

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA - Béjaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de science alimentaire
Spécialité Production et Transformation Laitière



Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

La crème glacée :
Composition et effets sur la santé

Présenté par :

Azzar Mira & Atmani Nesrine

Devant le jury composé de :

Mr. Nabet.N

MCA

Président

Mme. Merzouk.H

MAA

Encadreur

Melle. Touati.N

MAA

Examineur

Année universitaire : 2019 / 2020

Remerciements

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

*En second lieu, nous tenons à remercier très sincèrement notre promotrice **Mme Merzouk** de nous avoir fait l'honneur de diriger ce travail. Nous sommes très reconnaissantes pour la confiance qu'elle nous a témoigné tout au long de ce travail; et aussi pour son orientation ; ces conseils éclairés et ces encouragements au cours de ce travail.*

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce travail en acceptant de l'examiner et de l'enrichir par leurs propositions.

Enfin, nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Avec une énorme joie, je dédie cet humble et modeste travail fait avec un grand amour, sincérité et fierté à :

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, qui éclaire mon chemin, que Dieu te garde pour nous papa.

A ma très chère maman en signe d'amour et de reconnaissance, pour tous les soutiens et les sacrifices dont elle a fait preuve à mon égard.

A ma grande sœur et ma deuxième mère : Nadira qui m'a toujours soutenue moralement et son mari Ahcen ainsi que ces filles Nour el imane et Roudayna.

A ma petite sœur Nihad qui est ma moitié et la bougie de la maison.

A mes frères : Nassim et sa femme Nesrine ainsi que ces enfants Chaima, Mona, Yacine et Yilda ; Hanafi et sa femme Zahra ainsi que ces enfants Imilya et Anes ; Fodil et sa femme Ahlam ainsi que ces enfants Aris et Adam.

A ceux que j'aime beaucoup, qui m'ont toujours soutenus et étaient toujours à mes côtés, mes chers amis spécialement : Dylia, Yousra, Sara, Saadia, Wahib et en particulier Kamal.

A l'homme qui ma offert l'amour et la tendresse, à « Mami » que Dieu le garde pour moi.

A la personne qui a partagé tout le travail, qui a supporté mon humeur au moment de stress, ma camarade et ma meilleure amie Mira.

Toute ma promotion production et transformation laitière 2019/2020.

Je vous dis merci énormément.

Nesrine.

Dédicaces

Je dédie mon travail à la lumière de ma vie, ma source de tendresse ma chère mère « Karima » qui m'a apporté son appui durant toute mes années d'étude et qui a fait tout pour ma réussite, à celle qui m'a donné le courage et la sécurité ; Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte. Tu as fait plus qu'une mère puisse faire pour que ses enfants suivent le bon chemin dans leur vie et leurs études.

Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur. Je le dédie aussi à l'âme de ma très chère grand-mère Randja.

A celui qui a partagé mes enthousiasmes autant que mes moments difficiles, l'homme et l'Amour de ma vie Djilouh.

A mon cher frère adoré Koukou,

A mes deuxièmes chers parents,

A tous mes chers oncles et leurs femmes,

A toutes mes chères tantes et leurs hommes,

A mes chers cousins et cousines,

A toute ma famille Azzar et Allout,

A toutes mes chères amies : Katia ; 3idou ; Lilia ; Kanza ; Celia ; Sarah ; Nesrine ; Zouhra ; Kahina ; Saadia...

A ma camarade et ma chère copine Nesrine qui m'a supporté tout au long de la réalisation du projet surtout au moment de stress.

A toute la promotion PTL 2019/2020.

