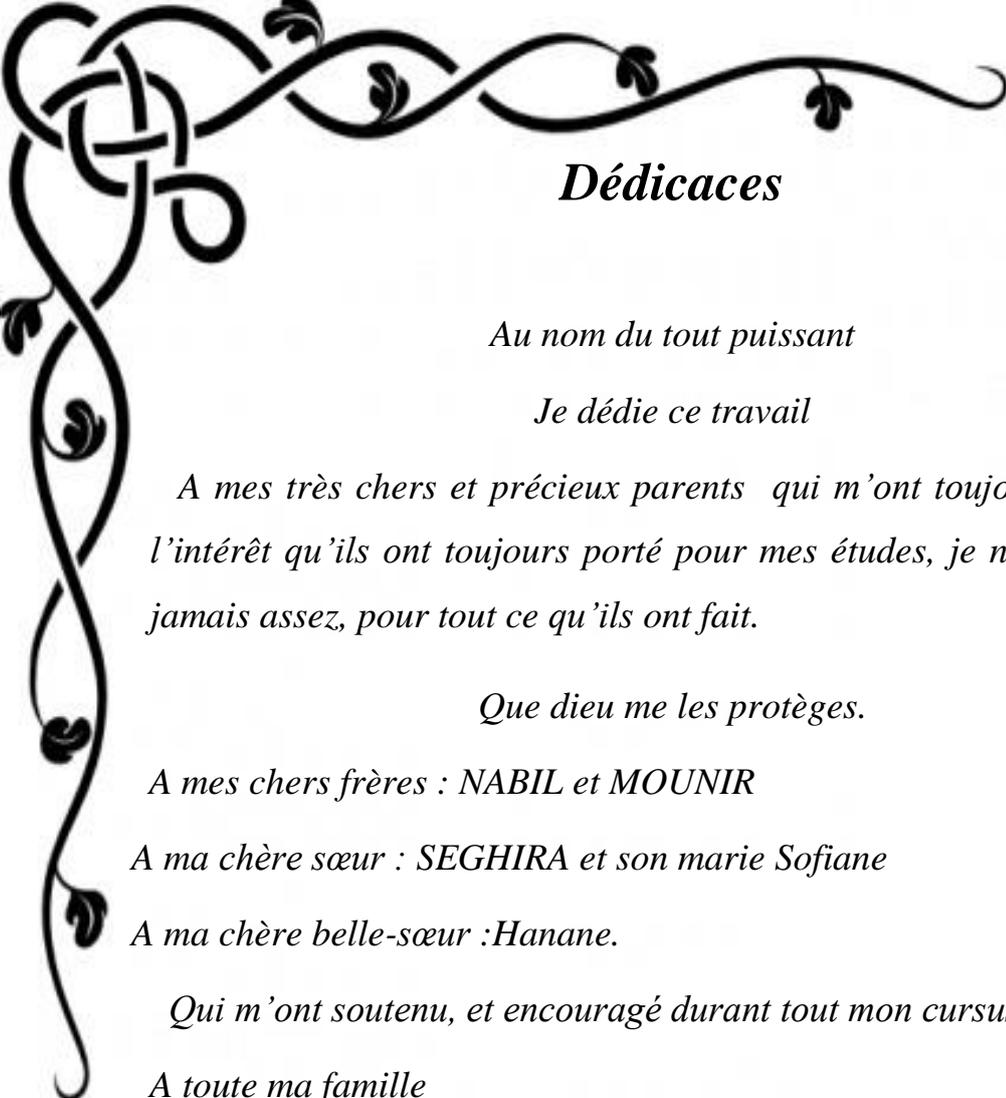
Je tiens à remercier tous les étudiants de la promotion 2017/2018 CHIMIE ANALYTIQUE.

En fin à toute personne qui m'est cher au cœur.

Que dieu nous rassemble tous au paradis

SONIA.





Dédicaces

Au nom du tout puissant

Je dédie ce travail

A mes très chers et précieux parents qui m'ont toujours soutenu, et à l'intérêt qu'ils ont toujours porté pour mes études, je ne les remercierai jamais assez, pour tout ce qu'ils ont fait.

Que dieu me les protèges.

A mes chers frères : NABIL et MOUNIR

A ma chère sœur : SEGHIRA et son marie Sofiane

A ma chère belle-sœur : Hanane.

Qui m'ont soutenu, et encouragé durant tout mon cursus.

A toute ma famille

A la mémoire de mes grands-Parents

A mes nièces et neveux : amira et anis

A mes tantes et mes cousines

A toutes mes copines

Et tous mes amis

*Je tiens à remercier tous les étudiants de la promotion 2017/2018
CHIMIE ANALYTIQUE.*

En fin à toute personne qui m'est cher au cœur.

Que dieu nous rassemble tous au paradis

HANANE.



Liste d'abréviation

AC : acidité.

CON : conductivité.

D° : degré doronic.

EDTA : Ethylène-Diamine-Tétracétique.

EST : extrait sec total.

ESTD : extrait sec total dégraissé.

ESDL : extrait sec totale lactique.

F° : degré français.

FAO : Organisation des Nation unies l'alimentation et l'agriculture.

H : humidité.

MG : matière grasse.

MV : masse volumique.

NE : normes européenne.

NEP : nettoyage en place.

NET : noire ériochrome T.

OMS : organisation mondiale de la santé.

Pcong : point de congélation.

PE : point d'ébullition.

pH : potentiel à hydrogène.

R-à-S : rien à signaler.

TA : titre alcalimétrique.

TAC : titre alcalimétrique complet.

TH : titre hydrométrique.

VIS : viscosité.

Liste des tableaux

Tableau I.1: Composition des laits en poudre (en %)	3
Tableau I.2: Compositions moyenne de lait de vache	5
Tableau I.3: Composition minérale du lait de vache	7
Tableau I .4: propriétés physico-chimique du lait	9
Tableau I.5: Ingrédients typiques d'un mélange d'une crème glacée simple	18
Tableau I.6: Les caractéristiques physico-chimiques du mix blanc à la maturation	21
Tableau I.7: Les parametre physico-chimique du mélange pour le sorbet	21
Tableau I.8: Les caractères de chaque étape de fabrication de la crème glacée et ses poids à maîtriser	24
Tableau II.1: Analyse physico-chimique sur les matières premières et le produit fini	29
Tableau III. 1: résultats des analyses physicochimiques de l'eau du process	42
Tableau III.2: résultats d'analyses physicochimiques de la poudre de lait à 26% de MG	44
Tableau III. 3: résultats d'analyses physicochimiques de la poudre de lait à 0% de MG	45
Tableau III.4: résultats d'analyses organoleptiques de la poudre de lait (0% et 26%)	45
Tableau III.5: résultats des analyses physicochimiques de lait pasteurisé demi écrème	46
Tableau III. 6: analyse physico –chimique de l'eau de processe	48
Tableau III. 7: analyse physico- chimique de la poudre de lait écrémé (0%de MG)	49
Tableau III.8: analyses organoleptiques de la poudre écrémé (0%de MG)	50
Tableau III. 9: analyse physico-chimique du mix blanc à la préparation	50
Tableau III. 10: analyse physico-chimique du mix blanc à la maturation	52
Tableau III. 11: analyse physico-chimique du sorbet lors de la préparation	52
Tableau III. 12: résultats d'analyses physico-chimiques du sorbet à la maturation	53

Tableau III. 13: résultats d'analyses de produit fini.....	54
Tableau III.14: les pesées moyennes des différents produits.....	55
Tableau III.15: Analyse physico- chimique du lait de vache.....	56
Tableau III.16 : Analyse Physico-chimiques du mix blanc à la maturation	

Liste des figures

Figure I.1: diagramme de fabrication du lait pasteurisé à la laiterie la vallée.....	14
Figure I.2: Représentation schématique d'une crème glacée.....	17
Figure I.3: Diagramme de fabrication de la crème glacée.....	22
Figure I.4: structure schématique de la glace	26
Figure I.5: agrandissement de la structure de la glace.....	26

Sommaire

Liste des abréviations	
Liste de tableau	
Listes de figure	
Introduction	1
Chapitre I généralité sur le lait et la crème glacée	
I.1.Définition de lait.....	3
I.2.Définition de la poudre de lait.....	3
I.3.Les différents types du lait.....	3
I.4. Composition moyennes du lait.....	4
I.5. Valeurs nutritionnelle du lait.....	8
I.6.Les propriétés organoleptiques.....	8
I.7. Propriétés physico-chimiques.....	9
I.8. Techniques de conservation du lait.....	10
I.9.Processus de fabrication du lait pasteurisé.....	11
I.10. Procédé de fabrication de lait pasteurisé au niveau de la laiterie LA VALLÉE.....	12
I.11. Nettoyage et désinfection.....	15
II.1.Définition de la crème glacée.....	16
II.2. La composition de la crème glacée	16
II.3. Rôle des constituants.....	17
II.4.Proprietes des crèmes glacées.....	19
II.4.1. Proprites organoleptiques.....	19
II.4.2.Proprietes physico-chimiques.....	19

II.5. Valeur nutritive.....	20
II.6. Catégories des crèmes glacées	21
II.7. Procédé de fabrication des glaces.....	21
II.8. Description de la structure de la crème glacée.....	25

Chapitre II matériels et méthodes

II.1. Prélèvements et échantillonnages	27
II.2. Technique de prélèvement.....	27
II.3. Analyses physico-chimiques.....	27
II.4.. Analyses physico-chimiques.....	33

Chapitre III Résultats et discussion

III.1. L'eau du process.....	42
III.2.Poudre de lait.....	43
III.3. Lait pasteurisé demi écrème.....	46
III.4.L'eau de process.....	48
III.5.La poudre du lait écrémé (0% de MG).....	49
III.6.Le Mix	50
III.7. le sorbet.....	52

III.8.Le produit fini.....	54
III.9.les analyses physico-chimique du lait devache.....	55
III.10. comparaison entre la crème glacée à base du lait de vache et la crème glacée à base du lait en poudes.....	57
Conclusion.....	58

Références bibliographique

Annexe

Résumé

Introduction

Le corps humain a toujours besoin d'un apport calorique pour son bien être en raison de ce besoin, le lait est un partenaire important de notre alimentation quotidienne, et il joue un grand rôle dans le régime alimentaire des pays consommateurs et représentant une source importante d'éléments minéraux, glucides, protéines et lipides (**Guiraud.J.P, 1998**).

Le lait est un aliment complexe qui contient des nutriments essentiels pour les corps des jeunes mammifères. Il est la seule nourriture du mammifère pendant la première période de sa vie et les substances contenues dans le lait fournissent de l'énergie et des anticorps qui aident le corps à se protéger contre les infections. Le lait et les produits laitiers contribuent de manière significative aux besoins de notre corps en calcium, magnésium, sélénium, riboflavine, vitamine B₁₂ et acide pantothénique (vitamine B₅) et joue donc un rôle clé dans notre développement (**anonyme 2018**).

Les crèmes glacées sont des dérivées laitières. Leur composition permet d'apporter à l'enfant les éléments nécessaires à sa croissance. Leur appétence et leur digestibilité facile en font une denrée prisée par les jeunes et les adolescents.

Les glaces, terme générique qui qualifie une famille et englobe en fait plusieurs produits, sont des préparations alimentaires très élaborées et originales à plus d'un titre. En effet, sur un plan physico-chimique, la structure de la crème glacée est extrêmement complexe puisque l'on trouve les trois états de la matière, le tout étant organisé de telle sorte que l'on n'observe pas moins de six systèmes dispersés différents. Par ailleurs, sa richesse en air et en eau en fait un produit intéressant économiquement pour le fabricant et séduisant pour le consommateur en quête de déculpabilisation, l'air et l'eau étant peu onéreux et acaloriques. En outre, sur le plan de la mise en œuvre par le restaurateur ou le consommateur, il convient de souligner que c'est le seul aliment congelé que l'on peut découper, mettre en forme de boules ou de quenelles et ingérer, le tout à une température inférieure à 0 °C. Enfin sur le plan commercial, et c'est particulièrement marqué en Algérie, les glaces restent à la fois des produits festifs ou des produits de consommation estivale à condition que l'été soit chaud ! Ce comportement qui conduit à une sous-consommation par rapport à d'autres pays s'explique en partie par une concurrence en fin de repas que l'on peut attribuer à des produits fortement ancrés dans les habitudes alimentaires des Français, à savoir les laits fermentés, les desserts lactés et les fruits frais.

C'est une des explications à la stagnation du marché des glaces depuis plusieurs années, malgré un potentiel de développement théorique élevé, au regard des niveaux de consommation de certains pays d'Europe du Nord et d'Amérique du Nord (**Jean .C 2001**).

L'objectif de ce travail effectué est de faire des analyses physico-chimiques sur l'eau de process la poudre de lait et le produit finis (le lait pasteurisé), le mix et le produit fini (la crème glacée) fabriqués au niveau de « vallée glaces» et la laiterie « la vallée».

Notre étude est subdivisée comme suit :

Chapitre I : synthèses bibliographique

.-Généralités sur le lait et la crème glacée.

Chapitre II : méthodes et matériels.

Chapitre III : résultats et discussion.

Partie I : Généralités sur le lait

I.1. Définition de lait

Le lait a été défini en 1908 au cours du congrès international de la répression des fraudes à GENEVE 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 de colostrum".

Le lait est ainsi le seul aliment des mammifères nouveau-nés et il y a autant de laits différents que d'espèces de mammifères au monde.

Le lait est un fluide aqueux opaque, blanc, légèrement bleuté, d'une saveur douceâtre et d'un pH (6,6 à 6,8) légèrement acide proche de la neutralité (**Gérard.D.2001**).

I.2. Définition de la poudre de lait

Les laits en poudre sont des produits résultant de l'élimination partielle de l'eau du lait et l'évaporation autant que possible de sorte que l'eau est perdue et le lait devient poudre. Aux termes de la norme n° A5 (1971) du Code des principes, on distingue trois catégories de lait en poudre : entier, partiellement écrémé et totalement écrémé dont la composition est donnée au Tableau I.1. Selon cette norme, ils peuvent recevoir des additifs alimentaires (stabilisants, émulsifiants, antiagglomérants) dans certaines conditions (**FAO. 2008**).

Le tableau ci-dessous représente la composition des laits en poudre (%).

Tableau I.1 : Composition des laits en poudre (en %)(**FAO. 2008**)

Composants	Lait en poudre entier	Lait en poudre partiellement écrémé	Lait en poudre écrémé
Matières grasses	26-40	1,5-26	≤1,5
Eau maximum	5	5	5

I.3. Les différents types de lait

Les laits destinés à la consommation humaine existant actuellement peuvent être classés en deux catégories selon leur mode de traitement thermique.

I.3.1. Lait cru

Aussi appelé de ferme, est le produit provenant de la traite d'une ou de plusieurs vaches. Il n'est soumis à aucun traitement qui pourrait modifier sa flore bactérienne et toutes ses propriétés nutritionnelles et gustatives. Il s'agit du lait tel qu'il sort du pis des animaux (**Anonyme, 2011**). Puisqu'il n'a subi aucun traitement lui permettant d'assurer une meilleure conservation sa production et sa commercialisation doivent être sévèrement contrôlées en raison des risques qu'il peut présenter pour la santé. En effet, il doit :

- Provenir d'animaux identifiés indemnes de brucellose, tuberculose et de mammites.
- Provenir d'exploitation bien régie zoo techniquement.
- Être préparé, traité, conditionné et stocké dans des conditions hygiéniques.
- Satisfaire des critères microbiologiques déterminés (**Luquet .F.M, et Bonjean. 1985**).

I.3.3. Lait traité thermiquement

I.3.3.1. Lait stérilisé

Est un lait traité à ultra haute température par la chaleur, le quelle doit détruire ou inhiber totalement les enzymes, les microorganismes pathogènes et leur toxines pouvant affecter la santé du consommateur.

La stérilisation du lait permet une conservation de longue durée est la stérilisation UHT (ultra haute température).

Le conditionnement se fait sous atmosphère aseptique dans des briques probablement stérilisées la date limite de consommation est de 3 Mois à partir du jour de fabrication (**Alais, et Linder. 1987**).

I.3.3.2. Lait pasteurisé

Fabriqué à partir du lait cru ou du lait reconstitué, écrémé ou non, est un lait qui a subi un traitement thermique (pasteurisation) qui détruit plus de 90% de la flore contenue dans le lait notamment tous les germes pathogènes non sporulés, tel que les germes de la tuberculose et la brucellose (Jean.C. 2001).

