

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE de TLEMCCEN
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers

Département D'Agronomie

MEMOIRE

Présenté par:

Benabbou Anas et Bentalab sidi Mohammed

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

En Gestion de la qualité en Industrie Agroalimentaire

Thème

Valorisation du lactosérum liquide en l'incorporant dans la fabrication les crèmes glacées de type sorbet.

Soutenu le: 10/07/2016,

devant le jury composé de :

President	Mr. AZZI. N	M.A.A	Univ Aboubekr Belkaid Tlemcen
Encadreur	Mr.TAFYANI. C	M.A.A	Univ Aboubekr Belkaid Tlemcen
Examineur	Mme. YOUSEFI F	M.A.A	Univ Aboubekr Belkaid Tlemcen

L'année universitaire:2015/2016

Remerciements

Nous profitons de l'occasion de la présentation de ce mémoire pour exprimer nous haute gratitude à « ALLAH » de ce qu'il a été crédité, et atteint aujourd'hui et pour nous avoir donnés le courage et la patience durant ce travail.

*Nous tenons dans un premier temps à exprimer nos plus vifs remerciements à notre promotrice **Mr Tafyani Chokri** Maitre assistante A à l'Université Abou Bekre Belkaid-Tlemcen qui nous a guidées tout au long de l'élaboration de ce travail et pour ses précieux conseils, c'est un immense honneur pour nous d'avoir effectué non these sous sa direction...*

*Nous remercions **Mme Yousefi Fatima.**, Maitre de conférences A à l'Université Abou Bekre Belkaid-Tlemcen pour nous avoir fait l'honneur de présider ce jury.*

*Nous tenons aussi à remercier **Mr AZZI N.**, Maitre de conférence A à l'Université Abou Bekre Belkaid-Tlemcen pour avoir accepté d'examiner ce travail et donc faire partie du jury de soutenance.*

Nos remerciements vont aussi les responsables de laboratoires sans oubliant nos collègues qui ont contribué à créer une ambiance de travail agréable et propice à la coopération et au partage d'expériences.

Et enfin, nous remercions nos parents qui nous ont soutenus, encouragé et surtout supporté tout au long de ce travail. Sans eux tout aurait été beaucoup plus difficile.

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail à

Mon cher père, un homme qui a vécu pour sa famille.

« J'espère mon père que tu es fier de moi »

Ma chère mère, une femme qui a sacrifié sa vie pour ces enfants.

« J'espère ma mère que je serai toujours à la hauteur de tes attentes »

*A mes chers frères et sœurs : mohammed, youcef, khadidja mmmmmmmmm,
naima, imane, soumia, nawel, amina. Qui j'ai passer avec vous 3 ans
inoubliable.*

A tous les étudiants de la spécialité GQIA

A tous mes collègues de laboratoire

A tous les personnes qui me sont très chères

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail à

Mon cher père, un homme qui a vécu pour sa famille.

« J'espère mon père que tu es fier de moi »

Ma chère mère, une femme qui a sacrifié sa vie pour ces enfants.

« J'espère ma mère que je serai toujours à la hauteur de tes attentes »

A mes chers frères et sœurs

A tous les étudiants de la spécialité GQIA

A tous mes collègues de laboratoire

A tous les personnes qui me sont très chères

Liste des tableaux

Etude Bibliographique.

Chapitre I : *Le lactosérum.*

Tableau.1 : Différents types de lactosérum.

Tableau.2 : Composition moyenne du lactosérum doux et acide.

Tableau.3 : Teneur en composés protéiques du lactosérum.

Tableau.4 : Acides aminés essentiels (gr/100gr).

Tableau.5 : Application des protéines de lactosérum.

Chapitre II : *Les crèmes glacées.*

Tableau.6 : Composition des crèmes glacées.

Tableau.7 : Composition des mix de crème glacée et de sorbet.

Tableau.8 : Ingrédients habituellement utilisés dans la formulation des crèmes glacées.

Tableau.9 : Composition des crèmes glacées de diverses origines.

Etude Expérimentale

Chapitre III : *matériels et méthodes.*

Tableau.10: Les germes recherchés dans les glaces et crèmes glacées.

Tableau.11 : Les milieux favorables à la croissance des germes recherchés.

Chapitre IV : Résultat & discussion.

Tableau.12: Résultats de l'analyse microbiologique des échantillons étudiés.

Liste des figures

Etude Bibliographique.

Chapitre I : *Le lactosérum.*

Figure.1 : Secteur de la composition du lait cru.

Figure.2 : Valorisation indirecte du lactosérum.

Figure.3 : Les techniques de récupération des différentes fractions de Lactosérum.

Chapitre II : *Les crèmes glacées.*

Figure.4 : Procédé de fabrication de la crème glacée.

Etude Expérimentale

Chapitre III : *matériel et méthode.*

Figure.5 : Sorbetière.

Figure.6 : pH mètre pour la mesure de pH et température de lactosérum

Chapitre IV : *Résultat et discussion.*

Figure.7 : Texture en bouche du sorbet à base de lactosérum et d'eau.

Figure.8 : Aspect visuel du sorbet à base de lactosérum et d'eau.

Figure.9 : Intensité du parfum du sorbet à base de lactosérum et d'eau..

Figure.10 : Saveur du sorbet à base de lactosérum et d'eau.

Figure.11 : Description finale du sorbet à base de lactosérum et d'eau.

Liste des abréviations

- gr/l** : gramme par litre.
- pH** : Potentiel hydrogène.
- pHi** : pH isoélectrique.
- Kg** : Kilogramme.
- °D** : Degré Dornique.
- MG** : Matière grasse.
- β-LG** : Béta lactoglobuline.
- α-LA** : alpha lactoglobuline.
- BSA** : Bovin sérum albumine.
- Ig**: Immunoglobuline.
- KDa**: Kilo Daltons.
- Da** : Daltons.
- °C** : Degré Celsius.
- IgG1** : Immunoglobuline classe G1.
- IgG2** : Immunoglobuline classe G2.
- IgA** : Immunoglobuline classe A.
- IgM**, : Immunoglobuline classe M.
- IgE** : Immunoglobuline classe G.
- mg** : Milligramme.
- UF** : Ultrafiltration.
- MPa** : Milli Pascal.
- T°** : Température.

-t : Temps.

-min : Minute.

-ml : Millilitre.

- μm : Micromètre.

Sommaire

Introduction.....	2
-------------------	---

Etude Bibliographique

Chapitre. I. Le lactosérum.

I. Définition du lactosérum	5
II. Types de lactosérum ..	5
II.1. Lactosérum acide	6
II.2. Lactosérum doux	6
III. Composition du lactosérum	7
III.1. Lactose	8
III.2. Les minéraux.	9
III.3. Les protéines du lactosérum	9
IV. Valorisation du lactosérum	13
IV.1. Introduction	13
IV.2. Alimentation humaine.....	13
IV.3. Alimentation animale	15
IV.4. Domaine biotechnologique	15
V. Pouvoir polluant du lactosérum	17
VI. Les techniques de récupération des différentes fractions de lactosérum ...	18

Chapitre. II. Les crèmes glaces.

I. Introduction.....	21
II. Composition des crèmes glacées.....	21
II.1. Fonctionnalité des ingrédients.....	23
II.2. Procédé de fabrication.....	24
III. Propriétés physico-chimique des mélanges.....	28
IV. Matières premières.....	28
V. Produits finis.....	29
VI. Évaluation organoleptique.....	29

Etude Expérimentale

Chapitre. III. Matériels & méthodes.

I. Introduction.....	33
II. Méthode de travail.....	33
II.1. Récupération de lactosérum.....	33
II.2. Méthode de mélange.....	33
III. Ingrédients de la recette.....	33
III.1. Préparation.....	33
IV. Analyse physico-chimique.....	34
V. Analyses microbiologiques.....	35
V.1. Le protocole.....	36

Chapitre. IV. Résultats & discussion.

I. Résultats d'analyse physico chimique.....	39
II. Résultats d'analyse microbiologique	49
III. Teste de dégustation	40
Conclusion.....	46
Références bibliographiques.....	49

Liste des références

A

*Alais C., (1975). *La valorisation de lactosérum*. *Technique laitière* n °952 PP 7-10

*Andreasen T. G., Nielsen H. (1998). *Ice cream and aerated desserts*. Dans R. Early (ed.), *The technology of dairy products*, Blackie-Academic & Professional- Thomson Science., G. B., pp. 301-326.

B

*Blanchard B. D, *dairy foods environ. Sanitation* 11 (9) (1991), pp 494.

*Brunner, J.R., *milk proteins, in food proteins*, Whitaker, J.R and Tannenbaum, S.R., AVI Publ., west port CT, 1977, 175.

C

*Chaput M., *le lactose, extraction, hydrolyse et déminéralisation du lactosérum*. *revue laitière française* (1979). n°372, pp : 23-27.

*Cheftel J. C.; CU J. L.; Lorient D.; *protéines alimentaires, biochimie- propriétés Fonctionnelles. Valeur nutritionnelle- modification chimique*. Tech et Doc. Lavoisier, 1985; 295p.

*Cheryan. M; *ultrafiltration and microfiltration handbook; thechnomic publishing Company: Lancaster, PA, 1998.*

*Christine T, Aimar P, Daufin G. et Sanchez V. *étude du transfert de Matière lors de l'ultrafiltration de lactosérum doux sur membrane minérale*. *le lait*, 1986, 66 (4), 371-390.

*Christiansen K. F.; Vegarug G.; Langsrud T.; Ellekjaer M. R.; *stabilizers in High pressure processed depressing*, *food hydrocolloid* 18 (2004), 757.

D

*Damodaran, S. *protein stabilized foams and emulsions*, in Damodaran. & Paraf, (Eds), *food proteins and their application*, New York, USA: Marcel Dekker Inc (1997), pp 57- 110.

*De la fuente, M. A, Y. Hemar; M. Tamehana, P. A. Munro, H. Singh. *Process Induced changes in whey proteins during the manufacture of whey protein Concentrates*. *International dairy journal* 12 (2002), pp361-369.

*De wit, J. N. *structure and functional behavior of whey proteins* *Netherlands milk and Dairy journal*, 35 (1981), 47- 64.

*De wit, J. N. *the use of whey proteins products*, in *developments in dairy chemistry*, Fox, P.F. Ed. Elsevier applied science, New York, Vol 4 (1989), pp 323

E

*Eigel, W. N; Butter, J. E; Ernstron, C. A; Forrell, H. M; Jr; HArwalkar, V. R; Jenness, R; and Whitney, R. Mel; *nomenclature of proteins ofcow's Milk: Fifth revision*, *J. Dairy sci-* 67 (1984), pp1599.

*Eugenia L. M., Alvarez S., *B- Lactoglobuline removal from whey protein Concentrates production of milk derivatives as a base for infant formulas; Separation and Purification technology* 52 (2006), pp 310- 316.

F

*FAO.; (2004)—FAO 001, avril 2004, mail codex a FAO. Org

*Firebaugh J.D., Daubert C.R. *Emulsifying and foaming properties of a derivatized Whey protein ingredient*, *Int. j. food. Prop.* 8 (2005) 243.

G

*Goff H. D., Davidson V. J., Cappi E. (1994). *Viscosity of ice cream mix at pasteurization temperatures*. *Journal of Dairy Science*, 77 (2207-2213).

*Goff H. D., Frelson B., Sahagian M. E., Hauber T. D., Stone A. P., Stanley D. W. (1995). *Structural development in ice cream. Dynamic rheological measurements*. *Journal of Texture Studies*, 26 (5) pp. 517-536.

*Goff H. D., Verespej E., Smith A. K. (1999). *A study of fat and air structures in ice cream*. *International Dairy Journal*, 9 (II) pp. 817-829.

*Goff H. D. (2001). *Ice cream under control*. *Dairy Industries International*, 66 (1) pp. 26-30.

*Goursaud J., *biotransformation du lactose*. (1986). *I.A.A. n°5*, pp : 349-357

I

*Ilker E, Mushsin C, Sebnem H; *separation of whey Components by using ceramic composite membranes; desalination* 189 (2006).

K

*Kadri A. *le lactose hydrolysé alésienne ou serpent de mer*. (1985). *revue laitière FR*, n°437, pp : 43-48.

*Keeney P. G. (1982). *Development of frozen emulsions*. *Food Technology*, 36 (11) pp. 65-70.

*Kevin W. K. Yee; Dianne E.; *whey protein concentrate production by Continuous ultrafiltration operability under constant operating conditions; journal of membrane science* (2006). Doi: 10- 1016 /J. Memsci. 2006 12.026.

*Koyuncu I., Turan M., Topacik D., Ates A.; *water sci. techno* 41, (1), (2000), pp213.

L

*Laplanche J.; Ducognon V.; Trevisan D.. *Traitement du lactosérum par filtration Sur compost ensemencé de vers, épuration of lactosérum in a compost filter with worms, syndicat des apagistes, fruits communs et vendeur direct de Savoie, Maison De l'agriculture- 73/90 SAUT BALDOPH*. 2006.

*Linden G et Lorient D. - *biochimie agro industrielle; valorisation alimentaire de la Production agricole*. Masson Paris Milan Barcelone. 1994.