Mira

Liste des tableaux

Tableau 01 : Composition de la crème glacée.....	07
Tableau 02 : teneurs moyennes en vitamines.....	19

Liste des figures

Figure 01 : Structure schématique de la composition des crèmes glacées.....	05
Figure 02 : Les ingrédients les plus communs dans la glace	08
Figure 03 : Processus de fabrication des crèmes glacées.....	28
Figure 04 : Shéma les différents appareils utilisés dans l'industrie des crèmes glacées.....	33

Liste des abréviations

ESD : Extrait sec dégraissé

FIL : Fédération laitière internationale

HACCP: *Hazard Analysis Critical Control Point*

IDF: Ile de France

SNG: Solides non grasses

UHT: Ultra haute température

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Table des matières

Introduction	01
Chapitre I : Généralités sur la crème glacée	03
I.1. Historique.....	03
I.2. Définition	04
I.3. Les moteurs du développement de l'industrie de la crème glacée	04
I.4. Structure de la crème glacée.....	05
I.5. Types de glace	06
Chapitre II : Composition des crèmes glacées	07
II.1. Composition de la crème glacée	07
II.1.1. Matières premières	07
1.1. Matière grasse.....	08
1.2. Extrait sec dégraissé de lait (ESD)	09
1.3. Sucre	09
1.4. Œufs	10
1.5. Air	10
1.6. Eau.....	10
1.7. Sels minéraux.....	11
1.8. Les vitamines dans les glaces	11
II.2. Additifs	13
II.2.1. Stabilisateurs	13
II.2.2. Émulsifiants	16
II.2.3 Saveurs.....	16
II.2.4. Couleurs et arômes.....	17

II.2.5. Edulcorants.....	17
II.3.6 Acidifiants	18
II.2.7 Epaisissants, gélifiants	18
II.3.Valeur et intérêt nutritionnels	19
Chapitre III : Propriétés des crèmes glacées.....	20
III.1.Digestibilité et appétence des glaces	20
III.2.Les effets des glaces sur la santé.....	20
Chapitre VI : Technologie et packaging des crèmes glacées	24
VI.1.Technologie des crèmes glacées.....	24
VI.1.1Choix des matières premières	24
VI.1.2Mélange et agitation des ingrédients.....	25
VI.1.3 Pasteurisation	25
VI.1.4Homogénéisation	26
VI.1.5 Refroidissement puis maturation physique	26
VI.1.6 Foisonnement.....	26
VI.1.7 Formage	27
VI.1.8 Congélation/surgélation.....	27
VI.1.9 Stockage.....	27
VI.2 Packaging.....	29
VI.2.1 Examen de l’emballage.....	29
VI.2.2 Opération de conditionnement.....	32
VI.2.3 Emballage en vrac	32
Conclusion	34

Introduction

Introduction

L'intérêt de l'industrie alimentaire pour le développement de nouveaux produits ne cesse de croître et devient de plus en plus difficile, en raison de la sensibilisation des consommateurs aux aliments plus sains (**Dias et al., 2015**).

Dans la catégorie de desserts laitiers congelés ; la crème glacée gagne une importance toujours croissante en tant que produit laitier. Sa popularité auprès du consommateur s'explique par ses qualités rafraîchissantes et sa grande valeur nutritive, et auprès du fabricant par les bénéfices qu'offre ce produit rationnellement fait. En outre, le producteur sera satisfait de voir s'ouvrir de nouveaux marchés pour son lait (**Kruijer, 1954**).

Les desserts laitiers congelés sont caractérisés par leur teneur en solides de lait (qui peut ou qui ne peut pas inclure de la graisse) et étant consommé dans l'état congelé et ils sont fréquemment aussi aéré (**Goff et Hartel, 2013**).

La crème glacée est appréciée de tous. Sous l'effet de l'augmentation des revenus et de la prise de conscience des consommateurs en matière de santé, la valeur ajoutée des produits laitiers a connu une augmentation significative au cours des dernières années. L'enrichissement de la crème glacée en nutriments ou autres substances bioactives est très demandé et largement soutenu sur le marché actuel (**Gururaj Patil, Banerjee, 2017**).

Une boule de crème glacée pourrait offrir certains avantages pour la santé. Il contient des vitamines telles que la vitamine B12, B6, D, C et E. C'est également une excellente source de graisses, de protéines et de glucides qui est essentielle à la production d'énergie pour le corps. Il empêche également la formation de calculs rénaux, le syndrome prémenstruel et les sautes d'humeur (**Gururaj Patil, Banerjee, 2017**).