I.4. Composition moyennes du lait

Le lait est un système colloïdal, constitué d'une solution aqueuse de lactose, de matières salines et de plusieurs autres éléments dissous, dans laquelle, se trouvent des protéines en suspension et de la matière grasse à l'état d'émulsion.

Le tableau I.2.ci-dessous indique la composition globale du lait.

Tableau I.2 : Compositions moyenne de lait de vache (Alias , et al .2008).

composition (mg/l)		état physique des composants	
Eau	905		Eau libre (solvant) +eau liée (3,7%)
Glucides (lactose)	49		Solution
-Lipide	35		Emulsion des globules gras (3à5µm)
-matière grasse proprement dite		34	
-lécithine (phospholipide)		0,5	
-partie insaponifiable (stérols carotène tocophérol)		0,5	
-protides	34		Suspension micellaire Phosphocaséinate de calcium (0,08-0,12µm) Solution colloïdale Solution (vraie)
-caséine		27	
-protéines solubles (globulines, albumines)		5,5	
-substance azotées non protéique		1,5	
-Sel			Solution ou état colloïdale (P et Ca) (Sel de k, Ca,Na,Mg,ect.)
-l'acide citrique (en acide)		9	
-l'acide phosphorique (p2o3)		2	
Chlorure de sodium(NaCl)		2,6	
		1,7	

-constituants divers (vitamines, enzymes, gaz dessous)	Trace		
Extrait sec total	127		
Extrait sec non gras	92		

I.4.1.Eau

C'est le composant le plus abondant (905 g/l) dans lequel sont dispersés tous les autres constituants du lait qui forment la matière sèche (**Mathieu.J. 1998**).

I.4.2.Glucides

Les glucides sont essentiellement représentés dans le lait par le lactose (la proportion des autres glucides étant toujours très faible).

Cependant, le lait contient deux types de glucides (**Pien.J. 1975**) :

- Les glucides libres et dialysables (oligoholosides) ;
- Les glucides combinés en glycoprotéines et non dialysables.

I.4.3. Matière grasse

La matière grasse est sous forme de globule gras (visible au microscope optique), en émulsion dans la phase aqueuse du lait .

Elle est composée de triglycérides, phospholipides, des protéines et des composants liposolubles tels que le cholestérol, carotène (**Luquet.F.M,et Bonjean. 1985**).

I.4.4. Protéine

Le lait de vache contient 3,2à3, 5% de protéines en deux fractions distinctes :

- Les caséines qui se précipitent à pH 4,6, représentent 80% des protéines totales.
- Les protéines sériques solubles à pH 4,6, représentent 20 %des protéines totales.

(**Jeantet, et al. 2008**).

I.4.5.Minéraux

Le lait contient plusieurs constituants tels que : le sodium, phosphate, qui entrent dans la composition de sels organiques, le Citrate de calcium ou de magnésium (**Luquet.F.M,et Bonjean.1985**). On retrouve également, les chlorures de sodium ou de potassium et les phosphates de calcium (**Jaques.P.1998**).

Le tableau I.3.ci-dessous représente la composition minérale du lait de vache.

Tableau I.3 : Composition minérale du lait de vache (Jeantet,et al. 2008).

Eléments minéraux	Concentration (mg.kg ⁻¹)
Calcium	1043-1283
Magnésium	97-146
Phosphate inorganique	1805-2185
Citrate	1323-2079
Sodium	391-644
Potassium	1221-1681
Chlorure	772-1207

I.4.6. Vitamines

Le lait contient de nombreuses vitamines. Parmi les connues : les vitamines A, B1, B2, C et D (Jeantet et al, 2008).

On classe les vitamines en deux grandes catégories :

- les vitamines hydrosolubles (vitamines de groupe B et C) de la phase aqueuse du lait ;
- les vitamines liposolubles (vitamines A, D, E et K) associées à la matière grasse, certaines sont au centre du globule gras et d'autres à sa périphérie (Gérard.D. 2001).

I.4.7. Enzymes

Les enzymes présentes dans le lait sont les lipases, galactase, phosphate, réductase, catalase et peroxydase. Il existe aussi dans le lait des gaz dissous qui sont le gaz carbonique, l'oxygène, l'azote, dont 4 à 5% du volume du lait se retrouve à la sortie de la mamelle (Gérard.D.2001)

I.4.8. L'extrait sec total (EST)

Ce sont tous les constituants solides du lait, sont les matières grasses, les protéines, les glucides et les minéraux.

I.4.9.L'extrait sec non gras

Il s'agit de tout le solide du lait moins les matières grasses. Il reste les protéines, les glucides et les minéraux (**Amiot.J. 1985**).

I.4.10. Gaz dissous

Le lait contient des gaz dissous, essentiellement du dioxyde de carbone, azote et de l'oxygène (**Carole.L ,et Vignola.2002**).

I.5. Valeurs nutritionnelle du lait

Le lait constitue une source d'énergie, de protéines, de minéraux et de vitamines. Sa valeur énergétique est de 700 Kcal/l. Ces protéines possèdent une valeur nutritionnelle élevée, en particulier la lactoglobuline et lactalbumine riches en acides aminés soufrés. Le lait est une excellente source de calcium, de phosphore et de riboflavine. Il est relativement riche en thiamine, cobalamine et en vitamine A, pauvre en fer, cuivre, acide ascorbique et en vitamine D (**Cheftel.J.C,Cheftel.H. 1977**).

I.6.Les propriétés organoleptiques**I.6.1. couleur**

Le lait est de couleur blanc mat, qui est due en grande partie à la matière grasse, aux pigments de carotène (la vache transforme le β carotène en vitamine A qui passe directement dans le lait) (**Vierling.E.2008**).

I.6.2. Saveur

Le lait est légèrement sucré en raison de sa richesse en lactose dont le pouvoir sucrant est inférieur à celui du saccharose (**François. 1985**).

I.6.3.Odeur

La présence de la matière grasse dans le lait, lui confère une odeur caractéristique. Au cours de la conservation, le lait est caractérisé par une odeur aigre due à la présence d'acide lactique produit par une acidification du lait stérilisé UHT (**Vierling.E. 1999**).

I.7. Propriétés physico-chimiques

La connaissance des propriétés physicochimiques du lait revêt une importance incontestable car elle permet de mieux évaluer la qualité de la matière première et de prévoir les traitements et opérations technologiques adaptés.

Le tableau ci-dessous représente les propriétés physico-chimiques du lait.

Tableau I.4: propriétés physico-chimique du lait (FAO et OMS.2008).

Paramètres	Valeurs
Densité	1,032
Point de congélation	-0,555
Point d'ébullition	100,5°C
Ph à 20°C	6,6-6,8
Acidité Dornic	14-18°D
Activité de l'eau	0,99
Viscosité	2,2

I.7.1. La densité

La densité du lait est comprise entre 1,030-1,033 à une température de 20°C, à des températures différentes, il faut effectuer une correction (Alais, 1984).

Elle est également liée à sa richesse en matière sèche, un lait pauvre aura une densité faible, le lait contient de la matière grasse de densité inférieur à 1 (0.93 à 20 °C). Il en résulte qu'un lait enrichi en matière grasse à une densité qui diminue et qu'à l'opposé, un lait écrémé a une densité élevée (Luquet.F.M , et Bonjean.1985).

I.7.2. Point de congélation

Le point de congélation du lait est légèrement inférieur à celui de l'eau puisque la présence de solubilisés abaisse le point de congélation il peut varier de -0.530°C à -0.575°C avec une moyenne de -0,555°C. Un point de congélation supérieur à -0,530°C permet de soupçonner une addition d'eau au lait (Vignola.C.L.2002).

I.7.3. Point d'ébullition

On définit le point d'ébullition comme la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la substance ou de la solution est égale à la pression appliquée (Vignola.C.L. 2002).

I.7.4. pH

Le pH est une mesure, de l'activité des ions (H^+) contenus dans une solution. Le but est de pouvoir mesurer quantitativement l'acidité de celle-ci (**Vignola.C.L.2002**).

I.7.5. L'acidité

L'acidité du lait est due principalement à la présence de protéines (notamment la caséine et la lactalbumine) et l'acide organique, tel que l'acide lactique, l'acidité naturelle du lait varie entre 13°D et 17°D d'équivalent d'acide lactique (**Simpson.R , et al, 2002**).

I.7.6.L'extrait sec

L'extrait sec est la masse des résidus présents dans le lait après chauffage (toutes substances à l'exclusion de l'eau).

La teneur en matière grasse est la principale cause de la différence d'extrait sec chez les espèces (**Alais,et al. 1984**).

I.8. Techniques de conservation du lait

I.8.1. Parmi ces techniques

I.8.1.1.Conservation par le froid

Actuellement, le froid est un moyen très pratique de conserver les aliments, tout en préservant leurs qualités nutritionnelles et organoleptiques.

I.8.1.1.1. Réfrigération

La réfrigération est une technique de semi conservation, elle consiste à placer les denrées dans une enceinte maintenue vers +5°C, cette température freine le développement des germes mésophiles, par contre le traitement est sans effet sur les psychrophiles, qui se développent à la température de réfrigération (**Gosta. 1995**).

I.8.1.1.2.Congélation

Est un procédé physique qui a pour but la conservation prolongée par le froid, il est très important que le lait destiné à être conservé par le froid soit de bonne qualité hygiénique.

Le but d'emploi du froid est souvent d'inhiber, retarder ou arrêter d'une part les réactions enzymatiques dans le produit alimentaire et d'autre part la croissance des microorganismes (**Gosta. 1995**).

I.8.1.2. Conservation par la chaleur

Contrairement à l'action du froid, la chaleur permet de détruire les microbes et non d'inhiber simplement leur développement. En outre, elle vise à détruire les enzymes qui peuvent impliquer la détérioration du lait, ce qui permet l'amélioration de la qualité du lait (Parcalin.J , et Galantier.M. 1986).

I.8.1.2.1. La stérilisation

Le but de la stérilisation est la destruction des microorganismes pouvant se développer lors de l'entreposage. Pour la stérilisation commerciale du lait UHT, on vise la réduction du nombre de thermophiles, cela afin de prévoir une certaine marge de sécurité au cas où il se formerait des dépôts sur la paroi de l'échangeur de chaleur. La destruction des microorganismes est fonction de deux paramètres : la durée du traitement thermique et la température (Jeantet et al, 2011).

I.8.1.2.2. La pasteurisation

La pasteurisation a pour but la destruction des formes végétatives incluant certains pathogènes et la réduction de la flore banale. Trois zones de couple temps-température sont pratiquées : pasteurisation basse (62-65°C/30min), pasteurisation haute (71-72°C/15-40s) et flash pasteurisation (85-90°C/1-2 s). L'activité résiduelle des enzymes du lait est un bon indicateur de la nature du traitement thermique. Ainsi, un traitement de pasteurisation doit inactiver la phosphatase alcaline, mais préserver la peroxydase (lait dit de « haute qualité») (Jeantet et al ,2011).

La pasteurisation est un procédé thermique, qui permet de détruire les germes pathogènes et d'abaisser la teneur du lait en bactéries lactique (germes non pathogènes, cause de l'altération du lait : production de l'acide lactique qui confère une saveur aigre au lait). Elle détruit aussi certaines enzymes, en particulier les lipases dont l'activité est indésirable.

La pasteurisation se fait :

63°C pendant 30minutes : pasteurisation basse

72°C pendant 15 secondes : pasteurisation haut 95°C instantanément.

I.9. Les matières premières

L'industrie du lait pasteurisé fait appel à une technologie bien spécifique, qui nécessite l'addition de certaines matières premières :

- ✓ La poudre de lait (0%MG) appelée la poudre écrémé.
- ✓ La poudre de lait (26%MG) appelée la poudre entier.
- ✓ L'eau de reconstitution.

I.9.1. L'eau de reconstitution

L'eau de reconstitution doit être potable et répond aux standards fixés par l'organisation mondial de la santé OMS, sur le plan physico- chimique elle ne doit contenir ni pesticides ni nitrate et avoir une dureté total comprise entre 0 et 15°F et un pH voisin de la neutralité.

-L'eau utilisée dans la laiterie LA VALLÉE est une eau sous terraine amené de la source de « ICHIKAR» se situe à Tzamalt.

I.9.2. La poudre de lait

Elle est le produit de la déshydratation du lait entier ou écrémé, seul la poudre séchée par spary, convient à la reconstitution .elle doit présenter les propriétés suivantes :

- Une bonne mouillabilité, une meilleure dispèrsibilité et une solubilité facile, pour une aptitude de reconstitution optimale.
- De bonnes propriétés organoleptiques : couleur blanche, goût agréable avec absence d'odeur rance.
- D'excellentes propriétés physico-chimique et une faiblesse des concentrations en protéases et en lipase (**Le codex alimentarius.2011**).

Il y a trois sortes de poudres selon la quantité de MG :

- ✓ poudre du lait à 26%de MG
- ✓ poudre de lait à 15% de MG
- ✓ poudre de lait à 0% de MG

La laiterie LA VALLÉE utilise la poudre de lait entier (26% de MG) +la poudre de lait écrémé (0%MG). Les poudres de lait sont fournies en sacs plastifiés de 25Kg.

I.10. Procédé de fabrication de lait pasteurisé au niveau de la laiterie LA VALLÉE

La production de lait pasteurisé partiellement écrémé au niveau de la laiterie LA VALLÉE se fait selon les étapes suivantes :

I.10.1. La reconstitution

La reconstitution consiste à mélanger l'eau traitée et la poudre de lait (0%MG) et la (26% MG) afin d'obtenir un produit dans la teneur en matière séchée est conforme, la réglementation est assurée par une poudreuse, cette dernière est semi –automatique, comprend une vanne manuelle une turbine et une pompe.

-L'eau qui doit être probablement chauffée 30°C à 40°C pour faciliter la dissolution de la poudre.

-La poudreuse dispose d'une pompe de recirculation, une fois l'eau est en contact de la poudre le mélange passe par une turbine qui va accélérer la dispersion puis il est envoyé le tank de préparation où il subit une agitation continue.

I.10.2. Le stockage tampon

Le lait reconstitué est stocké dans trois tanks de 5000 litres où il est soumis à une agitation continue dans le but :

- ✓ d'augmenter la dispersion et la dissolution des poudres de lait dans l'eau.
- ✓ éviter la formation d'agglomérats.

I.10.3. La filtration

Le lait reconstitué soutiré du tank par une pompe centrifuge passe ensuite à travers les filtres cylindriques pour l'élimination de toutes impuretés macroscopiques.

I.10.4. La pasteurisation

Le procédé de pasteurisation à laiterie LA VALLÉE se passe par ces étapes :

- ✓ d'abord le lait stocké dans les tanks est porté dans un compartiment à une température de 80 à 85°C/30 secondes, et ceci en récupérant la chaleur libérée par l'eau chauffée.
- ✓ une fois pasteurisé, le lait passe par le compartiment de récupération où sa température est ramenée à 15°C et par le biais d'eau glacée, il est refroidi à 4°C.

I.10.5. Le stockage

Le lait pasteurisé s'il n'est pas directement conditionné, il est stocké dans deux tanks de 5000 litres est porté à une température comprise entre 4 et 6°C.

I.10.6. Le conditionnement

Le lait est mis dans des sachets à l'aide d'une conditionneuse qui est un bloc semi-automatique divisé en deux compartiments similaires fonctionnant en parallèle, la bobine du film plastique est placée en arrière de la conditionneuse, le film est ensuite stérilisé par les rayons ultraviolets émis par des lampes se trouvant en haut de l'appareil.

Après la stérilisation une soudure longitudinale est réalisée par une thermo soudeuse, le remplissage des sachets se fait par une pompe doseuse située en partie haute de l'appareil, une fois le volume désiré (1litre) est atteint une soudure horizontale permet la fermeture du sachet.