*Lin V.J. C. and Koenig J. l.; *studies of bovine serum albumin, biopolymers*, 15(1976), 203

*Luquet et Francois M. *lait et les produits laitiers, vache, brebis, chèvre. Tome II. Techniques et documentation- Lavoisier*, 1990, 621p.

M

*Madden J. K. (1989). *Ice cream*. Dans A. J. Wilson (ed.), *Foams: physics, chemistry and structure*. SpringerVerlag, pp. 185-196.

*Marshall A.D., Munro P.A. *The effect of proteins fouling in MF And UF on permeate flux, protein retention and selectivity. A literature review*, *Desalination*, 91 (1993), pp 65-108.

*Marshall R. T., Arbuckle W. S. (1996). *Ice cream*. 5 ed., Chapman & Hall, New York.

*Mereo M. *les utilisations industrielles du sérum de fromagerie.* (1971). ind, agro-alim, pp :817-823.

*Moletta R. *Gestion des problèmes environnementaux dans les IAA.* Paris: Tech et Doc 2002Xx -600p.

*Moore L. J., Shoemaker C. F. (1981). *Sensory texturai properties ofstabilized ice crea m.* *Journal of Food Science*, 46 (2) pp. 399-402, 409.

*Morr C. V. and, HA E. Y. W. *Whey protein concentrates and isolates: processing and Functional properties.* *Critical reviews in food science and nutrition*, 33 (6) (1993), pp431- 476.

*Muller A, Bernard Chaufer, Uzi erin, Georges Daufin; *prepurification of alpha actalbumine with UF ceraic membranes from acid casein whey: study of operating conditions .lait 83 (2003), 111-129.*

R

*Roger L., Thapon J.L., Maubois J.L et Brule G. *hydrolyse du lactose contenue dans L'ultra- filtrat du lait ou du lactosérum en réacteur enzymatique a membrane.* (1976). *revue générale le lait*, n°551-552, pp : 56-75

*Roufik S, Sylvie F, Gauthier, Sylvie L. T; *physicochemical Characterization and in vitro digestibility of β -LG F142-148 complexes.* *Inter dairy journal 17 (2007), pp471- 480.*

*Russell F. B, Andrew L. Z; *analysis of protein fouling during Ultrafiltration using a two layer membrane model.* *JOHN WILEY & SONS, Inc. Biotechnology Bioeng 59 (1996), pp 451- 460.*

*Ryder D.N. *hydrolysis of lactose in whey products.* (1988). *Bult of I.D.F*, n° 233, pp 45 52

S

*Sottiez P.; *produit dérivés des fabrications fromagères, lait et produits laitiers, tome 2.* Ed ; Lavoisier, Paris. (1990), pp 357- 392.

T

*Tirart - collet F. P; (1996) - « *technologie des désert congelés* ». *Institue de technique agro alimentaire de saint - HYACINTHE 78 pages.*

*Thomas E. L. (1981). *Structure and properties of ice cream emulsions.* *Food Technology*, 35 (1) pp. 41-48.

U

*Uchida Y, ShimatanI M. M, Mitsuhashi T, Koutake M., *process for preparing a fraction having a high content of α - LA from whey and nutritional compositions CContaining such fractions*, US patent 5, 503, 864, 1996.

V

Violleau V. *valorisation du lactosérum par électrodialyse. Thèse de doctorat. Montpellier 1999.*

Visser R.A., NAN DEN BOS M.J. et FERGUSON W.P. *lactose and its chemical Derivates.* (1988) *bults of I.D.F*, n°233, pp:33-44.

Vrignaud Y., *valorisation du lactosérum, une longue histoire.* (1983). *revue laitière française n°422*, pp : 41-46.

X

Xalabarder R. (1994). *Les applications des émulsijants.* *Industries Alimentaires et Agricoles*, (9) pp. 561-562.

Y

*Yebo II, Abolghasem S, Charles T. K; separation of cell and Proteins from fermentation broth using ultrafiltration. *Journal of food Engineering* 75 (2006), 574- 580.

Introduction

L'industrie de lactosérum a connu un essor très important ces dernières années dans les pays développés. La stimulation de ce développement est liée d'une part au potentiel énorme de pollution provoqué par ce produit et d'autre part au fait que la majorité de sa matière sèche est constituée d'éléments à valeur nutritive élevée (**Moetta, 2002**).

De par sa richesse en éléments nutritifs tels que le lactose, les protéines solubles, les vitamines hydrosolubles, les éléments minéraux et la matière grasse le lactosérum constitue un excellent milieu de culture pour les micro-organismes, ce qui fait de ce produit un facteur de pollution redoutable (**Agnes N., 1986**).

En Algérie l'inexistence d'une mise en valeur du lactosérum se pose avec acuité en raison de l'absence d'une réglementation stricte, émanant des pouvoirs publics, pouvant interdire le rejet de ce produit dans la nature. Le rejet de lactosérum dans les égouts représentant une perte sèche de l'élément nutritif. Au cours de ces dernières années, plusieurs travaux apportant de nouvelles connaissances sur la valorisation du lactosérum ont été réalisés au niveau des universités algériennes. Malheureusement aucune réalisation pratique n'a été faite jusqu'à présent.

La poudre de lactosérum peut être utilisée dans les aliments destinés à l'homme comme substitut du lait écrémé dans les boissons, dans les produits laitiers, dans les pâtes alimentaires, en pâtisserie et biscuiteries, en panification en charcuterie, tandis que les produits de fractionnement sont utilisés dans l'industrie pharmaceutique comme produit diététique, dans les productions d'alcool et la levure boulangère (**Alais C., 1981**). Il est utile de noter que le lactosérum entre aussi dans les compositions des aliments pour divers animaux d'élevage (**Boudier J. F., Luquet, 1980**).

Dans notre mémoire, nous sommes intéressés à la valorisation de lactosérum liquide en l'utilisant dans la fabrication, à échelle laboratoire, de sorbet, nous allons aussi faire des tests de dégustation et les analyses microbiologique pour confirmer la conformité de notre produit.

I. Définition du lactosérum

La fabrication des fromages nécessite une étape de coagulation de la caséine par une acidification du lait obtenu par ajout de ferments lactiques ou par action de la présure.

Traditionnellement, l'opération qui suit l'étape de coagulation consiste à séparer la phase coagulée du reste du lait au cours d'une opération d'égouttage: la fraction liquide ainsi recueillie s'appelle le lactosérum (Bergel et al., 2004).

Le lactosérum est un liquide jaune verdâtre, contenant une quantité importante de protéines de lait environ 20% (6g/L) et riche en élément nutritif (Muller et al., 2003). La production de 10-20 Kg de fromage donne 80 à 90 Kg de lactosérum (Ilker et al., 2006). Il est estimé que 40-50% du lactosérum est utilisé comme engrais, le reste étant employé principalement en tant qu'alimentation des animaux (Yebo et al., 2006).

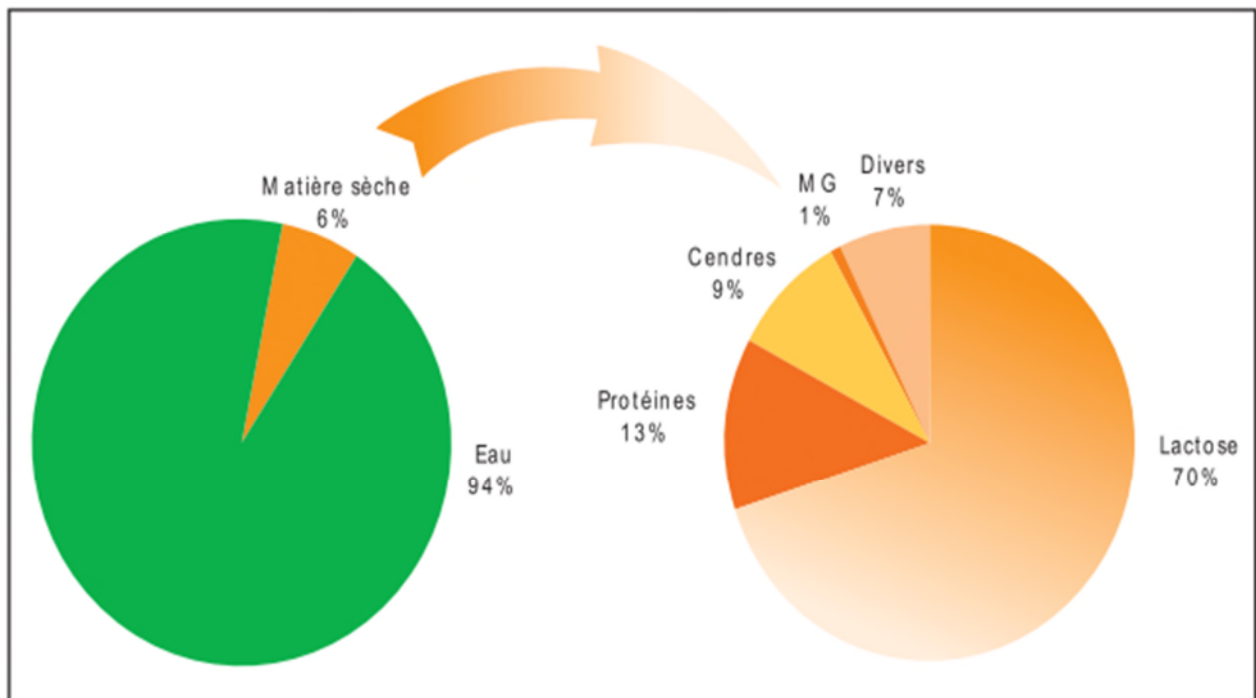


Figure 1: Secteur de la composition du lait cru (Muller et al., 2003).

II. Types de lactosérum

Le lactosérum doit être considéré comme un produit dérivé plutôt qu'un sous produit de la fabrication des fromages, ou de la caséine. On distingue deux types de lactosérums: celui résultant de la coagulation des laits non acides, par la présure, et qu'on appelle "lactosérum doux" et celui résultant, de la fabrication des fromages à pâtes fraîches, à pâtes molles ou de la caséine lactique appelle "lactosérum acide" (Tableau.1) (Linden et al., 1994; De

La Fuente, 2002).

Tableau.1 : Différents types de lactosérum (Adrian et al., 1991).

Degré d'acidité	Type	pH	Production
<18° D	Lactosérum doux	6,5 ± 6,7	- Fromagerie à pâte pressée - Fromagerie à pâte cuite - Caséinerie présure.
>18° D	Lactosérum acide	4,5 – 5,5	- Fromagerie à pâte fraîche - Fromagerie à pâte molle - Caséinerie acide

II.1. Lactosérum acide

Obtenu après la coagulation du lait par précipitation des caséines à leur pH isoélectrique de 4.6 par ajout d'acide fort ou d'acide lactique (Violleau, 1999). La caséine est combinée à des sels de calcium, l'acidification entraîne sa déminéralisation qui fait passer dans le sérum une part importante d'élément minéraux, notamment le calcium et le phosphore (Sottiez, 1990).

Les lactosérums acides sont moins riches en lactose et plus riche en minéraux. Ils sont aussi plusensemencés en germes lactiques et moins sujets à des fermentations que les lactosérums doux (Moletta, 2002). Les teneurs élevées en acide lactique et en minéraux posent des difficultés pour la déshydratation; aussi les lactosérums acides sont souvent utilisés à l'état liquide alors que les sérums doux sont généralement déshydraté (Moletta, 2002).Le lactosérum acide provient de la fabrication des pâtes fraîches et des pâtes molles, son pH varie entre 4.5 - 5 (Adrian et al., 1991).

II.2. Lactosérum doux

Il est obtenu après la coagulation de la caséine sous l'action de la présure sans acidification préalable, on obtient alors un sérum doux, pauvre en sels minéraux et riche en lactose et en protéines. En plus des protéines solubles du lait, ce type de lactosérum contient une glycoprotéine qui provient de l'hydrolyse de la caséine Kappa par la présure (Sottiez, 1990, De La Fuente et al., 2002).

Lorsque le lactosérum de fromagerie n'est pas traité avec toutes les précautions nécessaires, la poursuite de la fermentation naturelle augmente son acidité.. Le lactosérum doux issu de la fabrication de fromage à pâte pressée cuite ou non cuite (Emmenthal, Saint Paulin, Edam....etc.), est de pH variant entre 5 et 6,3 (Morr et al., 1993).

III. Composition du lactosérum

Selon le procédé de coagulation et la composition initiale du lait (donc la saison, la race des animaux, le type d'alimentation, etc.), la composition du lactosérum peut varier sensiblement (Bergel et al., 2004). D'après ce tableau (tableau.2) on constate que les lactosérums sont riches en lactose et potassium. Dans le lactosérum acide une partie du lactose a été transformé en acide lactique; les lactosérums doux sont pauvres en calcium (reste dans le caillé pour participer à la coagulation des protéines), alors que les lactosérums acides sont riches en calcium (Morr et al., 1993).

Tableau.2 : Composition moyenne du lactosérum doux et acide (Morr et al., 1993; Linden et al., 1994).

	Lactosérum doux (%)	Lactosérum acide (%)
pH	6,3	4,6
Eau	93	93,5
Lactose	4,77	4,71
Protéines	0,82	0,75
MG	0,07	0,03
Acide lactique	0,15	0,55
Cendres	0,53	0,69
Calcium	0,05	0,13
Sodium	0,07	0,06
Potassium	0,13	0,15
phosphore	0,06	0,09

III.1 Lactose

Le lactose est le principal constituant du lactosérum de fromagerie (**Luquet et François, 1990**) c'est un diholoside constitué par l'union d'une molécule de α ou β -D-glucose et d'une molécule de β -D-galactose, ce qui est à l'origine de la présence de deux lactoses stéréo-isomères réducteurs.

Le lactose caractérisé par :

- une solubilité limitée.

-un pouvoir sucrant faible. A titre d'exemple, le fructose a un indice de 170, le saccharose 100, le glucose 75 et le lactose seulement 17 comme tous les composants des aliments de l'homme et des animaux, le lactose présente d'abord un intérêt nutritionnel. Sa seule source importante dans la nature est le lait. Il est le seul sucre présentant une importance biologique déterminante pour la vie de l'être humain et de nombreux autres animaux.

Il contribue à stabiliser le pH intestinal (**Visser et al., 1988**). En plus de son apport énergétique, le lactose est considéré comme un sucre de structure (**Vrignaud, 1983**). En effet, il intervient dans la fixation du calcium et sa consommation permet par conséquent de lutter contre le rachitisme (**Visser et al., 1988**). Une fois digéré il fournit du galactose qui est indispensable pour la constitution des cellules nerveuses des jeunes animaux. Bien d'autre, aspects positifs sont présentés par le lactose.

Cependant, il peut présenter une intolérance physiologique chez certains individus déficients en lactose. En effet, le lactose ne peut être assimilé par l'organisme qu'après son hydrolyse en oses plus simples par une enzyme spécifique appelé lactase ou β galactosidase de l'intestin grêle (**Chaput, 1979**), or, la sécrétion de cette enzyme maximale au moment de la naissance, décroît rapidement jusqu'à devenir nulle s'il y a arrêt de la consommation du lait.

Les populations des pays de tiers monde souffrent généralement de mal nutrition et leur consommation en lait souvent très insuffisante même pendant leur jeune âge. Le tube digestif se trouve dans ce cas moins ou pas du tout en contact avec le lactose et par conséquent perd sa capacité de sécréter la lactase. Le manque de cette enzyme se traduit par des troubles intestinaux dû à la fermentation par la flore intestinale, ce qui provoque des diarrhées, vomissement et ballonnement (**Roger et al., 1976 ; Goursaud, 1986 ; Lorient, 1998**).

Pour remédier à ce problème, plusieurs auteurs suggèrent l'emploi des laits, et ses dérivés à lactose hydrolysé (**Goursaud, 1986 ; Lorient, 1998 ; Ryder, 1988**). Ainsi l'hydrolyse du lactose présente un intérêt nutritionnel évident pour les individus alactasiques. En outre, elle présente un intérêt technologique certain. L'hydrolyse du lactose permet l'amélioration du pouvoir sucrant, l'augmentation de la solubilité qui se traduit par la facilité de conservation ainsi que la simplification des techniques de concentration et de séchage ; Puisqu'il n'y a plus à contrôler une éventuelle cristallisation du lactose (**Kadri, 1985 ; Ryder 1988**).

III.2. Les minéraux

Bien que selon certaines pratiques fromagères, il y'a ajout de sel, ce dernier avec toutes les matières minérales en solution dans le lait se retrouve dans le lactosérum.

Les 8 à 10% des matières salines de l'extrait sec de sérum sont constitués pour plus de 50% de chlorures de sodium et de potassium et pour le reste de différents sels de calcium, principalement sous forme de phosphate de calcium (**Vrignaud, 1983**).

D'après **Méreo, 1971**, ces sels minéraux constituent en quelques sortes les éléments indésirables « du sérum ». En effet, il semblerait qu'une quantité relativement élevée constitue un obstacle à l'utilisation du lactosérum dans l'alimentation humaine et infantile. Elle est également un écueil pour les traitements technologiques, notamment en vue de préparation de lactose pur et des protéines. Il est donc avantageux de déminéraliser le sérum partiellement grâce à des techniques physico-chimique, telle que l'électrodialyse (**Linden et al., 1994**).

III.3. Les protéines du lactosérum

Deux grandes familles de protéines entrent dans la composition du lait; la première est constituée de caséines qui représentent environ 80% des protéines totale du lait. La seconde famille les protéines solubles constituée essentiellement de β lactoglobuline (β - LG), α lactalbumine (α -LA), l'albumine sérique bovine (BSA), les immunoglobulines (Ig) et les protéoses peptones (**Tableau.3**) [(**De Wit, 1981**); (**De Wit & Hontelez, 1981**) ; (**De Wit, 1989**)]. A l'échelle industrielle, ces protéines solubles sont extraites à partir du lactosérum, le lactosérum contient environ 1% de protéines (**Morr et al., 1993**).

Tableau.3 : Teneur en composés protéiques du lactosérum (De Wit, 1981).

Composés protéiques	Masse moléculaire (KDa)	Teneur (%)	Point isoélectrique
Protéines			
β- LG	18,362	50	5,2
α-LA	14,147	22	4,5-4,8
BSA	69.000	5	4,7-4,9
Ig	150,000 - 1000,000	12	5,5-8,3
Lactoferrine	80,000	<1	8,4-9,0
Enzymes			
Lactoperoxydases	78,000	<1	9,5
Lysozyme	18,000		9,5
Phosphatase alcaline	160,000 - 190,000		Nd
Catalase	60,000		5,7
Sulphydryle oxydase	89,000		Nd
Plasmine	Nd		Nd
Peptide			
Protéase-peptones	Nd	Nd	Nd
Glycomacropéptides	7,000	10	Nd

Nd : non déterminée.

Les protéines ne forment pas la fraction la plus abondante du lactosérum, mais elle est la plus intéressante sur le plan économique et nutritionnel qui est supérieures aux protéines du blanc d'œuf, prise comme protéines de référence. Leurs compositions en acide aminé, très riche (Sottiez, 1990) (Tableau.4).

Tableau.4 : Acides aminés essentiels (gr/100gr) (Moletta, 2002).

	Protéines du lactosérum	caséines
Tryptophane	1,38	1,22
Lysine	10,9	8,81
Méthionine	1,95	3,07
Cystéine	1,35	0,57
Leucine	7,09	9,8
Isoleucine	4,06	4,8
Phénylalanine	3,47	5,18
Valine	5,54	3,55
Thréonine	5,03	4,7

III.3.1. β - lactoglobuline (β -LG)

La β - lactoglobuline (β -LG) est la plus abondante des protéines du lactosérum, elle représente environ 2 à 4g/L, ce qui correspond à 50% des protéines totales du lactosérum (Eugenia et al., 2006; Roufik et al., 2007). Elle n'est pas présent dans le lait humain car elle est l'une des sources principales d'allergie infantile qui limite l'utilisation du lait de vache pour la préparation de la formule infantile (Uchdia et al., 1996); il s'agit d'une protéine globulaire de structure compacte, composée de 162 résidus d'acide aminés et dont la masse moléculaire relative est de 18,3 KDa (Roufik et al., 2007). Jusqu'à présent, 9 variantes génétiques ont été identifié dans cette protéine (Eugenia et al., 2006).

La β - lactoglobuline dont la fonction dans le lait n'est pas encore entièrement élucidée, joue un rôle important dans l'assimilation de la vitamine A1 (Bergel et al., 2004).

Cette protéine existe sous forme dimère (36,7 KDa) à pH au-dessus de son pH isoélectrique (5,2) et à des pH inférieur à 3,5 et supérieur à 7,5, le dimère va se dissocier

pour donner deux monomère, et entre 3,5 et 5,2, le dimère va se polymériser en octamère (147 KDa). La température de dénaturation de cette protéine est au dessus de 65°C associée aux transitions conformationnelles des groupements SH et ϵ - NH₂. (**Morr et al., 1993**).

III.3.2. α -lactalbumine (α -LA)

Comme la β - lactoglobuline, l' α -lactalbumine est une protéine globulaire de structure primaire présentant de nombreuses homologies de séquences avec le lysozyme d'œuf de poule: 47 résidus d'acide aminé identiques sur 123 (**Cheftel et al., 1985**); son poids moléculaire est de 14 KDa et se présente avec une concentration de 1 à 1,5 g/L, (environ 20% des protéines totales de lactosérum). l' α -lactalbumine a été considérée comme la protéine la plus stable hautes températures (**Morr et Ha, 1993**) ont montré que l' α -lactalbumine est dénaturé à 65,2°C et à pH=6,7 et que 80 à 90% de dénaturation est inversé lors de refroidissement. **Chaplin et Lyster (1986)** ont trouvé que l'application des températures de l'ordre de 77°C à des solutions d' α -lactalbumine et le refroidissement immédiat donne une dénaturation irréversible de 10% seulement.

L' α -lactalbumine est une autre protéine fonctionnelle très intéressante par sa composition riche en tryptophane, qui en fait une base de fabrication de peptides destinés à l'alimentation diététique ou alicamenteuse (**Bergel et al., 2004**).

III.3.3. Sérum albumine bovine (BSA)

Il représente 0,1 à 0,4 gr/l des protéines de lait, a un poids moléculaire de 69 KDa, il est constitué de 582 acides aminés (**Morr et Ha., 1993**). Les liaisons des acides gras stabilisent la molécule de protéine contre la dénaturation par la chaleur (**Gumpens et al., 1979**). Le Sérum albumine bovine est soluble jusqu'à 35% à température de 3°C dans l'eau distillée, mais subit une précipitation extensive à la température ambiante dans la gamme de 40 à 45°C. (**Lin et al., 1976**).

III.3.4. Immunoglobuline (Ig)

L'immunoglobuline se réfère à une famille hétérogène des glycoprotéines, s'étend de 150 à 1000 KDa et partage l'activité commune d'anticorps (**Eigel et al., 1984**). L'immunoglobuline se compose de quatre classes: IgG₁, IgG₂, IgA, IgM, et IgE. Ceux-ci ont été identifiés dans lait, et dans le sérum de sang. Ces protéines sont des monomères de

deux chaînes polypeptide de 20 KDa et deux chaînes polypeptide de 50 à 70 KDa qui sont liée par des ponts disulfure (**Brunner, 1977**). Le lait de vache contient 0,6 à 1,0 g/L d'immunoglobuline, 80% c'est IgG. Cette protéine est caractérisée par un plus haut dévoilement thermique que l' α - lactalbumine et la β - lactoglobuline.

IV. Valorisation du lactosérum

IV.1.Introduction

La valorisation du lactosérum en alimentation humaine et en industrie chimique est pharmaceutique est rendu possible grâce aux craquage pour obtenir, par fractionnement, des composée protéiques et glucidique [(**Moletta, 2002**) ; (**Chistansen et al., 2004**)].

IV.2.Alimentation humaine

Les protéines, en particulier les albumines présentent un intérêt par leur propriétés fonctionnelles solubilité sur une large gamme de pH, pouvoir moussant ou texturant, capacité de rétention d'eau, aptitude à la gélification. En plus, de leur haute valeur nutritionnelle liée en particulier à la présence de protéines riche en acides aminés essentiels dont la lysine et le tryptophane (tableauI.4) [(**Morr et Ha., 1993**) ; (**Marshall et al., 1998**) ; (**Bergel et Joel, 2004**) ; (**Firebaugh et al., 2005**)].

Les propriétés nutritionnelles et fonctionnelles des protéines du lactosérum ont rendu son utilisation possible dans de nombreux domaines de l'industrie agroalimentaire, (**Tableau.5**) en particulier en tant que texturant, foisonnant ou ingrédient nutritionnel [(**Damodaran, 1997**) ; (**Mollet, 2002**)].

Tableau.5 : Application des protéines de lactosérum (**Linden et al., 1994**).

Produits	Fonctions
Produits de boulangerie-biscuiterie	Apport protéique, rétention d'eau, gélifiant, texture (interaction avec gluten)
Pâtes alimentaires	Apport protéique, texture
Pâtisserie (meringue, génoise)	Emulsifiant, moussant, rétention d'eau, gélifiant.
Confiserie (caramel, nougats ...=) Chocolat au lait	Emulsifiant, arôme, texture, dispersibilité
Potages, sauces	Epaississant (interaction avec amidon), émulsifiant
Plats cuisinés	Epaississant, émulsifiant, rétention d'eau
Farines lactées	Apport protéique, solubilité
Boissons lactées ou fruitées	Soluble à chaud ou / et pH acide Epaississant
Aliments diététiques et infantiles (alimentation entérale)	Apport protéique, solubilité, épaississant
Fromages naturels et fondus	Emulsifiant, épaississant, gélifiant
« imitation cheese,dip » , pâtes à tartiner, coffee whitener, crèmes glacées	Emulsifiant, épaississant
Crèmes desserts, flans, yaourts	Emulsifiant, épaississant, gélifiant
Produits carnés (saucisse, pâtes, hamburgers)	Emulsifiant, épaississant, liant, gélifiant, rétention d'eau et de matières grasses

IV.3. Alimentation animale

Les poudres de lactosérum sont utilisées dans les aliments d'allaitement pour veaux. Elles sont également employées, de même que les concentrés liquides, en mélange avec d'autres aliments (hachis de paille, farine,..) pour animaux d'élevage (bovins, porcins, volailles) (Zadow, 1989).