Les étapes de fabrication du lait pasteurisé sont représentées par la figure I.1 ci-dessous

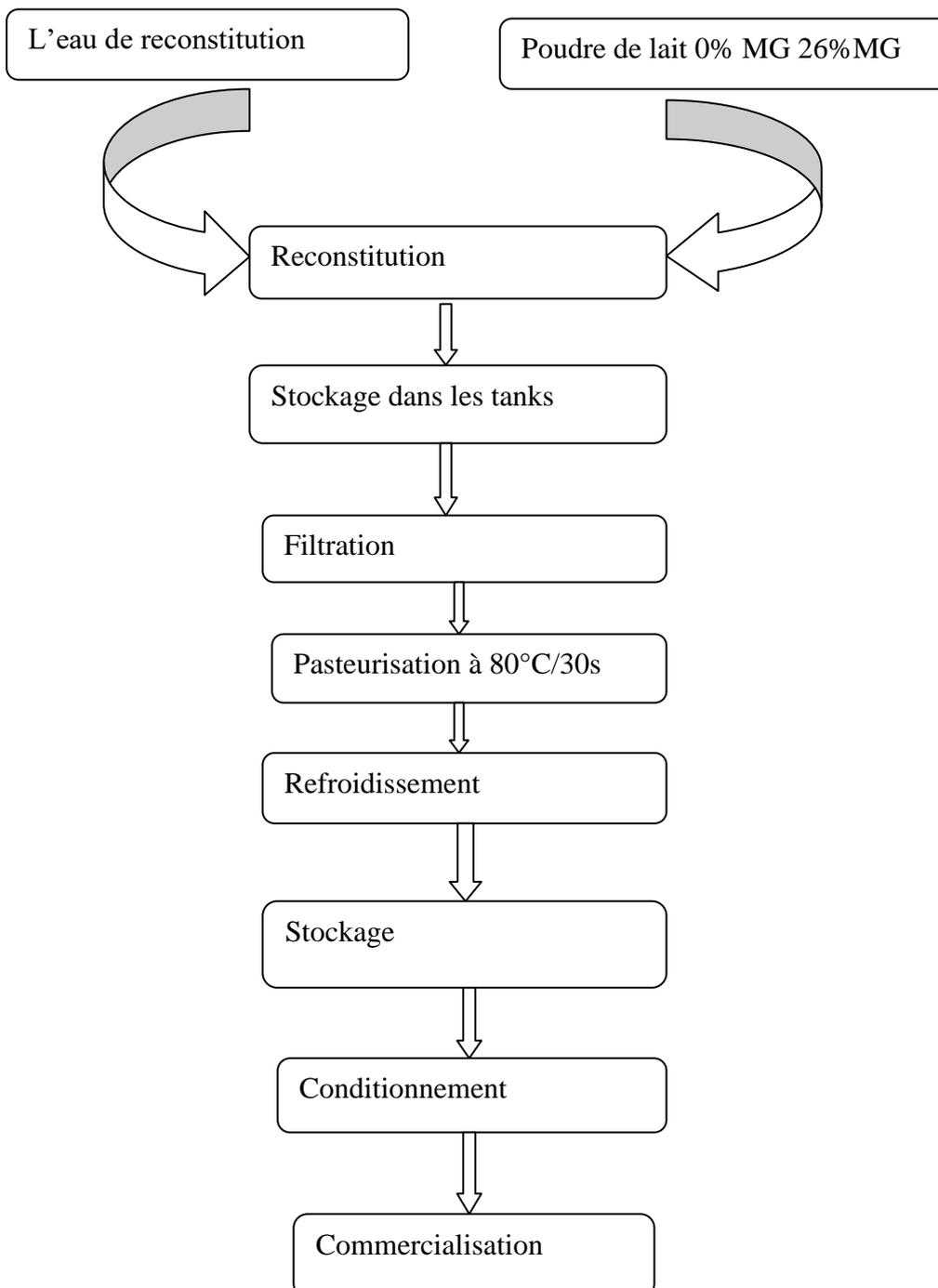


Figure I.1 : diagramme de fabrication du lait pasteurisé à la laiterie la vallée

I.11. Nettoyage et désinfection

Le nettoyage et la désinfection sont les deux piliers hygiène dans une industrie agroalimentaire, donc ceux-ci sont obligatoires après chaque fin de travail. Les entreprises

doivent respecter des normes d'hygiène pour protéger les produits de la dégradation et de la contamination pendant le fonctionnement des machines, et le nettoyage doit être effectué rapidement et minutieusement.

La meilleure condition de nettoyage se rencontre avec les systèmes Cleaning-in- place (CIP), voulant dire le nettoyage en place.

Le nettoyage en place (NEP) des réseaux et des équipements est réalisé par une unité fixé ou mobile dans laquelle sont préparés les produits de nettoyage (soude), puis injectés en boucle au moyen d'un tableau de pontage et de pompe de circulation.

I.11.1. Programme de nettoyage

I.11.1.1. Le nettoyage cycle court

Il comprend 3 étapes suivantes :

- ✓ rinçage avec de l'eau (80°C) pendant 150s pour éliminer les résidus.
- ✓ lavage avec de la soude a80ms/cm, pour dissoudre la matière grasse et les protéines et nettoyer les dépôts qui sont difficile à enlever.
- ✓ rinçage final.

I.11.1.2. Nettoyage a cycle long :

Il est effectué après une longue durée d'utilisation en 7 étapes par :

- Rinçage avec de l'eau (80°C pendant 150s) pour éliminer les résidus.
- Nettoyage alcalin en utilisant des détergents alcalin (80ms/cm) pour dissoudre la matière grasse et les protéines et nettoyer les didot qui sont difficile a enlevés.

- Rinçage avec de l'eau.
 - Nettoyage acide qui sert à neutraliser les restes caustiques sur les surfaces des équipements. Les détergents acides enlèvent les dépôts minéraux dans l'appareil (spécialement dans les aires chaudes comme les pasteurisateurs).
 - Deuxième rinçage intermédiaire à l'eau : l'eau froide enlève les résidus acides.
 - Désinfection qui a pour but l'élimination des micro-organismes et/ou l'inactivation des virus indésirables portés par les milieux inertes.
- Un rinçage final pour éliminer toute trace de désinfectants.

II.1. Définition de la crème glacée

Leur fraîcheur, leur douceur et leur flaveur caractéristiques. Les crèmes glacées sont composées d'un mélange d'ingrédients congelés parmi lesquels le lait, le sucre et/ou des produits sucrants, des hydro -colloïdes, des émulsifiants et des produits aromatisants.

D'autres ingrédients tels que des colorants, peuvent être incorporés. Ce mélange appelé « mix » est pasteurisé et homogénéisé avant congélation (Sia, 2017).

II.2. La composition de la crème glacée

Les ingrédients de la crème glacée peuvent être classés en trois groupes différents :

- Composants majeurs : sont présents en quantités substantielles, comme le lait, le sucre, les graisses et l'eau.
- Composants mineurs : sont présents en petites quantités tels que les émulsifiants, les stabilisants, les colorants et les arômes.
- Ingrédients extra, comme le chocolat, les gaufrettes, les morceaux de fruits, les noix, etc. (Scholten.E,et petres.M.2013). Les différents constituants de la crème glacée sont représentés dans la figure suivante

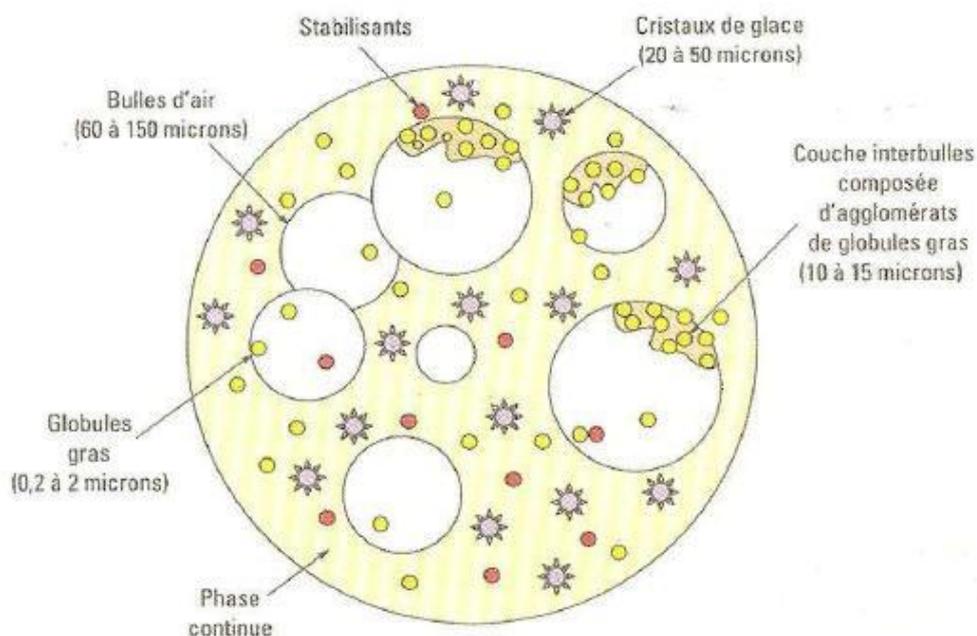


Figure I.2: Représentation schématique d'une crème glacée (Gibert et al, 2011).

Tableau I.5 : Ingrédients typiques d'un mélange d'une crème glacée simple (Permlal-Ranjith, 2002).

Ingrédient	Quantité (g/100g)
Eau	63
Sucre	15
La poudre de lait non grasse	11,5
La matière grasse	10
Emulsifiant - stabilisant	0,5

II.3. Rôle des constituants

Les différents ingrédients utilisés dans une crème glacée jouent un rôle spécifique suivant leur nature et leur teneur. Ainsi, les matières grasses et les produits sucrants varient en proportion suivant la qualité désirée et la matière sèche totale préconisée. De la matière sèche dépend le point de congélation, la durée de vie et d'autres attributs sensoriels : saveur sucrée, texture, ...

II.3.1. Eau

L'eau est le composant fondamental de la crème glacée, constitué de 60 à 65% de son poids total. Elle doit être douce et de TH entre 10 à 15° F, elle joue le rôle de solvant qui permet la solubilisation de l'extrait sec dégraissé lactique ainsi que les sucres. Elle joue aussi

le rôle de dispersant et facilite l'émulsifiassions de la matière grasse. En outre, son passage partiel de l'état liquide à l'état solide est la création de réseaux solides cristallins permet une stabilisation de la structure physico-chimique complexe des crème glacée (**Jean-LB. 2001**).

II.3.2. sucre

Les sucres les plus utilisés sont : le sirop du glucose, le saccharose et le fructose ; ils présentent en générale de 16 à 18% de la masse totale du mix. La présence des sucres permet d'ajuster la teneur en extrait sec total de la crème glacée et lui confère le caractère sucré. Elle permet aussi d'obtenir une saveur riche et délicate et favorise la formation de petits cristaux de glace qui empêchent la crème d'être coulante et dure (**Pascal. 1998**).

II.3.3. Matière grasse

La matière grasse qui constitue environ 6 à 8% peut aller jusqu'à 14% du poids total du mix. La présence de la matière grasse dans une crème glacée présente de nombreux avantages tels que l'augmentation de la viscosité, la réduction de la vitesse de foisonnement, la stabilisation de la mousse, l'amélioration de la texture du corps, et de la flaveur du produit fini ainsi que l'accroissement de sa valeur énergétique (**Boutonnier et al. 2002**).

II.3.4. Extrait sec dégraissé lactique (ESDL)

L'ESDL peut être apporté par différentes sources telles que du lait écrémé concentré, ou du lait en poudre dégraissé. Les principaux intérêts de l'ESDL dans la crème glacée résident dans l'apport de protéines et de minéraux bénéfiques pour la structure de la crème et par conséquent pour sa structure. La quantité d'ESDL doit être comprise entre 10 à 11%.

II.3.5. L'Air

L'air est un ingrédient important dans la crème glacée, il est incorporé pour la rendre plus légère et plus agréable. Les bulles d'air rend la crème glacée douce et produisant un joint d'étanchéité solide (**Board.N. 2012**).

II.3.6. Les additifs alimentaires

II.3.6.1. Les stabilisants

Les stabilisants sont des substances «des hydro-cycloïdes» c'est-à-dire des polymères qui se dispersent dans l'eau et qui ont pour rôle d'empêcher la formation de gros cristaux de glace et sont ajoutés à des doses trop faibles pour modifier la teneur en matières sèches ou la valeur nutritionnelle (**Tirard .C. 1996**).

II.3.6.2. Les émulsifiants

Petites molécules tensio-actives généralement intégrées avec les stabilisants dans les mélanges dont la fonction est très différente (**Goff.H.D. 2016**).

Les émulsifiants sont incorporés dans le mix pour stabiliser l'émulsion, donner une structure moelleuse et réduire le temps de foisonnement de la crème. Ils permettent une incorporation de fines bulles d'air dans la masse.

II.3.6.3. Les aromatisants et les Colorants

Les quantités minimales d'arômes à employer pour la fabrication des crèmes sont variables (vers 0,2%), ils sont utilisés pour améliorer la qualité sensorielle.les aromatisants utilisés le plus couramment sont :la vanille,le chocolat,la fraise,et le noix, et les colorants pour améliorer son apparence et identifier l'arôme utilisé. Ces colorants et les arômes doivent être ajoutés au mélange après la pasteurisation (**Pruthi. 1999**).

II.4. Propriétés des crèmes glacées

-Propriétés organoleptiques

-Propriétés physico-chimiques

II.4.1. Propriétés organoleptiques

Les qualités recherchées par le consommateur de glaces sont:

- ✓ La friabilité : absence de cristaux de glace .
- ✓ Texture fine, assez résistante.
- ✓ Fusion lente dans la bouche .
- ✓ Arômes et parfum subtils et vrais .

II.4.2. Propriétés physico-chimiques**II.4.2.1. Pour le mix blanc**

Le mix blanc est le mélange utilisé pour la fabrication des crèmes glacées, sa composition ; poudre de lait dégraissé ou pas, stabilisants,émulsifiants, sucres, matières grasses, colorants et arômes.

A la maturation, le mix blanc présente des caractéristiques physico-chimiques qui sont illustrés dans le tableau suivant .

Tableau I.6: Les caractéristiques physico-chimiques du mix blanc à la maturation.

Parametres	NE
pH	6,5 - 6,7
MV (g/l)	1,106 - 1,108
VIS	3,4 - 3,6
AC (g/l)	1,2 - 1,4
T(°C)	4

II.4.2.2. Pour le sorbets

Un sorbet ou sorbet glacé est un entremets glacé qui, contrairement à la crème glacée, ne contient pas de crème, de lait ou de jaune d'œuf. Souvent consommé comme dessert, il est préparé à partir d'une purée ou d'un jus de fruits auquel on ajoute un sirop de sucre. (Michèle Barrière).

Le tableau ci-dessous présente les parametres physico-chimique du mélange pour le sorbet.

TableauI.7: Les parametre physico-chimique du mélange pour le sorbet .

Parametres	NE
pH	2,4 -2,6
MV (g/l)	1,118- 1,120
VIS	3,4 -3,6
AC (gen acide citrique /l)	3,5-3,8
T (°C)	4

II.5. Valeur nutritive

La crème glacée est un aliment complet, extrêmement riche en protides, lipides, glucides, sels minéraux et vitamines.

- Les protéines du lait contiennent tous les acides aminés essentiels.
- L'apport de matières grasses et 3 à 4 fois supérieur à celui du lait.
- Les glucides, saccharose, sirop de glucose, lactose: représentent une source d'énergie extrêmement importante pour l'organisme.
- La crème glacée est parmi les aliments les plus riches en calcium et phosphore. Il est à noter que le lactose améliore l'assimilation du calcium.
- Les apports en vitamines A sont particulièrement importants. D'autres vitamines essentielles sont présentes dans la crème glacée, mais en proportions moins importantes.