IV.4. Domaine biotechnologique

❖ Biotransformation de lactose

Production des solvants, des vitamines, des polysaccharides du méthane, des enzymes, des acides aminés et organiques et de nombreux autres composés à partir de lactose de lactosérum (Zadow, 1989). L'ensemble des procédés de fermentation du lactosérum montre que le système de production d'acide lactique est l'un des plus avantageux (Figure. 2).

❖ Substrat de fermentation

Le lactosérum par sa composition biochimique possède d'intéressantes propriétés comme milieu de fermentation pour plusieurs microorganismes assimilant le lactose comme source de carbone et d'énergie (Alais, 1975) :

- **Les bactéries:** à titre d'exemple *Lactobacillus casei* pour la production d'acide lactique. (Morabito, 1994)
- **Les moisissures :** à titre d'exemple *Penicillium camemberti* producteur de protéases (Mechakra et al., 1999).

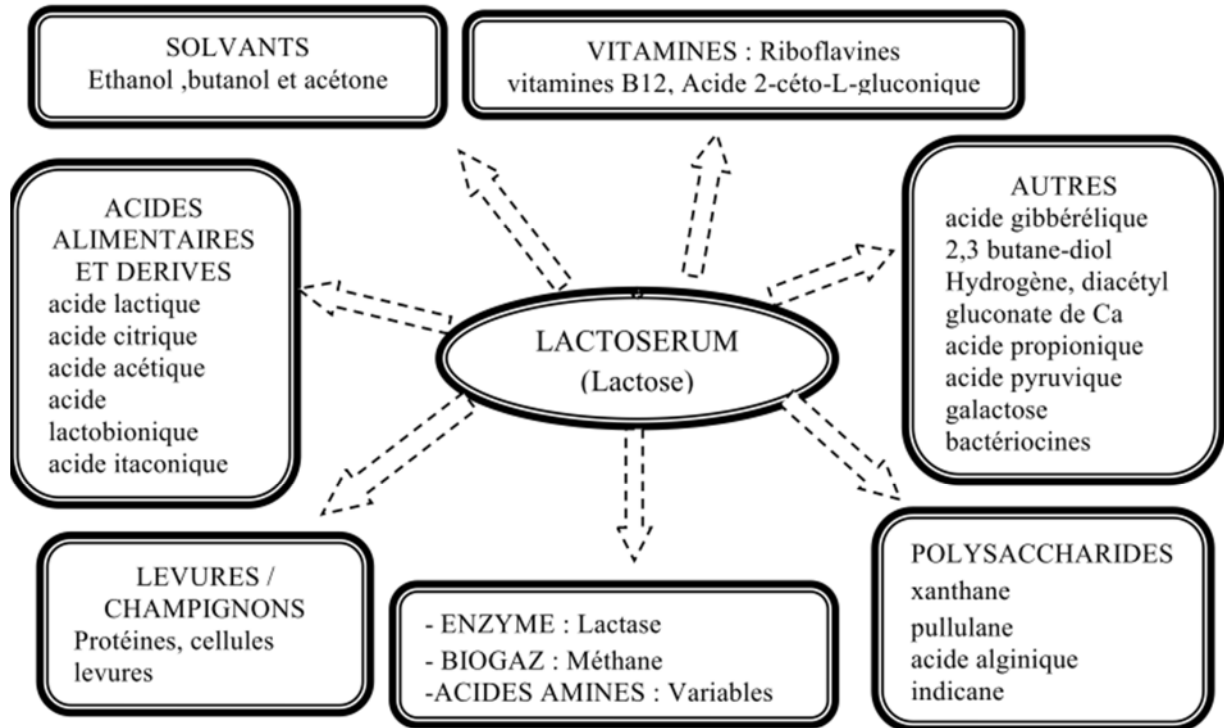


Figure.2 : Valorisation indirecte du lactosérum (Zadow, 1989).

V. Pouvoir polluant du lactosérum

Pendant longtemps, le lactosérum a constitué un effluent de l'industrie fromagère. Par sa composition riche en matière organique, son rejet dans l'environnement constitue une source de pollution à cause de sa demande biochimique en oxygène qui est très élevée entre 32000 à 60000 mg d'O₂/L, (Cheryan, 1998).

Le lactosérum engendre une pollution organique importante soit: 1 litre correspond à environ 85% de la pollution journalière générée par un habitant (Laplanche et al., 2006).

Plusieurs opérations membranaires sont proposées pour le traitement des effluents des laiteries telles que les opérations à un seul étage comme l'ultrafiltration (UF) (Blanchard, 1991), nano filtration (Koyuncu et al., 2000).

Le coût de traitement de lactosérum en station d'épuration élève le prix de revient des spécialités fromagères issues du lait. L'épandage est également une destination envisagée mais les volumes annuels produits (on parle de 100 millions dans le monde) satureront vite cette solution. Enfin si on se réfère à la composition du lactosérum, on y retrouve des composés d'intérêt; d'où la possibilité de valorisation (Bergel et al., 2004).

VI. Les techniques de récupération des différentes fractions de lactosérum

La mise en valeur du lactosérum passe par la séparation de ses différents constituants. La

figure.3 illustre les principales techniques de séparation des fractions du lactosérum.

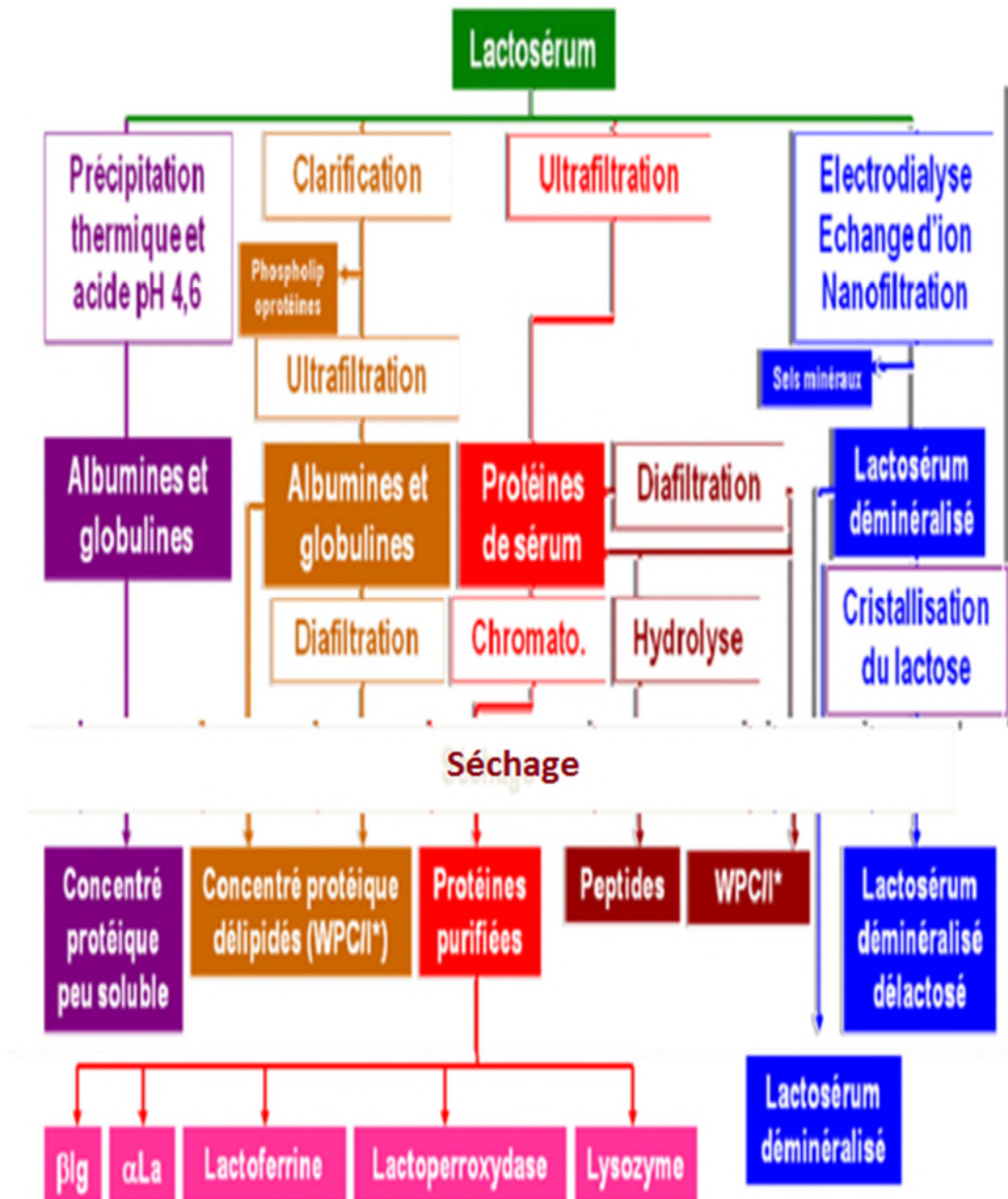


Figure.3 : Les techniques de récupération des différentes fractions de lactosérum (Kevin et al., 2006).

❖ le premier type de séparation consiste à éliminer son principal constituant : l'eau. 15 à 20 Kg d'eau accompagnent 1 Kg de matière sèche de lactosérum cette séparation est réalisée par :

▪ **Osmose inverse**

Les installations d'osmose inverse permettent d'atteindre en lactosérum un extrait sec de 20%. C'est-à-dire que si l'on part d'un lactosérum à 5% de matière sèche, il pourra être concentré quatre fois par osmose inverse. Dans ce cas, 79% de l'eau aura été éliminée par osmose inverse.

▪ **Évaporation sous vide**

Actuellement, la plupart des évaporateurs sous vide mis sur le marché de l'industrie laitière sont à recompression mécanique des vapeurs (**Luquet et François, 1990**). La concentration du sérum doux se fait sans problème. Par contre en ce qui concerne le lactosérum acide, il est indispensable de le désacidifier préalablement par électrodialyse sinon il y a risque de floculation des protéines (**Vrignaud, 1983**).

❖ La seconde séparation importante est l'extraction du lactose par cristallisation. Ce sucre du lait constitue 75% de la matière sèche du lactosérum. Il existe sous forme amorphe, qui est très hygroscopique et qui risque de donner une poudre collante, et donc d'entraîner des phénomènes de collage dans la tour de séchage.

Pour faciliter la cristallisation, on doit ensemercer le lactosérum concentré par 0,5 à 1% de lactose en poudre. Chaque grain de poudre va servir d'amorce à la cristallisation : la taille des cristaux sera très fine et la vitesse de cristallisation accélérée.

❖ En troisième lieu la séparation des minéraux.

Par électrodialyse : elle allie deux procédés

- électrodialyse, la propriété qu'ont les minéraux en solution de s'ioniser et, sous l'action d'un courant électrique continu, de s'orienter vers l'un ou l'autre pôle.
- La dialyse polarisée des sels minéraux. Entre les deux pôles sont empilés des membranes de dialyse alternativement anionique et cationique.

Les membranes anioniques vont laisser passer les anions et repousser les cations. Les membranes cationiques vont faire l'inverse c- à -d laisser passer les cations et repousser les anions.

Quantitativement, l'extraction des protéines vient au troisième rang. Elle ne

représentant que 1/10 de la matière sèche (0,8 à 0,7% de lactosérum tel quel). Bien que ces protéines soient d'une très haute valeur biologique et nutritionnelle.

❖ Techniques de récupération des protéines

On peut distinguer différents procédés de séparation des protéines de lactosérum :

- **Thermo coagulation**

C'est une méthode basée sur la précipitation des protéines de sérum par chauffage en milieu acide. Toutefois il faut signaler que si le rendement de récupération maximum se situe vers pH 5,0 - 5,5, la précipitation à des pH plus bas ou plus hauts permet de préparer des protéines plus solubles ou plus facilement dispersible (**Linden et Lorient., 1994**).

- **La chromatographie d'échange d'ion**

Est utilisée pour la production industrielle de concentré (90% et plus). Dans le cas du lactosérum doux, le procédé retenu consiste à mettre en œuvre une colonne de sphérosil échangeur d'anion (sphérosil QMA) et une colonne de sphérosil échangeur de cation faible (sphérosil C). En effet, au pH du lactosérum doux (pH=6,6) la plupart des protéines sont sous forme anionique et s'absorbent sur échangeur d'anion et une faible proportion (7 à 10%), essentiellement constitué d'immunoglobulines, est sous forme cationique et s'absorbent sur échangeur de cations (**Linden et Lorient, 1994**).

- **L'ultrafiltration**

Est un procédé de séparation par membrane semi-perméables (**Luquet et François, 1990**).l'ultrafiltration permet de retenir les molécules d'un poids moléculaire de l'ordre de 5000Da, sous pression relativement faible de 1 à 7 bars. Une étude a été faite par (**Kevin et al., 2006**) pour la récupération des concentrés protéiques de lactosérum par ultrafiltration, ils ont remarqué que ces concentrés protéiques ont toutes les propriétés désirées. Une autre étude d'ultrafiltration de lactosérum doux par une membrane minérale a été faite par (**Christine et al., 1986**), qui ont démontré que lors de l'ultrafiltration d'un lactosérum à 6g de protéine par litre l'évolution du transfert de solutés et de solvant au travers de cette membrane est fonction des conditions opératoires.

I. Introduction

Les glaces sont des préparations alimentaires extrêmement sophistiquées en raison des nombreuses formes sous lesquelles leurs constituants sont dispersés dans l'eau. Cette complexité dans l'organisation rend fragile ces systèmes dispersés et seule une température négative est capable en figeant le dispositif de stabiliser ces produits dans le temps. Ainsi tout écart de température accélère l'évolution des processus de désintégration, par conséquent la maîtrise de ce paramètre est fondamentale dans toute la filière pour assurer une qualité irréprochable et durable au consommateur (Goff, 2001).

II. Composition des crèmes glacées

La composition peut être très variable selon les législations locales et selon le type commercial de produit. Par exemple, les glaces avec la dénomination "premium", de meilleure qualité, sont notamment plus riches en matière grasse et contiennent plus de solides totaux (Marshall et Arbuckle, 1996).

Tableau.6 : Composition des crèmes glacées (Marshall et Arbuckle, 1996).

	% en masse	% typique
Solides de lait	9 – 11,5	10
Matière grasse	7 – 12	10
Sucre	12 – 16	14
Sirop de glucose ou fructose	4 – 6	4
Emulsifiant + stabilisant	0,45 – 0,65	0,5 (0,2+0,3)
Arome + colorant	< 0,2	< 0,2
Solides totaux	34 – 38	38
Eau	60 - 62	62
Air (% en volume)	45 - 55	50

Tableau.7 : Composition des mix de crème glacée et de sorbet (Madden, 1989).

Ingrédient	%massique	
	Crème glacée	Sorbet
Eau	55-64	73,6-64,6
M.G.du lait	10-16	0
SLNG (les solides du lait non gras)	9-12	0
Sucre	10-14	26-35
M.S. sirop de glucose	4-5	8,5
Hydrocolloïdes	0,2-0,4	0,2-0,4

Il existe dans le marché une gamme abondante d'ingrédients entrant dans la formulation des crèmes glacées. Les plus classiques ou fréquents sont listés dans le Tableau I-2. Au produit final sont incorporés arômes, colorants et éventuellement des inclusions (morceaux de fruits, noix, etc.).

Tableau.8: Ingrédients habituellement utilisés dans la formulation des crèmes glacées [(Andreasen et Nielsen, 1998) ; (Madden, 1989)].

Solides de lait	Poudre de lait écrémé. Extrait solide dégraissé de lait (ESDL,MSNF en anglais). Poudre de lactosérum.
Matière grasse	Crème laitière. Beurre. Huile de beurre (matière grasse laitière anhydre, MGLA). Huile végétale (palme, coco).
Edulcorants	Saccharose. Sirops de maïs (de glucose ou fructose).
Stabilisants	Alginates (E401). Carraghénane (E407). Gomme de caroube (E415). Carboxyméthylcellulose (CMC, E466).
Emulsifiants	Mono et di-glycérides (E471). Esters de sorbitan (Tween ou span 80, E494).

II.1. Fonctionnalité des ingrédients

• Solides de lait

Regroupant les protéines laitières (38%) -caséines et de lactosérum notamment-le lactose (50%) et des sels (7%), les solides de lait participent à la viscosité, diminuent le point de congélation du mix et améliorent la résistance thermique du produit (**Marshall et Arbuckle, 1996**). Les protéines sont actives aux interfaces et contribuent à la stabilité de l'émulsion et de la mousse. Le lactose, accompagnant inévitablement les solides de lait, contribue au goût sucré mais il limite l'usage des solides de lait, dont il représente la plus grande partie, car en excès il cristallise et produit une texture sableuse désagréable, un grave défaut de qualité. Les sels en moindre quantité jouent un rôle secondaire pour les interactions protéiques et arrondissent le goût [(**Mad den 1989**) ; (**Marshall et Arbuckle 1996**) ; (**Andreasen et Nielsen 1998**)].

• Matière grasse

La matière grasse, laitière ou végétale, contribue au goût du produit surtout au développement de la structure et à l'apparence sèche du produit [(**Madden, 1989**) ; (**Andreasen et Nielsen, 1998**)]. Elle se trouve dispersée sous forme de globules gras partiellement solidifiés et coalescés par le refroidissement et le cisaillement du procédé de congélation. Ces globules gras se concentrent autour des bulles d'air pour les stabiliser. Les conditions de température et d'agitation pendant la congélation, les propriétés de congélation des matières grasses et les interactions avec d'autres constituants (émulsifiants, protéines, air) doivent donc être contrôlées pour obtenir un produit de bonne texture [(**Marshall et Arbuckle, 1996**); (**Andreasen et Nielsen, 1998**)].

• Edulcorants

Naturellement, les édulcorants fournissent le goût sucré, modérant le goût de la matière grasse et rehaussant les arômes de fruit. Le mélange de sucre et de sirop de maïs contribue à la viscosité et contrôle le point de congélation commençante du mix, donc la quantité de glace formée, ce qui sera essentiel pour la qualité du produit durant le stockage et sa texture finale [(**Keeney, 1982**); (**Madden, 1989**); (**Marshall et Arbuckle, 1996**) ; (**Andreasen et Nielsen, 1998**)].

•Stabilisants

Les stabilisants sont en fait des épaississants, pour la plupart des polysaccharides. Ils sont appelés ainsi dans le milieu industriel des glaces car leur recours a pour objectif principal celui de contrôler la taille finale des cristaux de glace dans le produit fini, en d'autres mots, celui de le stabiliser. Pour profiter de leur synergie, deux ou plusieurs hydrocolloïdes stabilisants sont habituellement utilisés dans la fabrication de la crème glacée. Principaux responsables de la viscosité du mix, ils contribuent au foisonnement, et améliorent consistance et résistance aux fluctuations de température [(Madden, 1989); (Goff et al., 1993)]. Toutefois, comme nous venons de l'évoquer, la principale raison de leur usage est leur capacité de contrôler la taille de cristaux de glace pendant la congélation et le stockage -par des mécanismes méconnus- ce qui est très important pour la texture finale du produit [(Moore et Shoemaker, 1981); (Keeney, 1982; Madden, 1989); (Marshall et Arbuckle, 1996); (Hervé et Toursel, 1997); (Andreasen et Nielsen, 1998)].

•Emulsifiants

Les deux types d'émulsifiant couramment utilisés, mono et/ou di-glycérides, et esters de sorbitanéthoxylés sont souvent combinés, mais ne sont pas ajoutés que pour stabiliser l'émulsion du mix. Dans le milieu se trouvent en effet suffisamment de protéines pour assurer la stabilité, et les émulsifiants sont responsables de sa déstabilisation, par déplacement des protéines de l'interface huile/eau. Les émulsifiants favorisent ainsi le phénomène dit de "coalescence partielle" des globules autour des bulles d'air [(Keeney, 1982); (Xalabarder, 1994); (Goff, 1997); (Andreasen et Nielsen, 1998)]. Ce phénomène est à l'origine de l'aspect sec désirable de la glace, de l'amélioration de la capacité de foisonnement, du corps, de la texture et de la résistance au choc thermique [(Xalabarder, 1994); (Hervé et Toursel, 1997); (Andreasen et Nielsen, 1998)].

II.2. Procédé de fabrication

L'ensemble du procès de fabrication de crème glacée est schématisé dans la **Figure 4**.

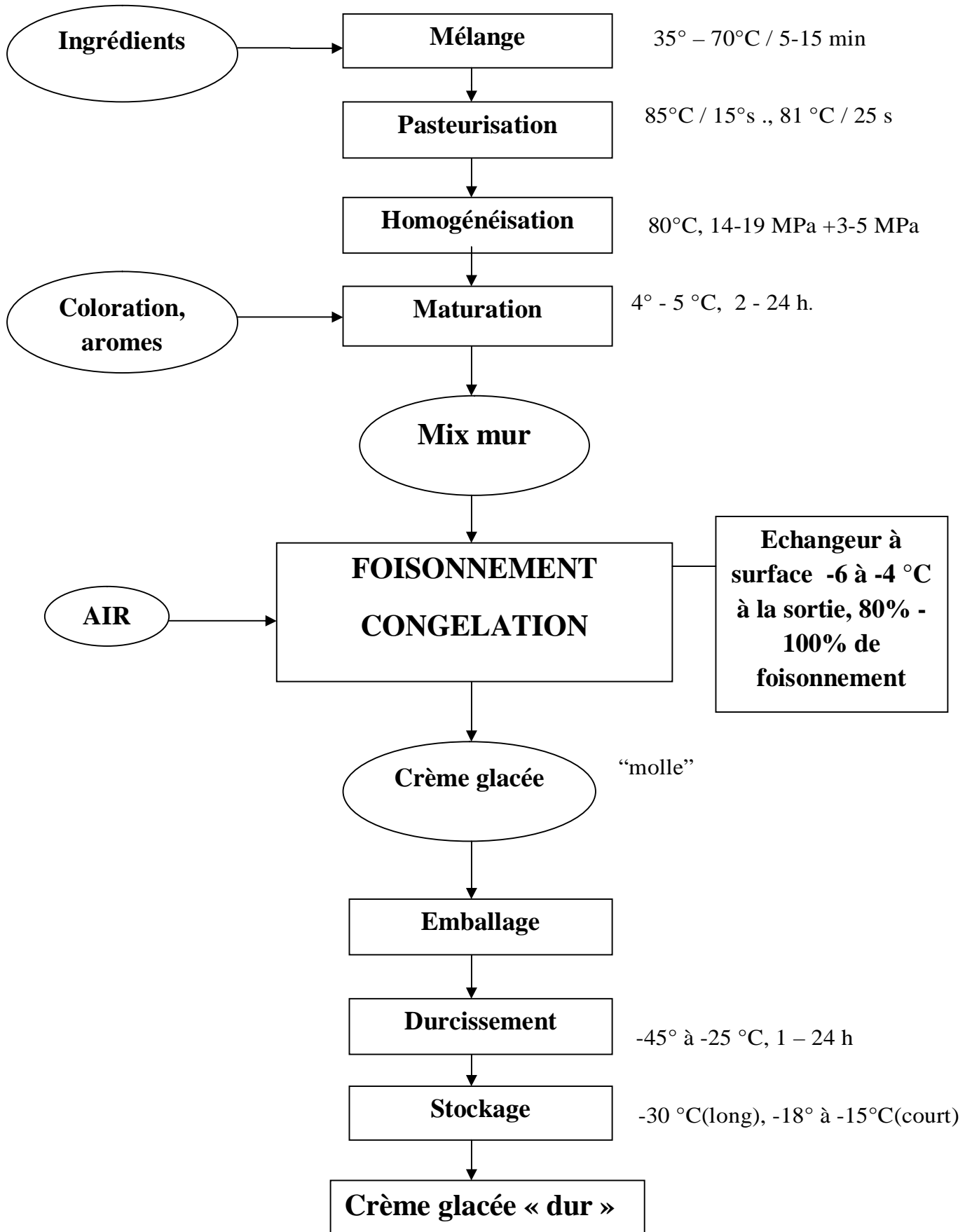


Figure.4: Procédé de fabrication de la crème glacé (Goff et al. 2001).

• Pasteurisation

Après le mélange des ingrédients du mix, celui-ci est pasteurisé. La pasteurisation est le point critique de contrôle biologique, destiné à éliminer les bactéries pathogènes et à diminuer la quantité de micro-organismes qui peuvent détériorer le produit (**Goff et al., 1995**). Traditionnellement réalisée à 69°C/30 min, elle se fait le plus souvent en continu à plus haute température et temps plus court (82-87°C pendant 15 à 30 s.), toute particule du produit devant être maintenue à une température minimale durant un temps minimum (**Goff et al., 1994**). Mais un traitement excessif peut donner de mauvais goûts de cuit ou de. Caramel (**Andreasen et Nielsen 1998**).

• Homogénéisation

Généralement réalisée en deux étapes afin d'éviter la recalescence de la matière grasse et tout de suite après la pasteurisation (pour profiter de ce que le mix chaud est moins visqueux), l'homogénéisation consiste à appliquer au mix un sévère traitement mécanique, en l'obligeant à passer à travers un orifice avec une différence de pression amont/aval de 8 à 18 MPa (80 à 180 bars). Le but est de créer une émulsion stable de matière grasse, dispersée en globules de moins de 1µm [(**Thomas, 1981; Goff et al., 1995**) ; (**Russell et Gerrard, 1996**)]. On cherche à «dispenser au maximum les globules gras et faciliter la création, entre les protéines et les stabilisants, d'un réseau qui retiendra l'air injecté et permettra d'obtenir la spongiosité recherchée» (**Xalabarder, 1994**). Elle sert aussi à incorporer les stabilisants peu solubles (**Goff et al., 1994**). L'efficacité de l'homogénéisation est variable selon la température, la pression, le type d'homogénéisateur et la composition du mix (**Andreasen et Nielsen, 1998**).