II.6. Catégories des crèmes glacées

Les crèmes glacées sont réparties en quatre catégories principales en fonction des ingrédients utilisés :

- ✓ La crème glacée fabriquée exclusivement à partir de produits laitiers.
- ✓ La crème glacée contenant de la graisse végétale.
- ✓ Le sorbet fabriqué à partir de jus de fruits.
- ✓ La glace fabriquée à partir d'eau, de sucre et de concentré de fruits. **(Pascal . 1990)**

II.7. Procédé de fabrication des glaces

Les différentes étapes de la fabrication des crèmes glacées sont résumées dans la figure suivante :

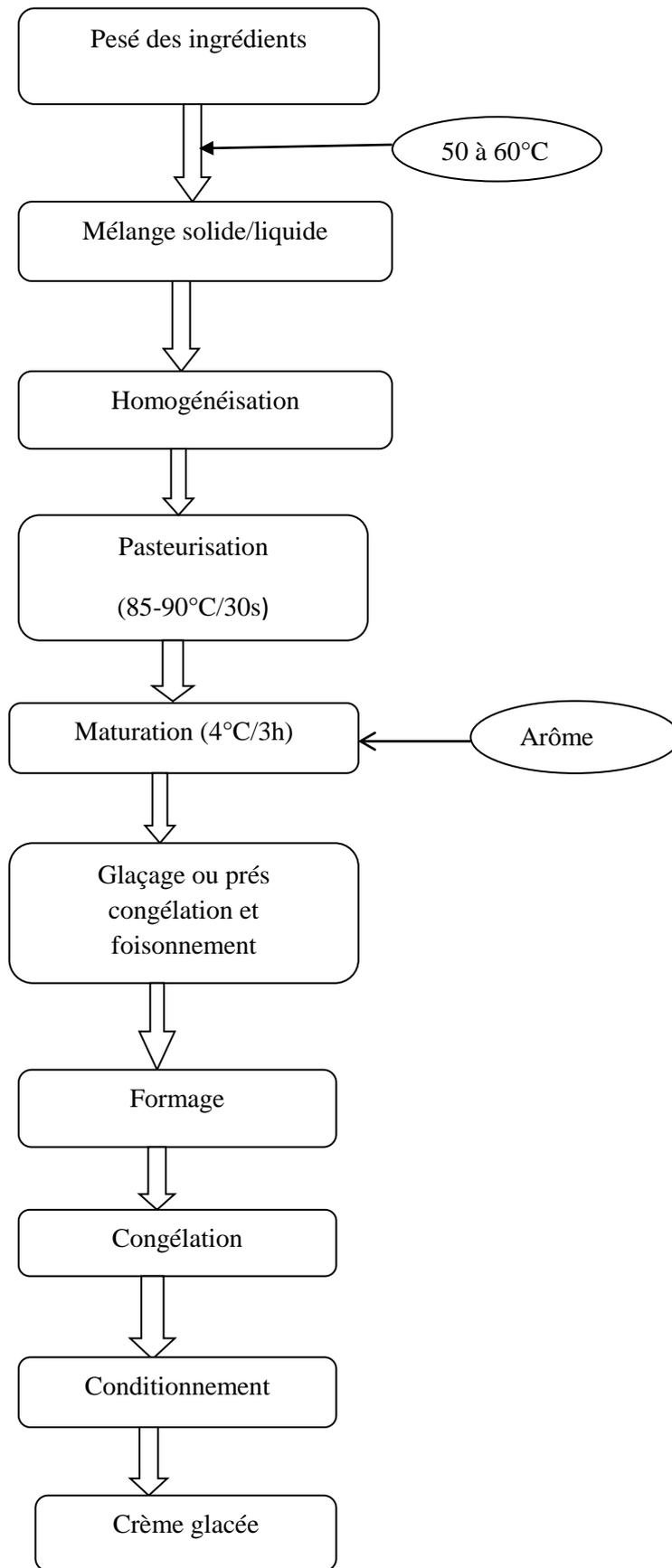


Figure I.3 : Diagramme de fabrication de la crème glacée (Mahaut.M, et al. 2000).

Les étapes de fabrication de la crème glacée sont représentés dans le tableau suivant.

Tableau I.8 : Les caractères de chaque étape de fabrication de la crème glacée et ses poids à maîtriser.

Etapes	Caractéristique de l'étape	Poids à maîtriser
Mixage des ingrédients	<ul style="list-style-type: none"> - Mélange des ingrédients solides et liquide. -Préchauffage du mix (50 à 60°C). 	<ul style="list-style-type: none"> -Analyse de matière première. -Hygiène du personnel assurant l'opération du poudrage. -Eviter l'introduction de souillures physique ou chimique.
Homogénéisation et pasteurisation	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction des particules grasses. - Stabilisation de l'émulsion. - Réduction de la durée de maturation du mix. - Prévient le risque de barattage. -Elimination de la flore microbienne. 	<ul style="list-style-type: none"> -Suivi de la température du mix (proche de la température de pasteurisation soit de 60 à70°C). -Perfectionner le nettoyage de l'homogénéisateur. -Eviter le colmatage du pasteurisateur du mix. -Contrôler la température dans le pasteurisateur.
Maturation	<ul style="list-style-type: none"> - Le temps de maturation est de 4 heures. - Ajout des arômes et des colorants. - Cristallisation partielle de la matière grasse. -Augmente la résistance de la glace au choc thermique. 	/
Foisonnement	<ul style="list-style-type: none"> -Indication de l'air en mouvement continu pour éviter la formation des cristaux de glace. -Augmentation du volume du produit fini. 	<ul style="list-style-type: none"> -Qualité de l'air : purifier. - La température -5à-6°C. -Le nettoyage du freezer.
Conditionnement	<ul style="list-style-type: none"> -Mise en boite de la crème glacée. 	<ul style="list-style-type: none"> -Hygiène des mains des opérateurs. -Hygiène du matériel. -Contrôle de la qualité microbiologique de l'emballage.
Surgélation	<ul style="list-style-type: none"> -La sur congélation de la crème glacée. -Assurer une stabilisation microbiologique du produit fini. 	/
Stockage	<ul style="list-style-type: none"> -Le stockage du produit fini bien emballer dans une chambre froide à une température constante -40°C 	

II.7.1. Mixage des ingrédients

Les différents ingrédients (protéines du lait et matière grasse, les émulsifiants, stabilisants, sucre) sont généralement pesés et introduits manuellement dans les cuves de mélange (mixeur) qui contiennent de l'eau. Le mélange est chauffé de 50°C à 60°C durant 15 à 20 min, pour dissoudre la majeure partie des stabilisants et des émulsifiants.

II.7.2. Homogénéisation et pasteurisation

Le mélange va tout d'abord passer vers une cuve tampon (en passant par un filtre), puis il est pompé vers un échangeur de chaleur à plaques ou il est préchauffé à 70°C. L'étape d'homogénéisation a pour rôle premier d'augmenter la quantité de globules gras de manière à pouvoir stabiliser l'ensemble des bulles d'air dispersées dans la crème glacée, pour réduire la taille des globules gras et les rendre stables. Le mélange va retourner vers le changeur de chaleur à plaque et va être pasteurisé à 85-90°C pendant 30s. Le mélange pasteurisé est ensuite refroidi à 5°C puis transféré vers une cuve de maturation.

II.7.3. Maturation

Cette opération consiste à maintenir la préparation à une température de l'ordre de 4 à 6°C pendant 3h à 72h sous agitation lente continue pour induire la cristallisation de la matière grasse. Avant de faire sortir le mix des tanks de maturation on ajoute les arômes pour le goût.

II.7.4. Foisonnement et pré-glaçage

Le foisonnement qui s'effectue dans un freezer, consiste à injecter de l'air filtré sous pression, il se réalise automatiquement à fin d'augmenter le volume de la crème glacée. Une mousse qui est une dispersion de l'air dans un liquide visqueux est ainsi obtenu (Vignole.C.L. 2002).

Le foisonnement est généralement compris entre 80 et 100%: autrement dit, il représente 0,8 à 1 litre d'air par litre de mélange et pour le sorbet il est entre 30 et 50% (Pascal. 1998).

II.7.5. Formage

A la sortie du freezer, la crème encore malléable reçoit sa forme définitive avant congélation par :

II.7.6. Moulage

Remplissage direct des conditionnements commerciaux, à l'aide de doseuses volumétriques (crème entre -2 et -4°C) ou d'extruder (pour les crèmes plus formes entre -6 et-7).

II.7.7. Congélation

Un tunnel de congélation à -40°C avec une vitesse d'air de 3 à 8 m/s, permet de congeler des produits de différentes formes. Ce procédé permet de E3 descendre rapidement à 15°C au cœur du produit afin d'éviter la croissance des cristaux de glaces et atteindre 80% de l'eau congelée.

II.7.8. Conditionnement –emballage

Les modes de conditionnement de la crème glacée son réalisés sur des lignes industrielles classiques ; la crème glacée est conditionnée dans des emballages dans des chambres froides afin d'éviter les chocs thermiques.

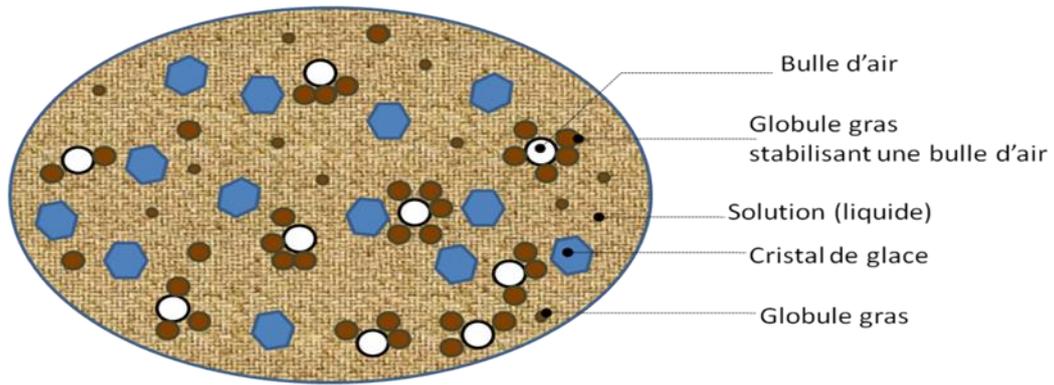
II.7.9. Stockage et distribution

Pour assurer une bonne conservation, la chaine de froid doit être respectée. Une fois que la crème glacée sort du service durcissement, elle est stockée de -25 à -30°C au sein de l'entreprise jusqu'à ce qu'elle soit embarquée à leur prochaine destination, et transportée entre -20 et -25°C à la distribution pour finir dans le congélateur familial à -18°C.

II.8. Description de la structure de la crème glacée

La structure physique de la crème glacée est un système physico-chimique complexe, car c'est une émulsion (huile dans eau) foisonnée. Des bulles d'air sont dispersées dans une phase continue liquide, incrustée de cristaux de glace. Cette phase liquide contient aussi des globules gras partiellement cristallisés, des protéines de lait, des stabilisants, des émulsifiants, ainsi que des sucres et des sels. Le produit final constitue donc un système polyphasique: air, liquide et solide.

La Figure I.4 permet de visualiser une coupe d'un échantillon de crème glacée au Cryo-MEB (Olivier.L. 2013).



Structure schématique de la glace

Figure I.4 : structure schématique de la glace

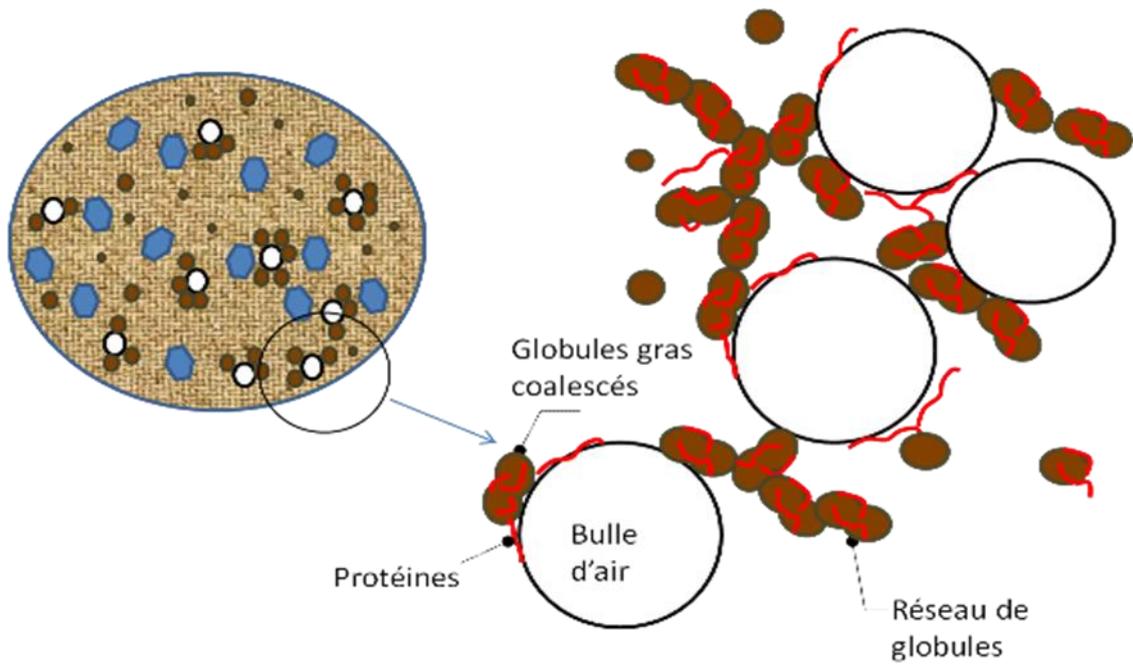


Figure I.5 : agrandissement de la structure de la glace

II.1. Prélèvements et échantillonnages

II.1.1. Stérilisation du matériel de prélèvement

Le matériel de prélèvement des échantillons doit être parfaitement propre et stérile et pour cela il doit être :

- Lavé à l'eau courante pour éliminer les traces des précédents prélèvements.
- Lavé et brossé à l'eau contenant une solution détergente.
- Rincé à l'eau de robinet et finalement par l'eau distillée.
- Séchage et stérilisation du matériel dans un autoclave à air humide à 121C /15min.

II.2. Technique de prélèvement

II.2.1. L'eau

Prélever l'eau à analyse dans un flacon en verre de 250ml.

II.2.2. La poudre de lait

Les échantillons sont représentés par des sacs de poudre pris au hasard ayant une même origine. Le prélèvement se fait à l'aide d'une spatule métallique stérile en puisant au fond des sacs ; ces sacs pèsent environ 25kg.

II.2.3. Le lait

Le prélèvement s'effectue au niveau des tanks de stockage .toutes les opérations doivent s'effectuer dans des meilleures conditions d'asepsie possible.

II.3. Analyses physico-chimiques

Le contrôle physico-chimique a pour objectif de garantir au produit sa stabilité.

II.3.1. Analyse physico-chimique de lait

Les analyses physico-chimiques effectuées, sur les différents échantillons matières premières et le produit fini sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau II.1 : Analyse physico-chimique sur les matières premières et le produit fini.

Echantillons		Paramètres
Matières premières	Eau	Mesure de pH Détermination de la conductivité TA TAC TH Dosage des ions de chlore
	Poudre de lait	pH Masse volumique Taux de Matière grasse Taux d'Humidité Acidité titrable
Produit fini Lait pasteurisé		Teste stabilité à ébullition Masse volumique Acidité titrable Matière sèche Matière grasse Matière sèche dégraissée Point de congélation pH

II.3.1.1. L'eau de proses

Les analyses, ont pour but de déterminer la qualité hygiénique et organoleptique de cette eau.

II.3.1.1.1. Détermination du potentiel d'hydrogène (pH)

a)-Principe

Sa mesure nous renseigne précisément sur l'état de fraîcheur de l'eau.

Le pH a été déterminé par la méthode électrothermique à l'aide d'un pH- mètre .cet appareil mesure la différence du potentiel entre deux électrodes.

b)- Mode opératoire

- Etalonner le pH-mètre avec deux solutions tampons de pH=4 et pH=7
- Rincer l'électrode avec l'eau distillée
- Plonger l'électrode dans un bécher contenant l'eau à analyser et lire la valeur de pH stabilisée.

c)- Expression des résultats

Le résultat (la valeur de pH) est directement affiché sur l'écran du pH-mètre.

II.3.1.1.2. Détermination du titre alcalimétrique(TA)

a)- Principe

Le titre alcalimétrique permet de connaître la teneur complète des hydrates alcalins et la moitié des carbonates

$$TA = (\text{OH}^-) + 1/2(\text{CO}_3^{2-}).$$

Les eaux naturelles ont un pH compris entre 4,5 et 8,35 et leur alcalinité est attribuable essentiellement aux bicarbonates (HCO_3^-).

b)- Mode opératoire

Remplir la burette par la solution de H_2SO_4 0, 02N.

Prendre 50ml d'eau à analyse dans un erlenmeyer de 250ml ajouter quelque gouttes de phénophtaléine puis titrer par addition successive par la solution acide contenue dans la burette jusqu'à l'obtention d'une solution d'une couleur faiblement rosée.

b)- Expression des résultats

Dans le cas où il n'y a pas de changement de couleur le TA est nul.

$$TA = C_b * N * 1000 / V \text{ meq/l}$$

$$TA = C_b * N * 1000 / V * 61 \text{ mg/l en } \text{HCO}_3^-$$

En °f :

$$TA = C_b * N * 1000 / V * 5^\circ f$$

C_b : chute de burette

N : Normalité de l'acide

V : volume de l'eau

II.3.1.1.3. Détermination du titre alcalimétrique complet (TAC)

a)- Principe

Le TAC permet de connaître les teneurs complètes des carbonates et des bicarbonates et des hydrates alcalins contenus dans une eau, son unité est le degré français (°f).

$$\text{TAC} = (\text{OH}^-) + (\text{CO}_3^{2-}) + (\text{HCO}_3^-).$$

b)-Mode opératoire

Prendre 50ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer de 250ml on ajoute quelques gouttes de méthyle orange on titre par la solution d'acide sulfurique jusqu'à l'obtention de la couleur jaune orangée, on note le volume équivalent.

c)-Expression des résultats

$$\text{TAC} = C_b * N * 1000 / V * 61 \text{ mg/l en HCO}_3^-$$

$$\text{TAC} = C_b * N * 1000 / V * 5^{\circ}\text{f}.$$

C_b : chute de burette

N: Normalité d'acide

V: Volume de l'eau

II.3.1.1.4. Dosage de titre hydrométrique (TH)

Le titre hydrotimétrique ou la dureté totale est l'indicateur de la minéralisation de l'eau. Elle est due uniquement aux ions calcium et magnésium.

a)- Principe

Titration par complexométrie du calcium et de magnésium avec une solution aqueuse de sel dissodique d'acide éthylène-diamine tétra acétique (EDTA) à pH de 10.

En présence d'ions calcium et magnésium à pH = 10, le NET forme un complexe avec les ions magnésium. Lors de l'ajout progressif d'EDTA (H_2Y^{2-}) celui-ci réagit avec les ions calcium de la solution et forme le premier complexe à CaY^{2-} ce qui est le plus stable selon la réaction :



Lorsque la totalité des ions calcium sont complexés, l'EDTA réagit avec les ions magnésium en solution pour finalement réagir avec le complexe (Mg-NET). L'équivalence est indiquée par le virage du rouge violacé au bleu du noir ériochrome T (HIn^{2-}), selon la réaction suivante:



b)-Mode opératoire

Réaliser le dosage dans l'erlenmeyer de 250ml, dans lequel on verse la prise d'essai de 100ml d'eau à analyser, 4ml de la solution tampon à $\text{pH} = 10$ et une pincée de l'indicateur (NET) agiter la solution jusqu'à dissolution totale titrer avec la solution EDTA.

c)- Expression des résultats

$$\text{TH} = C_b * N * 1000 / V \text{ meq / l d'eau}$$

$$1^\circ\text{f} = 10 \text{ mg CaCO}_3$$

$$\text{Masse molaire} = 100\text{g/mol}$$

$$\text{Meq} = 100/2 = 50.$$

$$\text{Valence} = 2$$

$$\text{Meq} = 50$$

$$\text{TH} = C_b * N * 1000 / V * 50 \text{ meq CaCO}_3/\text{l}.$$

$$\text{TH} (^{\circ}\text{f}) = C_b * N * 1000 / V * 50 / 10$$

$$\text{TH} (^{\circ}\text{f}) = C_b * 100 / V.$$

II.3.1.1.5. Dosage des Chlorures (Cl^-)

a)-Principe

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrates d'argent en présence de chromates de potassium à 0,1N la fin de la réaction est indiquée par l'apparition d'une teinte rouge, caractéristique du chromate d'argent.

b)- Mode opératoire

A 100 ml d'eau à analyser, ajouter 1ml de chromate de potassium, titrer par addition successive de nitrate d'argent 0,04N jusqu'à l'obtention d'une coloration rougeâtre.

Un blanc a été préparé dans les mêmes conditions, en remplaçant l'eau à analyser par l'eau distillée.

Les résultats sont exprimés selon l'équation suivante :

$$[\text{Cl}^-] = \frac{V_{\text{réel}} \cdot N \cdot 1000}{V_{\text{ech}}} \quad V_{\text{réel}} = V_1 - V_0$$

V : chute de burette pour l'eau analysé.

V₀ : chute de burette pour le blanc.

N : la normalité de nitrate d'argent (0,02 N).

V_{ech} : volume de l'échantillon.

M : masse molaire du chlore.

F : facteur de correction

La concentration des ions de chlore, est donnée par l'expression suivante :

$$[\text{Cl}^-] \text{ mg} = \frac{C_b \cdot N \cdot 1000}{V} \cdot 35.5.$$

C_b : chute de burette

N : normalité de l'acide

V : volume de l'eau

II.3.1.1.6. Mesure la conductivité

La conductivité consiste à déterminer la teneur ionique totale. la température influe sur la conductivité, car la mobilité des ions augmente avec l'augmentation de la température, c'est pour cela qu'on mesure la conductivité à 20°C. Cette analyse se fait à l'aide d'un conductimètre.

a)-Mode opératoire

Plonger l'électrode du conductimètre dans un bécher contenant de l'eau à analyser.

b)-Expression des résultats

La conductivité du l'eau est lue directement sur l'appareil. L'unité est le micro siemens/cm (µs/cm).

II.3.2. La poudre de lait

✓ On distingue deux catégories :

-Poudre de lait entier.

-Poudre de lait écrémé

II.3.2.1Analyse physico-chimique

Pour la reconstitution de 10%(100gde la poudre dans 1000ml), réaliser le protocole suivant :

- ✓ Mettre 100g de la poudre de lait dans une fiole de 1000ml, ajuster avec l'eau distillée jusqu'au traits de jauge.
- ✓ Mettre la fiole sur une plaque chauffante avec un agitateur.
- ✓ Laisser refroidir et effectuer les analyses suivantes MG, MV, pH, H.

II.3.2.1.1. Masse volumique

La masse volumique de la poudre est déterminée selon le calcul suivant :

$$MVP = MP/VP$$

$$VP = VT - VE$$

$$VE = ME/MVE$$

MVP : masse volumique de la poudre.

MVE : masse volumique de l'eau.

VE : volume de l'eau.

VP : volume de la poudre.

ME : masse de l'eau.

MP : masse de la poudre.

II.3.2.1.2.L'acidité

a)- Mode opératoire

-Mettre 10,41 g de la poudre de lait dans une fiole de 100 ml, ajuster avec de l'eau distillée jusqu'au traits de jauge, mélanger et laisser au repos 5 min.

-Prendre le mélange et ajouter 3-4 gouttes de phénolphtaléine 1%.

-Titrer avec la solution NaOH N/9 jusqu'à l'apparition de la couleur rose pâle et lire sur la burette le volume de NaOH.

Les résultats sont exprimés par l'équation suivante :

$$AC = V_b \times N \cdot f / V_{ech}$$

AC : acidité.

V_b : volume du NaOH.

V_{ech} : volume d'échantillon

N= normalité de NaOH (1/9).

b)-Test de dégustation

La poudre du lait est soumise à des tests de dégustation (gout, odeur, saveur et couleur).

II.3.3. Produit fini**II.3.3.1. Le lait pasteurisé****II.3.3.1.1. pH**

-Etalonner le pH-mètre avec deux solutions tampons de pH=4 et pH=7.

-Rincer l'électrode avec de l'eau distillée

-Plonger l'électrode dans un bécher contenant le lait pasteurisé à analyser et lire la valeur de pH stabilisée.

a)-Expression des résultats

Le résultat (la valeur de pH) est directement afficher sur l'écran de pH-mètre.

II.3.3.1.2.Détermination de la matière grasse

La méthode acido-butyrométrique utilisée pour déterminer la teneur en matière grasse dans le lait (Méthode gerber).

a)- Principe

Cette méthode est valable seulement pour le lait frais, les constituants autres que la matière grasse sont dissous par l'ajout de l'acide sulfurique et grasse à la force centrifuge et l'ajout d'une petite quantité d'alcool amylique ($C_5H_{11}OH$) qui dissout la matière grasse, cette dernière se sépare et monte au sommet du butyromètre.

b)-Mode opératoire

-Mette dans un butyromètre 10ml d'acide sulfurique

-Ajouter 11ml de lait homogénéisé à l'aide d'une pipette de 11 ml

-Ajouter 1ml d'alcool iso-amylique puis boucher le butyromètre

-Agite jusqu'à l'obtention d'un mélange homogène

-Place dans la centrifugeuse pendant 5min

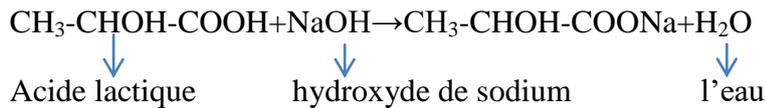
c)- Expression des résultats

Lire directement la valeur de la matière grasse sur le butyromètre.

II.3.3.1.3. Mesure l'acidité titrable

a)- Principe

L'acidité du lait est due essentiellement à l'acide lactique. L'acidité titre par l'hydroxyde de sodium (N /9) en présence d'un indicateur coloré (phénolphaléine). Le résultat est exprimé en degré Dornic (°D).



b)-Mode opératoire

- Dans un bécher introduire 10 ml de lait prélevé à l'aide d'une pipette, ou poser environ de 10g de lait,
- Ajouter dans le bécher quatre gouttes de la solution de phénolphaléine,
- Titrer par la solution d'hydroxyde de potassium 0,1N jusqu'à virage au rose, facilement perceptible par comparaison avec un témoin constitué du même lait.
- On considère que le virage est atteint lorsque la coloration rose persiste pendant une dizaine de secondes,
- Noter le nombre de ml versés.

c)-Expression des résultats

- Les résultats sont exprimés en degrés Dornic.

1dg d'acide lactique par litre = 1degré Dornic

$$\text{Acidité titrable} = V_b * 10 * f$$

V_b : Volume de NaOH

f : facteur de correction

II.3.3.1.4. La masse volumique

a)- Principe

- La masse volumique est déterminée à 20°C par un lactodensimètre.
- Une densité inférieure est due au mouillage, soit à la richesse en matière grasse.

b)-Mode opératoire

- Verser le lait dans éprouvette tenue inclinée afin d'éviter la formation de mousse ou de bulles d'air,
- Remplir l'éprouvette jusqu'à un niveau tel que le volume restant soit inférieur à celui de la carène du lactodensimètre,
- L'introduction du lactodensimètre dans l'éprouvette pleine de lait provoque un débordement de liquide, ce débordement est nécessaire, il débarrasse la surface du lait des traces de mousse qui gêneraient la lecture,
- Placer l'éprouvette ainsi remplie en position verticale, il est recommandé de la plonger dans le bain à 20°C lorsque la température du laboratoire n'est pas comprise entre 18°C et 22°C,
- Plonger doucement le lactodensimètre dans le lait en le maintenant dans l'axe de l'éprouvette en le retournant dans sa descente jusqu'au voisinage de sa position d'équilibre,
- Attendre trente secondes à une minute avant d'effectuer la lecture de la graduation, cette lecture étant effectuée à la partie supérieure du ménisque, lire la température.

c)-Expression des résultats

La densité du lait est une grandeur sans dimension A 20°C.

Lire la valeur directement sur le lactodensimètre.

A±20°C

$$MV = mv \pm (\Delta T * 0,002).$$

mv : masse volumique lue sur le lactodensimètre.

ΔT : la différence de la température

II.3.3.1.5.L'extrait sec total**a)-Principe**

C'est le temps de la matière sèche restant après une dessiccation, cette dessiccation est faite dans une étuve à une température de $100 \pm 5^\circ\text{C}$ pendant 3H.

b)-Mode opératoire

- Dans la capsule séchée et tarée introduire 5ml de lait à l'aide d'une pipette, ou peser environ 5g de lait,
- Placer la capsule découverte pendant 3H dans l'étuve
- Mettre ensuite la capsule dans le dessiccateur et laisser refroidir jusqu'à la température ambiante, Après refroidissement, peser la capsule (la masse de la capsule et du résidu).

c)-Expression des résultats

$$EST=MT - M1/M2*100$$

EST : extrait sec total masse en grammes de la capsule vide.

M2 : la masse en grammes de lait.

MT : la masse en grammes de la capsule et du résidu après dessiccation et refroidissement.

II.3.3.1.6. Mesure l'extrait sec dégraisse

La matière sèche dégraissée est obtenue par la différence entre la matière sèche et la matière grasse.

$$ESD\%=(EST-MG)*100.$$

II.3.3.1.7.L'humidité

Le taux d'humidité est déterminé à partir de la formule suivante :

$$H\%=(100 - EST)\%.$$

II.3.3.1.8. Test d'ébullition**a)-Principe**

Dans un bécher mettre environ 10ml de lait et chauffer jusqu'à l'ébullition. Ce teste permet de nous renseigner sur la fraîcheur du lait, si le lait coagule à l'ébullition il n'est pas frais (subit une fermentation). Ce test est rapide et simple.

b)-Mode opératoire

- Prélève 10ml de lait dans un bécher
- Placer le bécher dans une micro-onde jusqu'à ébullition
- Examine le bécher pour constater une éventuelle coagulation du lait. Si le lait a coagulé, il est considéré comme impropre.

II.4. Analyses physico-chimiques de la crème glacée**II.4.1. L'eau de process**

On refait les mêmes analyses qui sont effectuée sur le lait : Ph, la conductivité, TH, TA, TAC.

II.4.2. Poudre de lait écrémé

Effectuer les mêmes analyses que les poudres de lait (II.3.2.1).

II.4.3. Le mix

Les analyses physico-chimiques réalisées, sur chaque mix total, sont effectuées au niveau de la préparation et la maturation, selon les méthodes d'analyses de Vallée Glaces.

II.4.3.1. Mix à la préparation

Les principes des méthodes d'analyse du mix sont les même que ceux du lait pasteurisé.

II.4.3.1.1. Le Mix blanc :**II.4.3.1.1.1. La matière grasse****a)- Mode opératoire**

- Mettre 10 ml d'acide sulfurique dans le butyromètre
- Ajouter 5,5 g de mix compléter avec de l'eau distillé jusqu'à 11g.
- Ajouter 1ml d'alcool iso- amylique.
- Agiter le butyromètre pour dissoudre les constituants, on remarque que les réactions qui se passent sont exothermique (dégagement de chaleur), et l'apparition de la couleur noir signifie que toute la matière organique est brulé et la matière grasse reste telle qu'elle est.
- Mettre le butyromètre dans la centrifugeuse pendant 5 min pour séparer les deux phases (la matière grasse et la matière organique brulée).

b)- Expressions des résultats

La lecture se fait sur le butyromètre qui doit être mis verticalement.

Chaque graduation correspond à 0, 1% de MG

$\%MG = \% \text{ lue} * 2.$

Remarque

-Pour effectuer les autres analyses on refroidit le mix à 20°C.

II.4.3.1.1.2. L'acidité**a)- Mode opératoire**

Peser 10 g du mix dans un bécher ajouter 2-3 gouttes de phénolphtaléine 1%.

Titrer avec de NaOH 1/9N jusqu'à l'apparition de la couleur rose pâle.

b)- Expressions des résultats

Les résultats sont exprimés par l'équation suivante :

$$AC = V_b * N * f * M / m$$

AC: acidité.

V_b : volume de NaOH.

N : normalité de NaOH (1/9).

f: facteur de corrections.

M: masse molaire l'acide lactique (90g/mol).

m: masse de l'échantillon (10g).

II.4.3.1.1.3. pH

Se mesure directement par un pH-mètre.

II.4.3.1.1.4. Masse volumique

a)- Mode opératoire

Rincer l'éprouvette avec le mix et verser lentement afin d'éviter la formation de la mousse.

On introduit le lactodensimètre dans l'éprouvette, après stabilisation de celui-ci on effectue la lecture.

b)- Expressions des résultats

Les résultats sont exprimés en g/ml, chaque graduation correspond à 0,001g/ml.

II.4.3.1.1.5. Viscosité

a)- Principe

La viscosité mesure la résistance à l'écoulement et c'est une caractéristique essentielle des mélanges. Pour connaître la viscosité il suffit de déterminer le temps que met une pipette pour se vider.

b)- Mode opératoire

- Rincer le viscosimètre avec le mix.
- Verser sur les parois du viscosimètre pour éviter la formation des bulles d'air.
- Laisser écouler, en activant le chronomètre.
- Noter le temps d'écoulement.

c)- Expression des résultats

- Viscosité = $T(s)/F$.
- T(s) : temps d'écoulement.
- F : facteur de viscosité (5,56).