• Maturation

Après refroidissement jusqu'à 4 °C, le produit est maintenu à cette température au moins 2 heures, souvent une nuit. A ce stade la matière grasse cristallise partiellement, les biopolymères sont mieux hydratés, les protéines interagissent avec les émulsifiants et la viscosité augmente [(**Goff et al., 1995**) ; (**Marshall et Arbuckle, 1996**) ; (**Andreasen et Nielsen, 1998**)]. Toutes ces conditions seront favorables au développement structurel du produit. C'est à ce moment que l'on ajoute le colorant et certains arômes.

•Foisonnement et congélation

L'injection d'air et le refroidissement s'effectuent simultanément dans un échangeur de chaleur à surface raclée (ESCR) pour obtenir en quelques dizaines de secondes une crème glacée molle, fluide et plus ou moins visqueuse, typiquement à -4°C et 100% de taux de foisonnement (le double de volume par rapport au volume initial de mix). La dispersion d'air produira la texture légère et spongieuse, la sensation crémeuse en bouche, la résistance à la fonte et la stabilité durant le stockage (**Andreasen et Nielsen, 1998**). Environ 50% de l'eau est congelée, et si le refroidissement est rapide, plus nombreux et petits seront les cristaux de glace, et plus le produit sera stable au stockage et de texture moelleuse [(**Marshall et Arbuckle, 1996**); (**Hartel, 1996**); (**Andreasen et Nielsen, 1998**)]. En même temps, l'émulsion de matière grasse est déstabilisée, ce qui est en fait bénéfique puisque cela apporte stabilité à la mousse d'air, l'aspect sec recherché, et une texture crémeuse [(**Madden, 1989**); (**Andreasen et Nielsen, 1998**)]. A la sortie du foisonneur-congélateur peuvent être ajoutées des inclusions, l'enrobage ou tout autre accompagnant (gâteau, biscuits, etc.).

•Durcissement

Dans des chambres ou tunnels où passe à une vitesse de 5 à 10 m/s un courant d'air très froid (-45 à -25°C) ou sur des plaques réfrigérantes (plate freezer) plus performantes, jusqu'à 80% de l'eau finit par geler, et la température au cœur du produit atteint -15°C [(**Everington, 1991**); (**Goff et al., 1995**); (**Andreasen et Nielsen, 1998**)]. Le produit retrouve ainsi la consistance quasi solide que l'on connaît.

•Stockage

Selon les besoins, il s'effectue à -18°C pour un stockage court ou -30°C pour une conservation plus longue. Il faut rappeler qu'après le durcissement, la qualité de la crème glacée ne peut être améliorée, et sa conservation dépendra exclusivement des conditions post-procès, du strict respect de la chaîne du froid lors du transport et la commercialisation. En dessous de -25°C , la crème glacée est stable à long terme sans danger de croissance de cristaux de glace, mais au-dessus de cette limite, la croissance de cristaux de glace est possible et dépend de la température de stockage, ce qui restreint la durée de vie du produit (**Goff et al., 1995**).

II.3 Propriétés physico-chimique des mélanges

•La viscosité

Celle-ci 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, en comparant l'eau un mélange met 50 à 300 fois plus de temps. La viscosité influence le rendement, c'est-à-dire que dans un mélange à faible viscosité, la formation des bulles d'air se fera difficilement. Par contre, un mélange trop visqueux nuit au fouettage (**Tirard collet, 1996**).

•L'acidité

L'acidité est souhaitable pour les sorbets, dans le cas des crèmes glacées une acidité trop élevée peut entraîner des problèmes majeurs : le mélange se déstabilise rapidement, le rendement diminue et la fonte de la crème s'accompagne d'une séparation du sérum (**Tirardcollet, 1996**).

•La densité

La densité du mélange se situe entre 1,05 et 1,13.elle se détermine en pesant un volume fixé ou en utilisant un hydromètre. Cette valeur est particulièrement utile pour contrôler le volume d'air ajouté et donc le rendement (**Tirard collet, 1996**).

III. Matières premières

Ces contrôles doivent être réalisés dès l'arrivée des matières premières sur le lieu de fabrication.

- sur le plan physico-chimique : pH, extrait sec, matière grasse, neutralisants, solubilité, densité apparente, granulométrie, etc.
- sur le plan organoleptique : aspect externe et interne, couleur, texture, flaveur.
- sur le plan microbiologique : flore mésophile aérobie revivifiable, flore coliforme et flores pathogènes (**FAQ., 2004**).

IV. Produits finis

Sur les produits finis, on réalise

- Des contrôles physiques : taux de foisonnement, vitesse et qualité de fonte, inclusions, contaminants.
- Des contrôles chimiques: extrait sec, matière grasse, sucres.
- Des contrôles microbiologiques : flore mésophile aérobie revivifiable, les coliformes à + 30°C, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogene*, *Salmonella*.
- Des contrôles sensoriels : présentation, aspect, couleur, corps et texture, et flaveur.

D'autres contrôles sont pratiqués, notamment ceux spécifiques, à chaque type de glace, crème glacée ou de sorbet ainsi que tous les contrôles quantitatifs (poids, volume, masse volumique) (FAO, 2004).

V. Évaluation organoleptique

La technique d'évaluation sensorielle de la crème glacée est sous plusieurs aspects, complètement différente de l'évaluation sensorielle des autres produits laitiers, du fait que le produit est congelé. Cependant lorsque vient le moment de juger la crème glacée, on doit s'assurer que le produit n'est pas maintenu à une froideur intense. Il doit plutôt être gardé à une température, à laquelle le produit conserve ces propriétés physiques et peut alors être évalué facilement. (FAO, 2004).

• Qualité nutritionnelle

Les crèmes glacées sont des produits très caloriques par rapport à leurs poids relativement faibles. Presque toute l'énergie est fournie par des ingrédients dont il vaut mieux modérer la consommation dans une alimentation équilibrée : Graisses saturées et sucres. Il est donc préférable d'apprendre aux enfants à manger de manière occasionnelle des aliments sucrés afin d'éviter un âge plus avancé, l'interdiction constante des sucreries. L'avenue des crèmes glacées est d'apporter du calcium (140mg /100g) quand celle-ci respecte la législation qui commande une quantité minimale de lait (FAO, 2004).

Tableau.9 :Composition des crèmes glacée de diverses origines (Goff et al, 1999).

	Teneur moyenne 0%				Valeurs énergétiques (KJ/100g)
	MSD	Lipide	Glucide	Protéine	
Crèmes glacées à 10% de MG	38,30	11,20	21 ,4	3,64	840
Crèmes glacées à 7% de MG (origine lactique)	34,23	7,48 (7-8)	15,47 (24-26)	3,12 (3-3,2)	593 (750)
Crèmes glacées à 7% de MG (origine lactique et autre)	38,63	8,54	18,42	3,83	695
Crèmes glacées aux fruits	38,64	5,49	22,07	-	575
Sorbet	31,30	-	20-31	0,1-0,3	450-500
Glaces au lait	-	3-3,5	26-28	2,9-3,1	624

I. Introduction

Le sujet de notre étude est de valoriser le lactosérum par son incorporation dans la préparation d'une crème glacée (cas de sorbet), par remplacement d'eau, et de voir son impact sur les qualités organoleptiques et microbiologique du produit fini.

II. Méthode de travail

II. 1.Récupération de lactosérum

Pour l'obtention du lactosérum utilisé dans cette étude 10 litres de lait de vache entier pasteurisé a été utilisé. L'utilisation du vinaigre pour une coagulation acide de ce lait a permis d'obtenir une agrégation des micelles qui a donné un gel (ou coagulum). La phase aqueuse, appelée lactosérum, est séparée du caillé par filtration.

Après la séparation on a récupéré environ 3 litres de lactosérum.

II.2. Recette utilisée

La recette que nous avons utilisée à été proposée par **Barker (2009)**. Cette recette a été conçus spécialement pour la fabrication du sorbet à base d'eau, mais la modification de cette recette a été basée sur le remplacement de l'eau par le lactosérum et après plusieurs tests, nous avons utilisé la recette suivante :

III. Ingrédients de la recette

Pour environ $\frac{3}{4}$ de litre de sorbet (9boule) :

- 4 gros citrons.
- 70 g de sucre.
- 300 ml de lactosérum.
- 2 blancs d'œuf.

III.1. Préparation

Dans la recette que nous avons choisi pour le sorbet a base de lactosérum, mettre le sucre, lactosérum et le jus de citron pour former un sirop de citron dans une température de 80°C, et couper le feu 5min à 8min lorsque le sucre est complètement dissout. Laisser refroidir complètement dans un bain marie d'eau froide à 4 °C.

Faire monter les blancs d'œuf en neige. Les mélanger délicatement au sirop de citron. Après l'homogénéisation des ingrédients, on verse le mélange dans la sorbetière. Après 15min d'homogénéisation dans l'appareil on a obtenu un sorbet, on a versé dans des moules est conserver dans une température de -18°C .



Figure 5 : Sorbetière (photos originale).

IV. Analyse physico-chimique

Pour les analyse physico-chimique on a mesuré la température et le pH du lactosérum et du mélange et pour cela nous avons utilisé un pH mètre (**Adwa AD1030**) (**Figure 6**).



Figure.6 : pH mètre pour la mesure de pH et température de lactosérum (**photo original**).

V. Analyses microbiologiques

Notre analyse se fait selon la norme décrite par le journal officiel de la république algérienne n° 35 du 27 mai 1998.

Tableau.10 : Les germes recherchés dans les glaces et crèmes glacées.

Produit	n	c	m
Flore aérobie mésophile total 30°C	5	2	$5 \cdot 10^4$
Coliformes totaux	5	2	10^2
Coliformes fécaux	5	2	1
Staphylococcus aureus	5	2	10
Salmonella	10	0	abs

V.1.Le protocole :

1. Nous avons préparé les milieux pour chaque micro-organisme.

Gélose PCA pour flore aérobie mésophile, VRBL pour coliformes fécaux et coliformes totaux, Baird Parker pour *Staphylococcus aureus* et de la gélose Hakon pour salmonelle.

2. Nous avons désinfecté le matériel (flacons, tubes, pipettes, bécher, erlenmeyer et micropipette).
3. Préparation de la solution mère (crème glacée de type sorbet) :

25g du produit ajouté à 225 ml de Na OH (9g/l).

4. Dilution -1 -2 -3
5. Isolement en profondeur du produit a une quantité de 1ml qui va se faire en zone stérile et entre deux bacs benzène et le tout en prenant tous préparation contre la contamination.

En suite on verse la gélose qu'il faut pour chaque germe et pour tous les dilutions.

On exerce un mouvement délicat sur les boîtes de pétri se forme de huit ∞ qui va servir à homogénéiser l'ensemble de contenu.

Après cette opération on incube dans l'étuve à la température idéale pour chaque germe recherché. (**Tableau 10**).

6. La règle de dénombrement est la suivante

Extrait de la norme ISO 7218 octobre 2007

Cette norme officialise l'utilisation d'une seule boîte par dilution.

Le calcul du nombre d'UFC par ml ou par g de produit, consiste à faire la moyenne pondérée du nombre de colonies obtenues sur deux dilutions successives dont l'une, au moins, présente un minimum de 10 colonies.

Ce calcul est valable dans le cas où le rapport du nombre de colonies entre les deux dilutions est cohérent avec le facteur de dilution.

Choisir deux dilutions successives dont :

L'une au moins présente un minimum de 10 colonies. Le "nombre maximal de colonies en totalité est de 300 par boîte" ; en présence d'un agent de différenciation, le "nombre maximal des colonies caractéristiques ou présumées est de 150 par boîte".

Tablea.10: Les milieux favorables à la croissance des germes recherchés.

Germes recherchés	Milieu de culture	Température	Temps d'incubation	Apparence
FAMT (flore aérobie mésophile total)	Gélose PCA	30 °C	72 heures	Colonies de forme lenticulaire en masse
Coliformes totaux	Gélose VRBL	37 °C	24 heures	Couleur rouge rose diamètre supérieur à 0.5mm
Coliformes fécaux	Gélose VRBL	44 °C	24 heures	Couleur rouge rose diamètre supérieur à 0.5mm
Staphylococcus aureus	Baird Barker+ émulsion de jaune d'œuf tellurite de potassium	37 °C	48 heures	Points noir entouré d'un halo transparent
Salmonella	Gélose Hektoen	37 °C	24 heures	Couleur verte bleu avec un centre noir

I. Résultats d'analyse physico-chimique

La seule analyse physico-chimique testée a été l'analyse du pH qui a révélé une forte acidité du lactosérum (4,72 à la température de 15,4°C), qui est fortement liée au type de coagulation (acide) utilisée pour l'obtention du lactosérum, de leurs côtés, (**Lhanafi et al., 2014**) ont constaté que le pH du lactosérum utilisés dans leur étude était moins acide que le nôtre avec un pH de 5,16. Par contre le pH du mélange a été moins acide (5,35 à la température de 22,7°C) que celui du lactosérum ceci est dû à l'ajout des autres ingrédients de la formule.