II.4.3.2. Mix a la maturation

On refait les même analyses : l'acidité, la matière grasse, la viscosité, la masse volumique et le pH et on ajoute une analyse supplémentaire c'est l'extrait sec total et la température.

II.4.3.2.1. L'extrait sec total**a)- Principe**

Le principe consiste l'élimination de l'humidité du mix.

b)- Mode opératoire

- Prendre une capsule bien séchée, la peser et noter son poids.
- Verser 6 à 8 g du mix et peser le poids exact.
- Mettre la capsule dans l'étuve jusqu'à séchage.
- Après séchage, peser la capsule (la masse la capsule et le résidu).

b)-Expression des résultats

$$EST\% = (X2 - X) / X1 * 100.$$

Avec :

X : le poids de la capsule vide.

X1 : le poids de l'échantillon.

X2 : le poids totale (la capsule et le résidu).

II.4.3.2.2. Extrait sec dégraissé

$$ESD \% = (EST - MG)\%.$$

II.4.3.2.3.L'humidité

Consiste à sécher un déterminé du mix à l'étuve, dont la température est fixée à 105°C, pendant 48h. Le taux d'humidité est déterminé à partir de la formule suivante :

$$H\% = (100 - EST)\%.$$

II.4.3.2.4. Mesure de la température de maturation

La température du mix se fait à l'aide d'un thermomètre intégré au tank.

II.4.4. Produit fini

II.4.4.1. Température

La mesure de la température du produit fini se fait à l'aide d'un thermomètre en deux stade (sortie du freezer et du tunnel).

- Sortie du freezer : -3 à -4°C.
- Sortie du tunnel : -19 à -20 °C.

II.4.4.2. Le taux de foisonnement

a)- Principe

Il consiste à déterminer la quantité de l'air présente dans le mix.

b)- Mode opératoire

- Remplir un pot du mix et peser le poids.
- Remplir le même pot avec de la crème résultante du mix, et peser son poids.

c)- Expression des résultats

Le taux de foisonnement est exprimé selon la loi suivante :

$$\text{TF (\%)} = [(P1 - P2) / P2] \times 100$$

TF: Taux de foisonnement.

P1 : poids du mix.

P2: poids de la crème glacée.

II.4.4.3. Le poids des produits fini

Prendre des échantillons au hasard pour les peser.

III.1. L'eau du process

Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de process sont représentés dans le tableau III.1.

Tableaux III.1 : Résultats des analyses physicochimiques de l'eau de process.

Paramètres	Résultats d'analyses					moyenne	Norme
	Echantillon N°1	Echantillon N°2	Echantillon N°3	Echantillon N°4	Echantillon N°5		
TA (°f)	0	0	0	0	0	0	0
TAC (°f)	28	26	26	23	22	25	12-18
TH (°f)	15	15	15,5	15	15	15,1	15-25
Ph	7,85	7,62	7,70	7,48	6,85	7,5	6,8-7,8
CON (µs/cm)	747	800	810	795	802	790,8	600-900
Cl ⁻ (mg/l)	102,24	105,5	107,2	90	102,4	101,47	<250

Les résultats illustrés dans ce tableau, nous permettent d'obtenir des informations sur différents paramètres.

III.1.1. Titre alcalimétrique et titre alcalimétrique complet

L'eau de processus présente un TA nul qui est conforme à la norme, et un TAC légèrement supérieur aux normes.

III.1.2. Titre hydrométrique (TH)

Pour le TH on utilise un adoucisseur pour adoucir l'eau jusqu'à environ 15° français. L'adoucissement d'une eau inférieure à 15°f est interdit (décret du 3 janvier 1989) et la dureté idéale d'une eau est comprise entre 15 à 25°f. On peut conclure que la dureté de l'eau reste minime.

Les valeurs du pH obtenu ne dépassent pas les normes requises pour les eaux de consommation. Les eaux naturelles ont généralement un pH assez stable elles contiennent l'acide carbonique (H₂O+CO₂) et des sels d'acide faible (bicarbonate HCO₃⁻).

III.1.3. La Conductivité

La conductivité de notre échantillon et la valeur maximale tolérée par l'entreprise sont respectivement de 600 – 900 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Une conductivité élevée provoquerait une augmentation de la concentration des ions en solution tandis qu'une température plus élevée entrainerait l'accélération de la mobilité des ions dans l'eau (**Rodier et al. 2005**).

La conductivité dépend de de la composition du produit et de la température. Les résultats trouvés dans les différentes analyses sont conformes à la norme.

III.1.4. Les Chlorures

Les chlorures la valeur moyenne est 101,47mg/l inférieure à 250 mg/l .ce résultat est satisfaisant et conforme à la norme.

D'après de tous ces résultats, on peut conclure que cette eau est de bonne qualité physico-chimique et peut servir à la reconstitution du lait.

III.2. Poudre de lait

Les résultats des analyses physicochimiques de la poudre de lait (0% et 26%) sont représentés dans le tableau III. 2 et tableau III.3

III.2.1. Poudre de lait à 26% de MG

Les résultats des analyses physicochimiques de la poudre de lait à 26% de MG sont représentés dans le tableau III. 2.

Tableau III.2 : Résultats d'analyses physicochimiques de la poudre de lait à 26% de MG.

paramètres	Résultats d'analyses					Moyenne	Norme
	Echantillon N°1	Echantillon N°2	Echantillon N°3	Echantillon N°4	Echantillon N°5		
pH	6,61	6,68	6,70	6,74	6,65	6,676	6,6-6,8
L'acidité (ml)	16	15	14	16	15	15,2	15-17
MV (g/ml)	1,030	1,032	1,031	1,028	1,030	1,0302	1,028- 1,032
MG (%)	26	26	26	26	26	26	26
EST (%)	97,71	96,32	96,99	97	97,5	97,104	97,5- 105,5
ESTD (%)	71,71	70,32	70,99	74,2	78	73,044	/
H (%)	2,29	3,68	3,01	3	2,5	2,896	/

III.2.2. Poudre de lait à 0% de MG

Les résultats des analyses physicochimiques de la poudre de lait à 0% sont représentés dans le tableau III. 3.

Tableau III. 3 : Résultats d’analyses physicochimiques de la poudre de lait à 0% de MG.

paramètres	Résultats d’analyses					Moyennes	Norme
	Echantillon N°1	Echantillon N°2	Echantillon N°3	Echantillon n N°4	Echantillon N°5		
pH	6,85	6,70	6.76	6,65	6,80	6,75	6,6-6,8
L’acidité	14	15	14	15	14,5	14,5	12-18
MG(%)	trace	trace	trace	trace	trace	Trace	0-1
MV (g/ml)	1,60	1,58	1,60	1,59	1,60	1,59	1,58-1,60
EST(%)	97,5	96	97,5	97	96,5	96,9	96-98
ESTD(%)	97,5	96	97,5	97	96,5	96,9	/
H(%)	2,5	4	2,5	3	3,5	3,1	2,5-4

Tableau III.4 : Résultats d’analyses organoleptiques de la poudre de lait (0% et 26%).

Paramètres	goût	odeur	saveur	Couleur
Résultats	bonne	R-à-s	bonne	Crème (26%) Blanchâtre (0%)

Les analyses physico-chimiques et organoleptiques, montrent que la poudre répond parfaitement aux normes, donc ce dernier est de bonne qualité physico-chimique, c’est-à-dire qu’elle peut être reconstituée.

La poudre utilisée par la laiterie la vallée, est conditionnée dans des sacs de 25 kg en kraft, et stockée dans de bonnes conditions de stockage (température, humidité).

III.3. Lait pasteurisé demi écrème

Les résultats des analyses physicochimiques du lait pasteurisé demi écrème sont représentés dans le tableau III. 5.

Tableau III.5 : Résultats des analyses physico-chimiques de lait pasteurisé demi écrème.

Paramètres	Résultats d'analyses					Moyenne	Norme
	Echantillon N°1	Echantillon N°2	Echantillon N°3	Echantillon N°4	Echantillon N°5		
pH	6,80	6,63	6,70	6,65	6,72	6,7	6,6-6,8
L'acidité (°D)	16	15	15,5	17	16,5	16	15-18
MG (%)	16	16	17	16,5	16,5	16,4	16-17
EST (g/L)	104,49	104,34	103,2	97,85	104,96	102,97	97,5-105,5
ESTD (%)	88,49	88,34	86,2	81,35	88,46	86,57	/
H (%)	89,86	89,85	90	90,5	90,5	90,14	/
PE	+	+	+	+	+	+	+
Pcog (°c)	-0,537	-0,557	-0,530	-0,554	-0,540	-0,544	-0,530à-0,555
MV (g/ml)	1,030	1,028	1,032	1,030	1,029	1,030	1,028-1,032

III.3.1. Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH au voisinage de la neutralité, due en grande partie aux groupements basiques ionisables et acides dissociables des protéines, aux acides phosphorique et citrique ce qui permet une longue conservation du produit, on sauvegarde ces qualités organoleptiques et sa valeur nutritionnelle, elle nous renseigne beaucoup plus sur la stabilité du lait (**Mathieu 1998**).

Le pH d'un lait est compris entre 6,6 et 6,8 ; son acidité, de l'ordre de 16 °D, est équivalente à 1,6 d'acide lactique par litre. on constate à la lecture des valeurs précédentes que pH et acidité évoluent avec la composition : une teneur élevée en substance acide : protéines, anions phosphate, acide lactique, s'accompagne d'un pH faible et d'une acidité de titration élevée (**Jacques, 1997**).

III.3.2.Matiere grasse (MG)

Les résultats obtenus sont en conformité avec les normes fixées par l'entreprise.

III.3.3.Extrait sec totale (EST)

Les teneurs en EST des laits pasteurisés obtenues sont comprises entre 97,85 et 104,96 avec une moyenne de 102,97 sont des teneurs qui répondent aux normes exigées par l'entreprise (97,5-105,5).

III.3.4.Extrait sec totale dégraisse (ESTD)

ESTD il s'agit tout solide du lait moins les matières grasses .il reste les protéines, les glucides et les minéraux.

$$\text{ESTD \%} = \text{EST \%} - \text{MG \%}.$$

III.3.5.Point d'ébullition (PE)

Le PE est l'influence par la présence des solides solubilisés, par conséquent il augmente avec la concentration du lait.

Les résultats des tests d'ébullition sont positifs cela indique que notre lait est frais et présente une structure de caséines stable.

III.3.6.Point de congélation (Pcog)

Le Point de congélation du lait est l'une de ses caractéristiques physiques les plus constantes.

Sa valeur moyenne se situe entre $-0,530^{\circ}\text{C}$ et $-0,555^{\circ}\text{C}$.

Le mouillage élève le point de congélation vers 0°C , puisque le nombre de molécules, autres que celle de l'eau, et d'ions par litre diminue .d'une manière générale tous les traitements du lait ou les modifications de sa composition qui font varier sa quantité entraînent un changement du point de congélation (**Jaques, 1997**).

III.3.7.Masse volumique (MV)

La densité du lait varie entre 1,028 et 1,032 selon les normes internes de l'entreprise, ce paramètre est fortement lié au taux butyreux. Plus un lait contient un pourcentage élevé en matière grasse, plus sa densité sera basse (**Vignola, 2002**).

Les résultats d'analyses physico-chimiques du lait pasteurisé sont conformes aux normes de l'entreprise .ce qui nous montre que ce lait est d'une qualité satisfaisante.Les résultats présents ci-dessus représentent l'ensemble des résultats d'analyses effectuées sur la crème glacée lors des différentes étapes de fabrication (l'eau de process, la poudre de lait, le mix, le produit fini).

III.4.L'eau de process

Les analyses de l'eau sont effectuées lors de la préparation et les résultats sont représentés dans le tableau suivant.

Tableau III.6 : Analyse physico –chimique de l'eau de process

paramètres	Résultats d'analyses					Moyenne	Normes
	Echantillon1	Echantillon2	Echantillon3	Echantillon4	Echantillon5		
TA (°F)	0	0	0	0	0	0	0
TAC (°F)	28	26	26	23	22	25	12-18
TH (°F)	15	15	15,5	15	15	15,1	15-25
pH	7,85	7,62	7,70	7,48	6,85	7,5	6,8-7,8
Con ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	1050	1100	1120	1050	1100	1084	600-900
Cl (mg /l)	102,24	105,5	107,2	90	102,4	101,468	<250

III.4.1. Potentiel d'hydrogéné (pH)

Le pH doit être légèrement alcalin ; un pH inférieur à 7 peut conduire à la corrosion des métaux des canalisations et confère un goût acide aux produits.

III.4.2. Titre alcalimétrique et titre alcalimétrique complet (TA et TAC)

L'ajout de phénolphtaléine à l'eau de process ne provoque pas de changement de couleur ce qui signifie que le pH de l'eau est inférieur à 8,3 donc la teneur en OH est en carbonate (CaCO_3) est nulle donc on conclut que le titre alcalimétrique est nul $\text{TA}=0$, l'ajout de l'indicateur méthyle orange une coloration orange vers le rouge après le titrage avec l'HCl en indiquant que le $\text{pH}=3$ donc la chute burette représente la teneur en carbonate et en bicarbonate TAC.

III.4.3. Conductivité

L'eau de process, à la préparation est à une température élevée entre 50 à 60°C donc la température élevée provoque l'activité des ions ce qui provoque l'augmentation de la conductivité mais cette dernière diminue avec la baisse de la température et revient aux normes.

III.4.4. Les Chlorures (Cl⁻)

Le titrage argentimétrique est une réaction oxydo-réduction qui titre l'eau de process, l'ajout du chromate à l'eau prend une coloration jaune après le titrage avec la solution AgNO₃ la coloration devient rouge, la chute burette c'est la teneur en Cl dans l'eau.

III.4.5. Titre hydrométrique (TH)

Le TH de l'eau de process appelé aussi la dureté, est responsable des dépôts de tartre dans les canalisations, causés par les ions de calcium et de magnésium en cas d'une teneur très élevée (Rodier et al., 2009).

Les résultats obtenus pour les analyses physico-chimiques de l'eau de process sont conformes avec les normes fixées par l'entreprise.

III.5. La poudre du lait écrémé (0% de MG)

Les analyses de la poudre sont effectuées lors de son arrivée à l'entreprise et les résultats sont représentés dans les tableaux suivants.

Tableau III.7 : Analyse physico-chimique de la poudre du lait écrémé (0% de MG).

Paramètres	Résultats d'analyses					Moyenne	Normes
	Echantillon N°1	Echantillon N°2	Echantillon N°3	Echantillon N°4	Echantillon N°5		
pH	6,68	6,7	6,65	6,8	6,68	6,70	6,6-6,8
AC (ml)	15,5	14	15	15,5	16	15,2	12-18
MV (g/ml)	1,58	1,59	1,58	1,59	1,58	1,58	1,58-1,60
MG (%)	trace	trace	trace	trace	trace	trace	0-1
H (%)	2,5	3	4	4	2,5	3,2	2,5-4
EST (%)	97,5	97	96	96	97,5	96,8	96-98
ESTD (%)	96,5	97	96	96	97,5	96,6	/

Remarque

L'acidité c'est le volume (ml) de NaOH (0,1N) versé pour 10g de la poudre séchée dégraissée.

III.5.1.Potentiel d'hydrogène (pH)

La mesure du pH permet la détection des ions H_3O^+ présents dans le lait si la valeur du pH est inférieure aux normes donc la poudre du lait est stockée longtemps et elle c'est acidifiée à cause du développement des bactéries.

III.5.2.L'acidité

L'acidité est un bon indicateur qu'on utilise pour vérifier le respect de la chaîne de froid et évaluer la qualité microbiologique du produit.

La poudre du lait écrémé ne doit pas dépasser 1% de teneur en matière grasse.

La poudre du lait écrémé doit contenir au moins 95% de solide de lait donc au maximum 5% d'humidité, La faible teneur de la poudre en eau lui confère une protection des altérations susceptibles de la rendre impropre à la consommation.

Les résultats d'analyses physico-chimiques obtenus sont conformes aux normes fixées par l'entreprise est cela est dû au traitement d'adoucissement réalisé par l'entreprise pour avoir une bonne qualité de l'eau est assurer la solubilité de la poudre.

Les résultats d'analyses organoleptiques de la poudre de lait écrémé (0% de MG) sont représentés dans le tableau suivant.

Tableau III.8 : Analyses organoleptiques de la poudre écrémé (0%de MG).

Paramètre	Gout	Odeur	Saveur	Couleur
Résultats d'analyses	Caractéristique	R à S	Bonne	Blanchâtre

La poudre de lait est de bonne qualité.

III.6. Le Mix

III.6.1.Le Mix Blanc

Pour le mix les analyses sont effectuées lors de la préparation et maturation et les résultats sont représentés dans les tableaux suivants

Tableau III.9 : Analyse physico-chimique du mix blanc à la préparation.

paramètres	Résultats d'analyses					Moyenne	Norme
	Echantillon N°1	Echantillon N°2	Echantillon N°3	Echantillon nN°4	Echantillon N°5		
pH	6,8	6,7	6,8	6,72	6,68	6,74	6,6-6,8
AC (g/kg)	1,2	1,3	1,2	1,2	1,2	1,22	1,2-1,8
MV (g/ml)	1,110	1,110	1,109	1,110	1,111	1,110	1,108 - 1,115
MG (%)	6,6	6,5	7	7	6,5	6,62	6-7
VS (st)	5,21	5,21	3,14	4,11	3,14	4,16	3,05-6,47

III.6.1. Potentiel d'hydrogène (pH)

La détermination du pH renseigne sur l'état de fraîcheur de l'échantillon, le pH du mix est comme celui de la poudre donc l'ajout des ingrédients lors de la préparation n'affecte pas le pH.

III.6.2. L'acidité

L'acidité du mix représente le nombre de grammes d'acide lactique présents dans 1Kg du mix.

III.6.3. Masse Volumique (MV)

La masse volumique du mix varie selon le taux en matière grasse et la matière non grasse.

III.6.4. Viscosité

La viscosité renseigne sur la résistance du liquide à l'écoulement, elle est due au stabilisant, un mélange visqueux a une capacité de retenir les bulles d'air (Alvarez, 2009).

III.6.5. Extrait Sec Total (EST)

Si l'EST est inférieur ou supérieur à la norme, il est nécessaire de le corriger avant d'envoyer le lait reconstitué vers la pasteurisation, en ajoutant la quantité nécessaire d'eau ou de poudre.

Les résultats de l'analyse physico-chimique du mix à la préparation est conforme aux normes.

Les résultats des analyses physicochimiques du mix blanc à la maturation sont représentés dans le tableau III.10.

Tableau III.10 : Analyse physico-chimique du mix blanc à la maturation.

Paramètres	Résultats d'analyses					Moyenne	Norme
	Echantillon N°1	Echantillon N°2	Echantillon N°3	Echantillon N°4	Echantillon N°5		
pH	6,86	6,75	6,68	6,68	6,6	6,714	6,6-6,8
AC (g/kg)	1,2	1,3	1,2	1,2	1,2	1,22	1,2-1,8
MV (g/ml)	1,108	1,108	1,110	1,109	1,110	1,109	1,108-1,115
MG(%)	6,4	6,6	6,5	6,4	7	6,58	6-7
VS (st)	2,69	3,14	3,14	3,14	2,69	2,96	3,05-6,47
EST (%)	34,57	35,33	35,33	34,57	34,57	34,874	32-36
ESTD (%)	28,17	28,73	28,83	28,17	27,57	28,294	/
H(%)	65,43	64,67	64,67	65,43	65,43	65,126	/
T° de maturation (°C)	5	5	5	5	5	5	4-7

Les résultats à la maturation sont un peu différents de ceux de la préparation et cela revient à la bonne homogénéisation mais ça reste toujours dans les normes.

III.7. Sorbet

Les analyses du sorbet sont effectuées dans la préparation et la maturation et les résultats sont représentés dans les tableaux suivants.

Tableau III.11: Analyse physico-chimique du sorbet lors de la préparation.

Paramètres	Résultats d'analyses					Moyenne	Norme
	Echantillon N°1	Echantillon N°2	Echantillon N°3	Echantillon N°4	Echantillon N°5		
VS (st)	2,69	2,6	2,7	2,7	2,69	2,676	3-4
MV (g/ml)	1,124	1,124	1,124	1,125	1,124	1,1242	1,112-1,116

Le sorbet n'a pas de matière grasse, ni le lait donc pas d'acidité, les seules analyses effectuées sur le mix à la préparation est la masse volumique et la viscosité.

Les résultats obtenus sur le mix sont conformes aux normes.

Les résultats d'analyses physico-chimiques du sorbet à la maturation sont représentés dans le tableau suivant.

Tableau III.12 : Résultats d'analyses physico-chimiques du sorbet à la maturation.

Paramètres	Résultats d'analyses					Moyenne	Norme
	Echantillon N°1	Echantillon N°2	Echantillon N°3	Echantillon N°4	Echantillon N°5		
pH	2,7	2,75	3,15	2,75	2,7	2,81	2,3-3,5
AC (g/kg)	3,8	3,5	3,05	3,8	3,8	3,59	3,5-3,9
MV (g/ml)	1,125	1,112	1,125	1,125	1,112	1,112	1,112-1,116
VS (st)	2,51	3,64	3,35	2,51	2,51	2,90	3-4
EST (%)	29,34	30,11	29,64	29,34	30,11	29,708	25,5-30,5
H(%)	70,66	69,89	70,36	70,66	69,89	70,292	/

L'ajout de l'acide citrique à la maturation induit la présence d'acidité, une acidité trop élevée peut entraîner des problèmes majeurs : le mélange est déstabilisé rapidement et le rendement diminue.

Les résultats de la maturation sont un peu différents de ceux de la préparation et cette différence est due à la bonne homogénéisation des ingrédients.

Malgré la différence des résultats entre l'étape de la préparation et la maturation ; les résultats sont conformes aux normes fixées par l'entreprise.

III.8. Le produit fini

Les résultats d’analyses du produit fini sont représentés dans le tableau suivant

Tableau III.13 : Résultats d’analyses du produit fini.

Paramètres	Résultats d’analyses					Moyennes	Norme
	Echantillon N°1	Echantillon N°2	Echantillon N°3	Echantillon N°4	Echantillon N°5		
Taux de foisonnement	80	90	100	100	100	94	80 -100
T sorties du freezer	-7	-7	-10	-7	-7	-7,6	-7 à -15
T sorties du tunnel	- 24	-24	-24	-20	-20	22,4	-18 à -25

III.8.1.Taux de foisonnement

L’opération du foisonnement améliore la texture de la crème glacée, à la sortie du freezer une consistance plus ou moins pâteuse, résultant du fait qu’une partie de l’eau c’est cristallisée.

On appelle coefficient de foisonnement, le nombre, supérieur à l’unité, par lequel il faut multiplier le volume V1 du produit initial pour obtenir le volume V2 du produit final, sans variation de la masse m du produit considéré (J. PITRE et J. OBATON, 1968).

III.8.2. Les pesées moyennes des différents produits

On prend des échantillons au hasard et on procède a leurs pesées.

Le poids des différents produits sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau III.14 : les pesées moyennes des différents produits.

	Pesées de produits	Poids emballage (g)	Poids crème(g)	Poids dopping (g)	Poids total (g)
Crème glacée	Pot tonic 120ml	5	61±1	2,5±1	68,5±2
	Pot plastique 110ml	4	57±1	4±1	65±2
	Pot plastique 120ml	6	63	4±1	73±
	Coupe200ml	20	107±3	8±2	135±5
	Boite F 1L	60	500±10	15±5	575±15
	Boit 6L	200	3000	/	3200
	Boit 10L	360	5000	/	5360(±100)
	sorbet	Pot tonic 120ml	5	82±1	2,5±1
Pot tonic 120ml		5	82±1	2,5±1	89,5±
Pot plastique110ml		4	76±1	4±1	93±2
Pot plastique 120ml		6	83±1	4±1	178±5
Coupe 200ml		20	150±3	8±2	178±5
Boite F 1L		60	670±10	15±5	745±15
Boite 6L		200	4000±100	/	420±100
Boite10L		300	6700±150	/	7060±150

Les résultats des produits finis sont dans les normes fixées par l'entreprise.

III.9. Les analyses physiques-chimiques du lait de vache

Les résultats d'analyses physico-chimiques du lait de vache sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau III.15 : Analyse physico- chimique du lait de vache.

Paramètres	Résultats d'analyses					Moyenne	Normes
	Echantillon N°1	Echantillon N°2	Echantillon N°3	Echantillon N°4	Echantillon N°5		
pH	6,68	6,68	6,68	6,68	6,68	6,68	6.6-6.8
AC (ml)	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14-15
MV (g/ml)	1,029	1,029	1,029	1,029	1,029	1,029	1,026-1,034
MG (%)	43	43	43	43	43	43	34-45
H (%)	59,37	59,37	59,37	59,37	59,37	59,37	/
EST (%)	40,63	40,63	40,63	40,63	40,63	40,63	
ESTD (%)	-2,37	-2,37	-2,37	-2,37	-2,37	-2,37	/

Les analyses physico-chimiques du lait de vache sont conformes aux normes. donc le lait est de bonne qualité.

Les analyses physico-chimiques du mix blanc à la maturation sont représentés dans le tableau suivant.

Tableau III.16 : Analyses physico-chimiques du mix blanc à la maturation.

Paramètres	Résultats d'analyses					moyenne	Norme
	Echantillon N°1	Echantillon N°2	Echantillon N°3	Echantillon N°4	Echantillon N°5		
pH	6,43	6,43	6,43	6,43	6,43	6,43	6,6-6,8
AC (g/kg)	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,2-1,8
MV (g/ml)	1,101	1,101	1,101	1,101	1,101	1,101	1,108-1,115
MG	7	7	7	7	7	7	6-7
VS (st)	3,59	3,59	3,59	3,59	3,59	3,59	3,05-6,47
EST (%)	35	35	35	35	35	35	32-36
ESTD (%)	28	28	28	28	28	28	/
H(%)	72	72	72	72	72	72	/
T° de maturation (°C)	4	4	4	4	4	4	4-7

Les résultats d'analyses physico-chimiques obtenus sont compatibles aux normes.

III.10. Comparaison entre la crème glacée à base du lait de vache et la crème glacée à base du lait en poudre

D'après les résultats obtenus dans le tableau III.12 et tableau III.16 on conclue que les analyses physico-chimique des mix blanc à la maturation sont presque les mêmes résultats .donc on peut passer à l'étape de fabrication du crème glacée à base de lait du vache.

Conclusion générale

La production d'un aliment d'une bonne qualité doit être le souci de toute entreprise, et toutes les personnes qui sont en relation avec la chaîne de production doivent être sensibilisées afin de satisfaire le consommateur et de préserver sa santé. Pour cela, dans l'industrie agroalimentaire, la qualité et la stabilité du produit fabriqué est devenue un critère indispensable et une exigence incontestable pour les entreprises confrontées à une compétitivité de plus en plus rude.

Au cours du stage pratique effectué au sein de « vallée glace » et laiterie « vallée », des qualités physico-chimiques du lait pasteurisé et crème glacée ont été évaluées aussi bien sur la matière première entrant dans la fabrication à savoir : l'eau, la poudre de lait, la poudre de crème glacée, ainsi que les produits fin (lait pasteurisé, crème glacée).

Les résultats des différentes analyses physico-chimiques effectuées sur l'eau de process pH, TH, TA, TAC, les chlorures et la conductivité indiquent d'une part la conformité des résultats aux normes et d'autre part l'efficacité du traitement d'adoucissement qui permet une bonne dissolution des poudres (lait, crème glacée) utilisés dans des procédés ultérieurs.

Le pH, l'acidité, les tests d'ébullition, viscosité, masse volumique, extrait sec total et dégrésé, humidité et la matière grasse effectuée sur les poudres (lait pasteurisé et crème glacée) et sur les produits finis (lait pasteurisé, crème glacée) montrent la stabilité des échantillons analysés.

Ces résultats sont en général la conséquence du respect des règles d'hygiène durant toutes les étapes de fabrication, depuis la préparation jusqu'au conditionnement.

- Alais, et al.** Science du lait .In :science et technologie du lait .vignola C .Ed, presses internationales polytechnique, Québec (1984)574.
- Alais, et al.**Biochimie alimentaire .6^eEd,Dunod. Paris (2008) 441.
- Alais,et Linder.**Répertoire général des aliments, table de composition des produits laitiers. Ed,Tec et Doc, Lavoisie(1987)15.
- Alvarez. Y.B.** Icecream and relatedproducts ,in :clark,s.,costello,M.,drake ,M.A.Ed,thesensoryevaluation of dairyproducts .floydbodyelt (2009) 271-331.
- Amiot. J.** Composition, propriétés physicochimique. François M, luquet. Lait est produits laitiers, Ed : technique et documentation Lavoisier (1985) 2-6.
- Anonyme.** Manuel du traitement laitier (2018).
- Anonyme.**Quel lait choisir ? CRIOC, Ed référence catalogue (2011)1-14.
- Board. N.** The completetechnology book on dairy&poultry industries withFarming and processing.niirprojectconsultancy services(2012).
- Boutonnier, et al.** Transformation du lait, produits laitiers glacés .In : science et technologie du lait .Inc, Ed. Ecole polytechnique de Montréal(2002)429-436.
- Cheftel. J.C, Cheftel. H.** Introduction à la biochimie et la technologie des aliments . Ed, technologie et documentation(1977).
- FAO.**Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine.(2008).
- FAO et OMS.** Codex alimentarius.production animale .1^{ère}Ed,Rom.(2008)26
- François.**Lait et produits laities .Ed,technique et documentation lavoisier. (1985)2-16.
- Gérard. D.** lait, nutritionet santé.Ed, technologie et documentation, lavoisier, Paris(2001) 37.

- Goff. H.D.** Quality and safety of frozen dairy products, in: Sun, D.W. Ed, handbook of frozen food processing and packaging. CRC Press (2016) 461-478.
- Gosta.** Lait longue conservation .In manuel de transformation du lait. Ed ,tetra packs processing systems A.B, suède (1995) 42.
- Guiraud. J.P.** Microbiologie alimentaire .Techniques d'analyse microbiologique .Ed, Dunos Paris (1998) 76
- Jacques.M.** Initiation à la physicochimie du lait (1997) 185.
- Jaques. P.** Alimentation et santé Paris :INRA.(1998) 540.
- Jean. C.** Crèmes glacées, glaces et sorbets : formulation et fabrication .Ed, école nationale des industries du lait et des biotechnologies. (juin 2001).
- Jeantet, et al.** Produits laitiers .Ed, tec et doc .La Voie kitchen as laboratory: Reflections on the
- Jeantet, et al.** Génie des procédés appliqués à l'industrie laitière. 2^e Ed, Lavoisier .Paris (2011) 185.
- Jeantet, et al.** Les produits laitiers .2^e Ed, tec et doc –Lavoisier .Paris (2008) 185.
- Larrent.** Influence de l'alimentation et de la saison sur la composition du lait, In la vache laitière. Ed, INRA publication (1990) 231-246.
- Lortal. B. Boudier. J.F.** La valorisation de la matière première lait, évaluation passée et perspectives.
- Luquet. F.M, et Bonjean.L.** Lait et produits laitiers –vache, brebis, chèvre .Tome 1 :les laits de la mamelle à la laiterie. tec et doc., coll. staa ,Lavoisier ,Paris(1985) 334
- Mahaut. M, et al.** Les produits industriels laitiers. Ed, Tec-Doc Lavoisier (2002).
- Mathieu. J.** Initiation à la physico-chimie du lait. Ed : Tec & Doc- Lavoisier, Paris. (1998) 220.
- Nicolas. A.** Le livre de tous les ménages (1831) 84 pour le lait.
- Olivier. L.** Mémoire Caractérisation des milieux complexes et mise en forme optimisée : Du liquide au solide en passant par la pâte (2013).

Parcalin. J, et Galantier. M. Valeur nutritionnelle du lait et produits laitiers .In lait et produit laitiers : vache, brebis, chèvre. vol 3. Ed, tec et doc ,lavoisier-Paris (1986).

Pascal. La crème glacée .Manuel de transformation du lait (1998) 385-393.

Permlal.R. Water continuous emulsions ,in :Rajah,k.k.Ed,fats in food technology.CRC Press (2002) 29-160.

Pien. J. Physicochimie du lait .Tech Lait (1975) 841.

Pitre.J,et obatan .J. Etude comparative de diverses méthodes de détermination du taux de foisonnement des crèmes glacées .Le lait, inraed,(1968)155-165.<hal-00928451>

Pruthi. Quick freezing preservation of foods. Allied Publishers (1999).