II. Résultats d'analyse microbiologique

Les lectures des boîtes de Pétri ont été faites sur la dilution de 10^{-1}

La règle de dénombrement prise pour l'évaluation des résultats est la suivante :

$$N = \frac{\sum \text{des colonies}}{V \cdot 1,1 \cdot d}$$

Avec :

N = concentration en nombre d'UFC par millilitres.

$\sum c$ = somme des colonies comptées sur les deux boîtes retenues.

V = volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte en millilitres.

d = dilution correspondant à la première boîte retenue ; avec l'inoculum le moins dilué.

L'analyse microbiologique de nos échantillons a révélé les résultats indiqués dans le **tableau 11**.

Règle :

Si l'ensemble des attributs est :

- ❖ Egale à 0 : excellent qualité du produit.
- ❖ Comprise entre 0,01 et 0,3 : qualité satisfaisante.
- ❖ Comprise entre 0,4 et 1,08 : qualité acceptable.
- ❖ Comprise entre 1,5 et 45 : qualité non satisfaisante.
- ❖ > a 45 : produit dangereux (toxique).

De ce fait notre produit se classe comme un produit de qualité acceptable du point de vue microbiologique donc il est propre à la consommation.

Tableau 12 : Résultats de l'analyse microbiologique des échantillons étudiés.

Germes	m	3m	M	S	Résultat	attribut
FAMT (Flore aérobie mésophile total)	$5. 10^4$	$15. 10^4$	$5. 10^5$	$5. 10^7$	$1,81. 10^2$	0
Coliformes totaux	10^2	$3. 10^2$	10^3	10^5	$1,9. 10^2$	0,4
Coliformes fécaux	1	3	10	10^3	0	0
Staphylococcus aureus	10	30	10^2	10^4	0	0
Salmonella	0	0	0	0	0	0
						\sum des attributs=0,4

III. Teste de dégustation

Après préparation de notre sorbet à base de lactosérum et à base d'eau , nous avons organisé une journée de dégustation et nous avons fait appel à 12 personnes non entraînés, qui ont différents âges et différents niveaux intellectuel

La journée de dégustation des crèmes glacées (sorbet a base de lactosérum et le sorbet a base d'eau) nous a permis de faire ressortir les principales caractéristiques sensorielles (goût, texture et saveur) de chaque crème glacée étudiée et aussi de faire ressortir la préférence des personnes qui ont dégusté les deux produits testés.

Chaque critère évalué, nous a permis de tracer un histogramme qui a servi de faire une comparaison ente les deux crèmes glacées, sorbet à base d'eau et le sorbet à base de lactosérum.

➤ Texture en bouche

La figure.7 révèle que 05 personnes ont trouvé que la texture du sorbet à base de lactosérum est lisse, alors que 07 personnes ont trouvé que le produit présente une texture collante. En évaluant le sorbet à base d'eau, 09 personnes de ce même jury de dégustation ont trouvé que sa texture est lisse alors que les 3 autres personnes ont trouvé qu'il est collant.

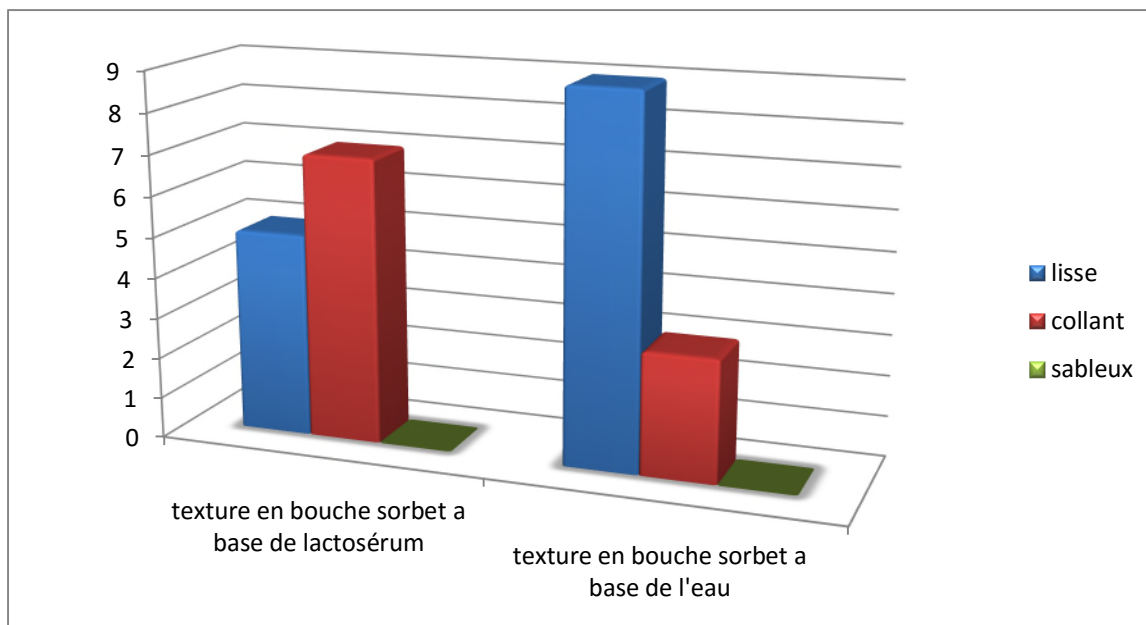


Figure .7 : Texture en bouche du sorbet à base de lactosérum et d'eau.

➤ Aspect visuel

L'aspect visuel représenté à la figure.8 nous montre clairement que les personnes qui ont dégusté les deux produits ont trouvé qu'ils sont onctueux car 10 personnes ont eu le même avis sur le sorbet à base de lactosérum et 8 personnes sur le sorbet à base d'eau. Par contre 2 personnes et 4 personnes ont trouvés que le produit est grumeleux respectivement pour le sorbet à base de lactosérum et à base d'eau.

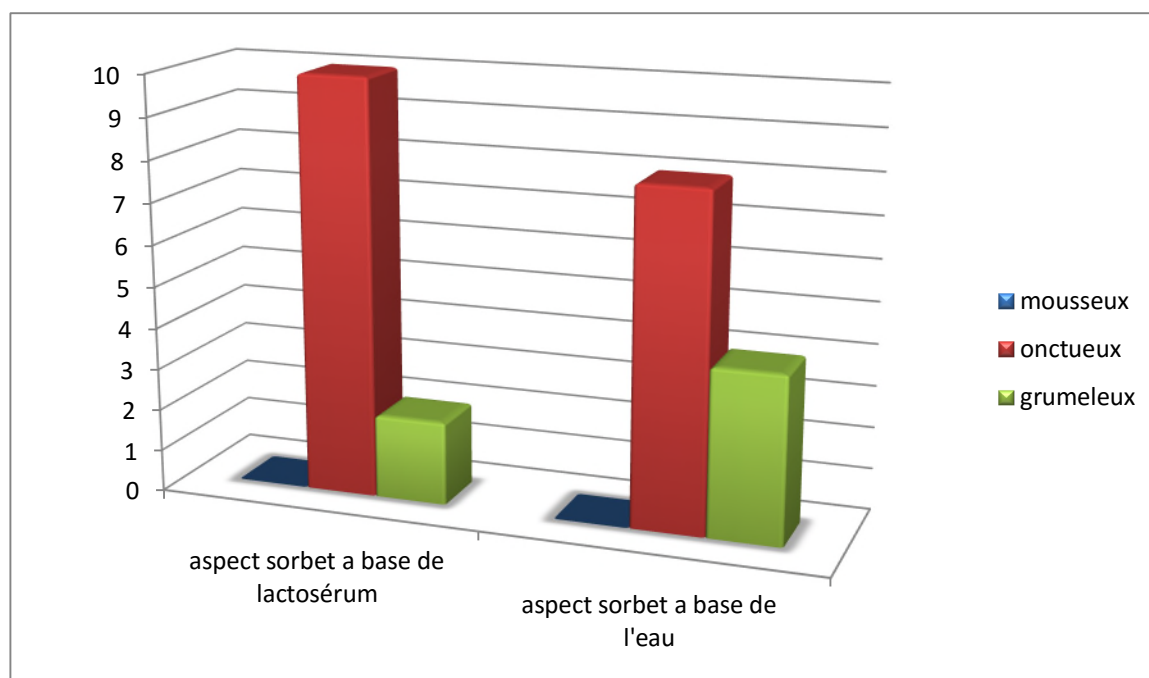
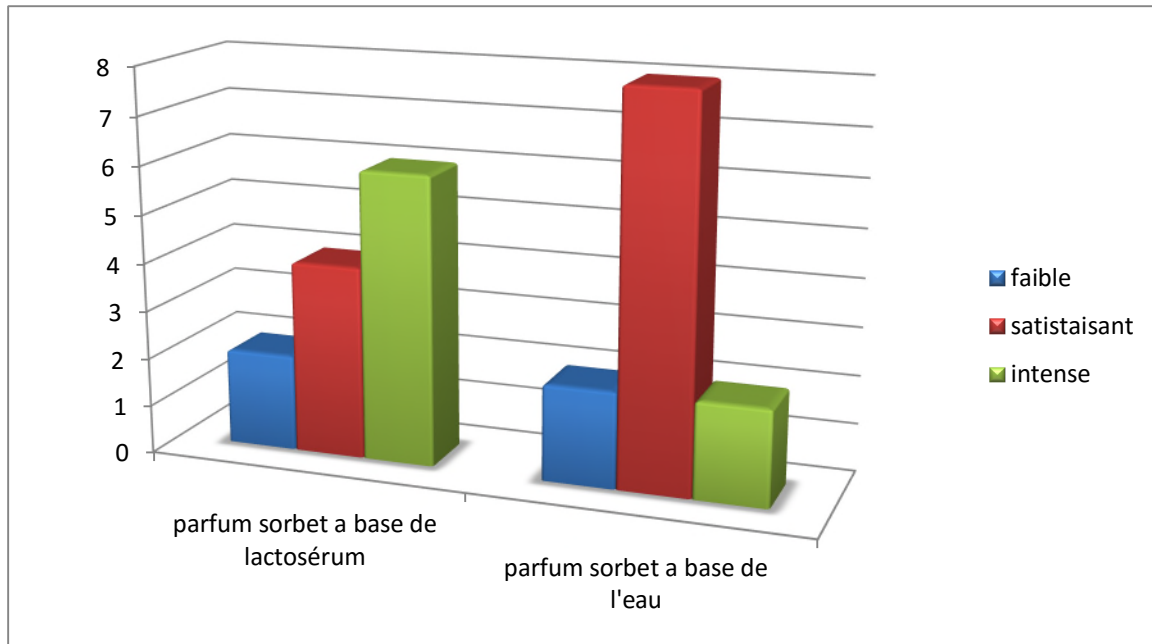


Figure. 8 : Aspect visuel du sorbet à base de lactosérum et d'eau.

➤ Intensité du parfum

La figure. 9 montre clairement que la moitié du jury de dégustation (6 personnes) du sorbet à base de lactosérum ont jugé que le produit présente un parfum intense, 4 personnes l'ont trouvé satisfaisant alors que les deux restants de ce jury ont jugé que le produit présente un faible parfum. Par contre la partie majeur du jury de dégustation (8 personnes) ont trouvé que le sorbet à base d'eau est agréable alors que le reste du jury s'est divisé en deux groupes de 02 personnes chaque pour les deux intensités du parfum (intense et faible).



Figur.9 : Intensité du parfum du sorbet à base de lactosérum et d'eau.

➤ La saveur

A travers la figure.10, 08 personnes du jury de dégustation ont trouvé les deux produits (sorbet à base de lactosérum et à base d'eau) sont sucrés alors que les 4 personnes restant du jury de dégustation ont trouvé que le sorbet à base d'eau est trop sucré par contre le reste du jury de dégustation du sorbet préparé à base de lactosérum se sont divisé en deux groupes égaux pour dire que ce produit présente une saveur peu sucré et trop sucré.