Rerkarai. S.Jionl .J. and Basstte. R. effect of various Direct ultrahightemperature. Heat-treatments on flavor of commercially prepared Milk. Journal of dairy Science (1987) 2046-2054.

Rodier. J.Legube. B. Merlet. N, et Coll. L'analyse de l'eau. 9ème Ed, DUNOD(2009) 1526.

Rodier. J, et al. L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mère. 8^{ème} Ed, Dunod, Paris (2005) 1260

Scholten. E. Peters. M. Ice cream unultimated the possibilities of ingredient pairing. In : Vega, C., Ubbink, J., van der Linden, E. Ed, The Kitchen as laboratory : Reflections on the science of food and cooking. Columbia University Press, (2013) 123-134.

Sia. Ingénierie et réalisation .d'usine agroalimentaire clés en main en Afrique (2017).

Simpson.R et al. compilation, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et technique d'analyse du lait : transformation du lait/école polytechnique Montréal,(2002)1-74.

Tirard. La technologie des desserts congelés confesurés .centre d'innovation technologique agro-alimentaire, institut de technologie agroalimentaire de saint –Hyacin (1996).

Veisseure. Technologie du lait : constituants, récoltes, traitement et transformation du lait .Ed, la maison tustique.paris (1979).

Vierling. E. Aliments boisson, filière et produits 2^{ème} Ed .doin éditeurs, centrerégional de la documentation pédagogique d'Aquitaine .France (1999)11.

Vierling. E. Aliments boisson, filière et produits .3^{ème} Ed, Centre Régionalde documentation Pédagogie d'Auquitaine,France (2008) 15-32.

Vignola, C.L. Sciences et Technologie du lait Transformation du lait.Ed,ecolepolytechniquemontrel,canada (2002) 311.

Annexe I

1. Historique

La laiterie de LA VALLEE est une petite société d'inertie publique. C'est une société à responsabilité limitée SARL. Elle a été créée par les frères ZEGANE en 1999 pour sa rentabilité, ses chiffres d'affaires ainsi que sa compétence ; font d'elle une entreprise performante et concurrente ; elle existe depuis 19 ans et elle est en pleine extension ; en se lançant dans l'industrie crémère en 2005 avec la marque VALLEE GLACE.

1.1. Situation géographique

La laiterie de la vallée se situe dans la commune de TAZMALT à 80Km du chef-lieu de la Wilaya de Bejaia; elle est bordée par les communes : Béni-Mellikeche au nord, Boudjllil au sud; Akbou à l'est ; et Chorfa à l'ouest.

Situation géographique de la laiterie la vallée



1.2. Produit de l'unité

- Lait pasteurisé : lait pasteurisé en sachet ;
- L'ben : lait fermenté en sachet ;
- Crèmes glacées : pots en carton de 120 ml, pots de 110 ml, coupes de 120ml ; coupes de 200ml : cornets, esquimaux (Big, mini, riz soufflé, sorbet, citron, fraise) désordre de 1 L 6 L 10 L.

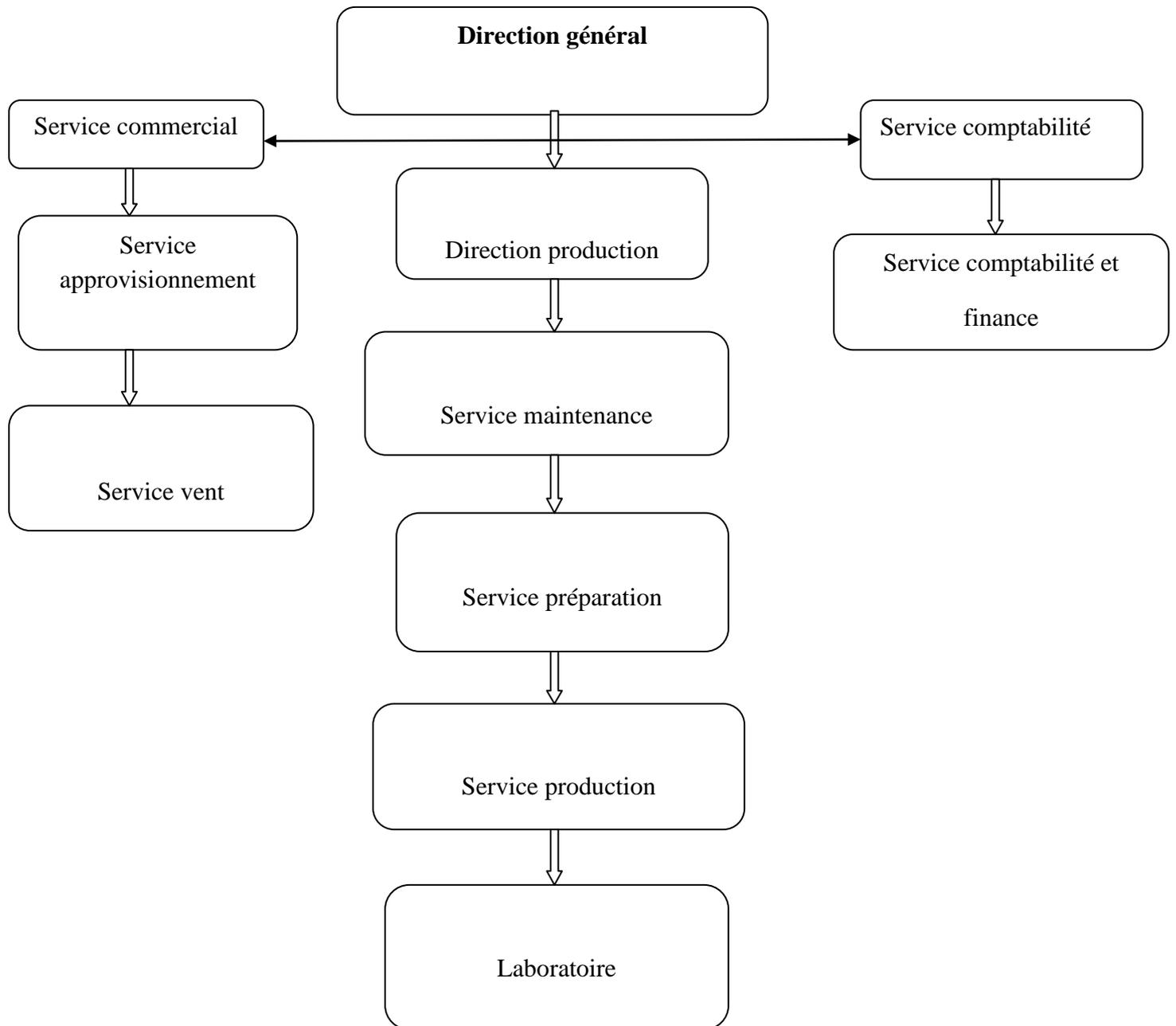


Figure1 : Organigramme de l'organisation de la laiterie la vallée

Annexe II



Figure II.1 : mesure de pH du lait



Figure II.2 : mesures du point d'ébullition du lait



Figure II.3 : mesures d'acidité titrable du lait



Figure II. 4 : mesure du taux de la matière grasse du lait



Figure II.5 : mesures de la masse volumique du lait

Annexe III

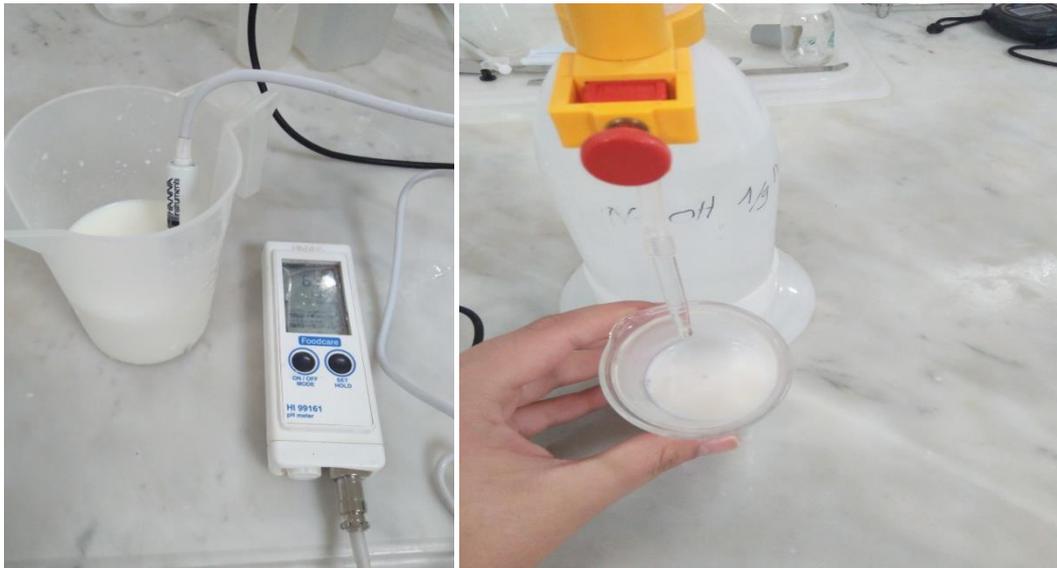


Figure III. 1 : mesure du pH du mix **Figure III. 2** : mesure de l'acidité du mix



Figure III. 3 : mesure de la masse volumique du mix



Figure III. 4 : mesure de la viscosité du mix



Figure III.5 mesure de la matière grasse du mix



Figure III. 6 mesure de l'extrait sec du mix

Annexe IV

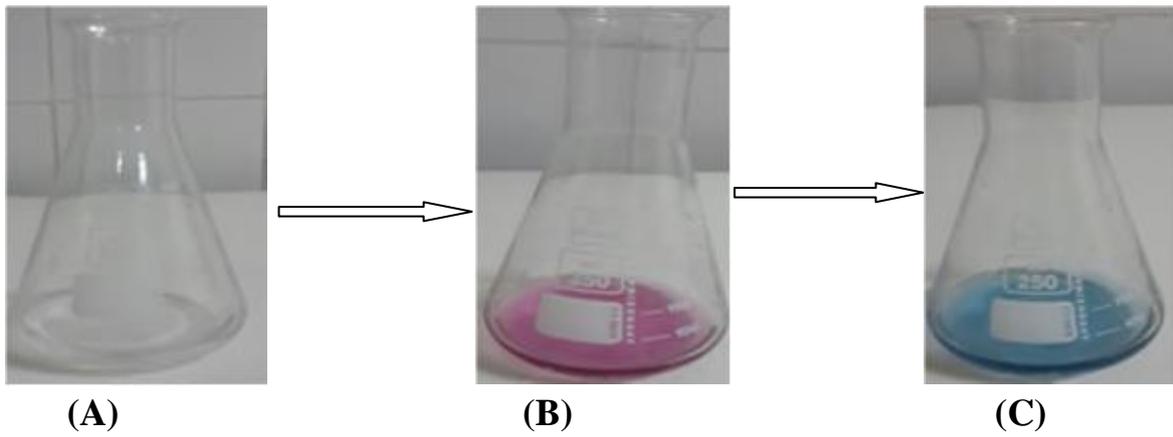


Figure IV.1 : dosage de Ca^{2+} et Mg^{2+} avec l'EDTA

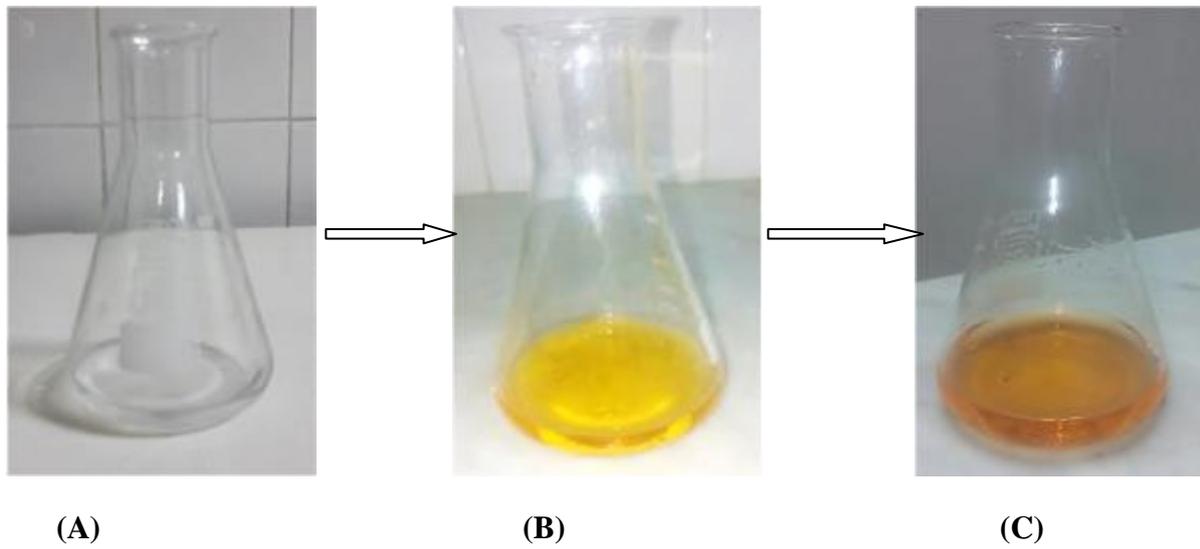


Figure IV. 2 : dosage de TAC

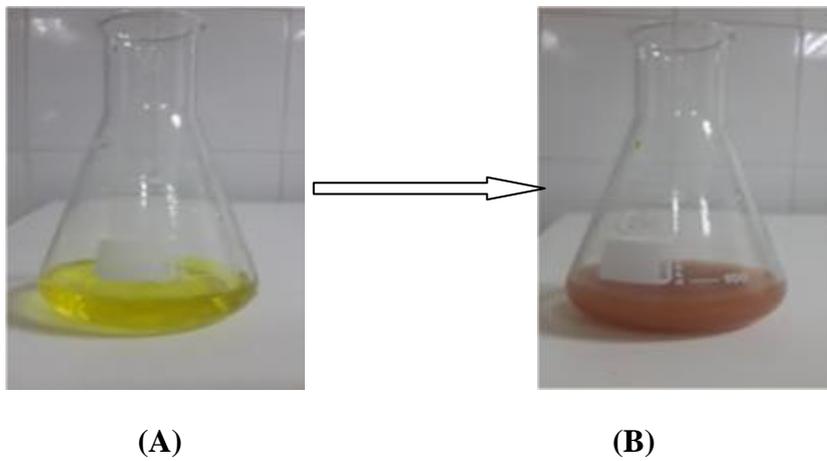


Figure IV.3 : dosage des chlorures

Annexes

CHAPITRE I :

SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE II :

MATERIELS ET METHODES

CHAPITRE III

RÉSULTATS ET DISCUSSION

CONCLUSION

INTRODUCTION

Références bibliographiques

Résumé

Ce travail effectué au niveau de la laiterie vallée et vallée glace concerne les analyses physico-chimiques de la matière première l'eau de process, poudre de lait et produits finis (lait pasteurisé et crème glacée).la réalisation de ces analyses par le dosage de TH,TA,TAC,du chlorure ,mesure du PH et de la conductivité pour l'eau de process ;taux d'humidité ,EST,ESTD ,masse volumique ,MG,AC titrable ,PH et des tests organoleptiques pour les poudres de lait ;MG,MV,EST ,ESTD ,H pour le lait pasteurisé aux plus des analyses effectués sur le lait on ajoute vis T° de maturation , T°Sortie du freezer et T°sortie du tunnel effectuées et le foisonnement pour la crème glacée .

Les résultats obtenus sont conformes aux normes de l'entreprise et assure une bonne qualité du produit.

Mots clés : Analyses Physico-Chimiques, La poudre, L'eau, Lait, Crème glacée.

Summary

this work carried out at the dairy valley and valley ice concerned the physicochemical analysis of the raw material process water, milk powder and finished products (pasteurized milk and ice cream) .the realization of these analyzes by the dosage TH, TA, TAC, chloride, pH measurement and conductivity for process water; moisture content, EST, ESD, density, MG, titratable AC, PH and organoleptic tests for milk powders MG, MV, EST, ESD, H for the pasteurized milk to the more analyzes carried out on the milk are added screw T ° of maturation, T ° Exit of the freezer and T ° outlet of the tunnel and the expansion for the ice cream.

The results obtained are in accordance with the company's standards and ensures a good quality of the product.

Key words :Physico-Chemical analysis ,powder ,water ,milk,ice cream.