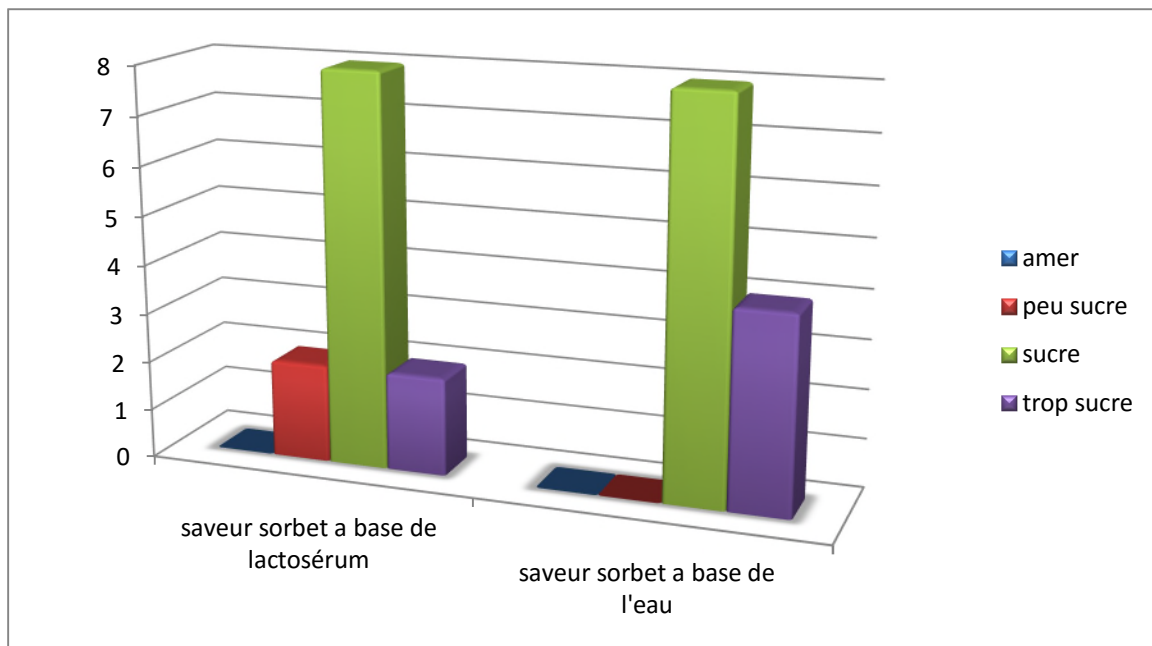
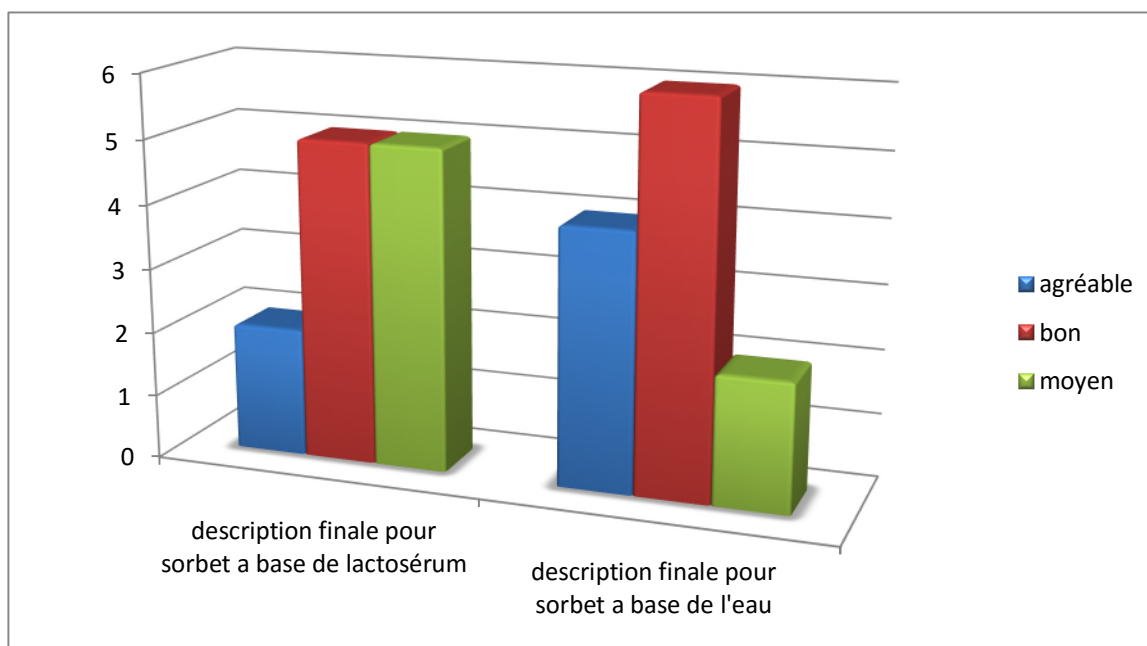


Figure.10 : Saveur du sorbet à base de lactosérum et d'eau.

➤ Description finale

05 personnes du jury de dégustation ont trouvé que le sorbet à base de lactosérum est bon et 5 autres l'ont trouvé moyen alors que le reste du jury (2 personnes) ont jugé que le produit est agréable. D'un autre côté, la moitié du jury de dégustation (6 personnes) ont trouvé que le sorbet à base d'eau est bon alors que 4 personnes l'ont trouvé agréable et les deux restants l'ont jugé comme moyen (**figure. 11**).



Figur.11: Description finale du sorbet à base de lactosérum et d'eau.

Conclusion

Les effluents produits par les unités de production du lait et de fromages sont parmi les rejets les plus polluants pour l'environnement. Cette charge polluante est due à la composition organique et minéralogique de ce type d'effluent. Ceci dit, le lactosérum qui est un des rejets principal des unités laitières, qui représente le 1/3 des effluents, se compose principalement de l'eau, le lactose, en plus des protéines, la matière grasse et les minéraux.

L'essai de valorisation du lactosérum par son incorporation dans des crèmes glacées de type sorbet au lieu de l'eau, principale composé du sorbet, constitue une valeur ajoutée de ce produit fini vu sa richesse en éléments nutritifs. Le but de cette étude était de voir l'impact de l'incorporation du lactosérum sur les qualités microbiologiques, physico-chimiques et organoleptiques de ces crèmes glacées.

D'après la somme des attributs, nous avons constaté que le sorbet produit par incorporation du lactosérum était de qualité acceptable ce qui signifie qu'il est bon à la consommation humaine.

Le test de dégustation, basé sur la comparaison entre le sorbet à base de lactosérum et le sorbet à base d'eau, montre que le produit issu de l'incorporation du lactosérum a été satisfaisant et n'a pas fait l'objet de refus des personnes qui ont testé ce produit fini.

Au terme de cette étude, il faut dire que la production de la crème glacée type sorbet à base de lactosérum va enrichir le produit fini du point de vu nutritionnel en apportant des éléments de haute valeur nutritionnel (protéines, glucides, matière grasse et minéraux) en plus ça fera l'objet d'une facilité de s'en débarrasser par les usines d'origine (fromageries) et constituera une relation gagnant-gagnant avec l'industrie de fabrication et de transformation de glaces qui gagnera sur le prix d'achat de ce sous-produit, comme il peut constituer une base de la protection de l'environnement en évitant son évacuation dans la nature et par conséquent éviter la prolifération accru des micro-organismes nuisibles dans l'environnement.

Comme perspectives de ce travail, nous proposons :

- ✓ d'utiliser le lactosérum doux dans une étude similaire et de faire une comparaison avec le lactosérum acide ;
- ✓ de déshydrater (soit par lyophilisation ou par un autre procédé) le lactosérum et

de l'incorporer dans la préparation de différents types de fromages, de boissons aromatisées et du yaourt ;

✓ de lancer des recherches plus poussées sur les qualités fonctionnelles et sanitaires de ce produit mal connu et non valorisé par les algériens.

Sommaire

Introduction

Etude
bibliographique

Chapitre I

Le

Lactosérum

Chapitre II

Les

Crèmes glacés

Etude
Expérimentale

Chapitre III

Matériels

&

Méthodes

Chapitre IV

Résultats

&

Discussion

Conclusion

*Références
bibliographique*

ملخص

Résumé

Abstract

ملخص

يعتبر مصلى اللبن من مخلفات منتجات الألبان حيث انه غنى بالعناصر المغذية. تعتبر النفايات السائلة ملخفا لخسائر اقتصادية ضخمة. يهدف هذا العمل إلى تثمين مصلى اللبن السائل من خلال دمج في صناعة نوع من الأيس كريم المتمثل في شربات. أجرينا تحاليل فيزيائية وكيميائية ومكروبيولوجية وحسية لتحديد جودة المنتج النهائي. النتائج الملحوظة و المتمثلة في الحموضة راجعة إلى أصل مصلى اللبن الحامض المستخدم. كان التحليل الميكروبيولوجي لشربات المصنوعة من مصلى اللبن تتوافق مع القانون الجزائري وذات نوعية مقبولة مع مجموعة من السمات التي تساوي 0.4 . أظهر اختبار طعم (نسيج ، نكهة والطعم و الملاحظة البصرية) المصنوع من طرف أشخاص غير مدربين قبول المنتج من قبل لجنة التحكيم من خلال تسجيل نتائج التقييم متطابقة تقريبا مع شربات أعدت من الماء.

الكلمات الرئيسية : مصلى اللبن ، والتقييم ، شربات ، الجودة الميكروبيولوجية والجودة الفيزيائية والكيميائية ، تذوق.

RESUME

Le rejet du lactosérum considéré comme un sous-produit laitier riche en élément nutritifs, dans les effluents constitue une perte économique énorme résumé ce travail vise la valorisation du lactosérum liquide en l'incorporant dans la fabrication les crèmes glacées de type sorbet. Nous avons effectué des analyses physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles afin de déterminer la qualité du produit fini. Le constat fait est que ce produit à une acidité remarquable vu l'origine du lactosérum acide utilisée. L'analyse microbiologique du sorbet à base de lactosérum a été conforme à la législation algérienne et de qualité acceptable avec un ensemble des attributs de 0,4. Le test de dégustation (la texture, la flaveur, le gout et l'aspect visuel) réalisé avec des personnes non entraînés a révélé une acceptabilité de ce produit par ce jury en enregistrant des résultats d'évaluation presque identique que le sorbet préparé à base d'eau.

Mots clés : lactosérum, valorisation, sorbet, qualité microbiologique, qualité physico-chimique, dégustation.

ABSTRACT

The rejection of the whey considered as a dairy by-product rich in element nutritive, in the effluents constitutes an economic loss enormous summary This work aims at the valorization of the liquid whey by incorporating it in the manufacturing the ice creams of type sorbet. We carried out physicochemical, microbiological and sensory analyses in order to determine product quality finished. The made report is that this product has a remarkable acidity considering the origin of the acid whey used. The microbiological analysis of the sorbet containing whey was in conformity with the Algerian legislation and of acceptable quality with a whole of the attributes of 0.4. The test of tasting (texture, the flavor, taste and the visual aspect) realized with people not trained revealed an acceptability of this product by this jury by recording results of almost identical evaluation that the sorbet prepared containing water.

Key words: whey, valorization, sorbet, microbiological quality, physicochemical quality, tasting.

ملخص:

يعتبر مصل اللبن من مخلفات منتجات الألبان حيث انه غني بالعناصر المغذية. تعتبر النفايات السائلة ملخفا لخسائر اقتصادية ضخمة. يهدف هذا العمل إلى تثمين مصل اللبن السائل من خلال دمج في صناعة نوع من الأيس كريم المتمثل في شربات. أجرينا تحاليل فيزيائية وكيميائية ومكروبيولوجية و حسية لتحديد جودة المنتج النهائي. النتائج الملحوظة و المتمثلة في الحموضة راجعة إلى أصل مصل اللبن الحامض المستخدم. كان التحليل الميكروبيولوجي لشربات المصنوعة من مصل اللبن تتوافق مع القانون الجزائري وذات نوعية مقبولة مع مجموعة من السمات التي تساوي 0.4 . أظهر اختبار طعم (نسيج ، نكهة والطعم و الملاحظة البصرية) المصنوع من طرف أشخاص غير مدربين قبول المنتج من قبل لجنة التحكيم من خلال تسجيل نتائج التقييم متطابقة تقريبا مع شربات أعدت من الماء

الكلمات الرئيسية : مصل اللبن ، والتقييم ، شربات ، الجودة الميكروبيولوجية والجودة الفيزيائية والكيميائية ، تذوق

RESUME :

Le rejet du lactosérum considéré comme un sous-produit laitier riche en élément nutritifs, dans les effluents constitue une perte économique énorme. Le résumé de ce travail vise la valorisation du lactosérum liquide en l'incorporant dans la fabrication des crèmes glacées de type sorbet. Nous avons effectué des analyses physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles afin de déterminer la qualité du produit fini. Le constat fait est que ce produit a une acidité remarquable vu l'origine du lactosérum acide utilisé. L'analyse microbiologique du sorbet à base de lactosérum a été conforme à la législation algérienne et de qualité acceptable avec un ensemble des attributs de 0,4. Le test de dégustation (la texture, la saveur, le goût et l'aspect visuel) réalisé avec des personnes non entraînées a révélé une acceptabilité de ce produit par ce jury en enregistrant des résultats d'évaluation presque identiques à ceux du sorbet préparé à base d'eau.

Mots clés : lactosérum, valorisation, sorbet, qualité microbiologique, qualité physico-chimique, dégustation.

ABSTRACT

The rejection of the whey considered as a dairy by-product rich in element nutritive, in the effluents constitutes an economic loss enormous summary This work aims at the valorization of the liquid whey by incorporating it in the manufacturing the ice creams of type sorbet. We carried out physicochemical, microbiological and sensory analyses in order to determine product quality finished. The made report is that this product has a remarkable acidity considering the origin of the acid whey used. The microbiological analysis of the sorbet containing whey was in conformity with the Algerian legislation and of acceptable quality with a whole of the attributes of 0.4. The test of tasting (texture, the flavor, taste and the visual aspect) realized with people not trained revealed an acceptability of this product by this jury by recording results of almost identical evaluation that the sorbet prepared containing water.

Key words: whey, valorization, sorbet, microbiological quality, physicochemical quality, tasting.