L'investissement dans ce secteur d'activité est forcément porteur d'intérêts. En effet, d'un début modeste, l'industrie de la crème glacée s'est développée au point de devenir une branche importante de notre industrie laitière en Algérie. Ces derniers temps, la consommation de ce produit atteint une moyenne de 30 millions de litre par an, et ce chiffre est en croissance continue, bien que la consommation de ce produit laitier nourrissant et délicieux pourrait être largement augmentée en Algérie et qu'il y a ainsi une excellente occasion de développer cette industrie (**Benarab, 2013**).

Ce travail aborde un vaste sujet, qui fera appel à des connaissances qui concerne plusieurs domaines de recherche, et le but de cette étude est de rassembler les informations disponibles à propos de ce thème.

Nous commençons par une présentation concise des crèmes glacées et une description détaillée des ingrédients ; de leur composition et de leur valeurs nutritives ; de leur propriétés et leur effets sur la santé ; de leur technologie de fabrication et de packaging et on termine par une conclusion.

Chapitre I

Généralités sur les crèmes glacées

1.1 Historique

Les glaces sont des préparations alimentaires relativement ancestrales qui ont connu une évolution parallèle à celle de l'utilisation du froid par les hommes. Pendant plusieurs siècles, durant l'hiver, c'est la neige et la glace qui furent mélangées à des fruits, du miel, de l'eau de rose, etc. En l'an 1292, Marco Polo, de retour de son périple asiatique, rapporte les premières recettes de glaces refroidies par ruissellement sur le récipient contenant le mélange à glacer et d'eau additionnée de salpêtre. En 1530, c'est un Sicilien qui met en pratique les découvertes chinoises, d'où la revendication des «gelati » par les Italiens. Au XVIIe siècle Gérard TIRSAIN, grand cuisinier français au service de Charles Ier, roi d'Angleterre, a eu l'idée d'ajouter à ses glaces du lait et de la crème. En 1673, on recense à Paris pas moins de 250 glaciers et la vogue s'étend à différentes grandes villes européennes. En 1785, Bonaparte, grand amateur de glaces, fréquente le célèbre café PROCOPE à Paris qui compte plus de quatre-vingts variétés de glaces et de sorbets. Produits réservés au départ à la cour des rois, puis à la noblesse, la révolution aidant, la glace peu à peu se démocratise. **(Boutonnier ; 2001)**. En 1846, une ménagère américaine, Nancy JOHNSON, invente l'une des premières machines à glace à manivelle baptisée sorbetière, tandis que Jacob FUSSEL en 1857 crée le premier atelier de fabrication de crèmes glacées à Baltimore. La véritable première grande usine de crèmes glacées au monde est lancée aux USA en 1864 sous le nom de HORTON Ice Cream and Co. **(Boutonnier ; 2001)**.

En 1870, l'Allemand Karl VON LINDE met au point un compresseur frigorifique, suivi en 1880 par le Français Ferdinand CARRE, qui lui, découvre le principe de la production de froid par vaporisation de l'ammoniaque. En 1921, un glacier de l'Iowa lance le premier chocolat glacé qu'Harry BUST présente sur bâtonnet à partir de 1923. Le freezer réfrigéré par compression et expansion d'ammoniaque dans la chemise du cylindre de congélation, ramène la durée de congélation à 5 ou 6 min. C'est en 1924, qu'en France s'ouvre la première usine de crème glacée de conception américaine, et le freezer en continu révolutionne l'industrie de la crème glacée. Le premier décret définissant les glaces, crèmes glacées et sorbets est promulgué en France en 1937, et le 1er janvier 1996, les industriels glaciers publient le premier guide européen des bonnes pratiques définissant notamment la composition des produits, c'est le code Euro-glaces. En 1999, un équipementier allemand commercialise un extruder de crème glacée à basse température qui permet de ce fait de supprimer le tunnel de surgélation **(Boutonnier ; 2001)**.

1.2. Définition

Les glaces de consommation sont des denrées alimentaires sucrées obtenues à partir d'une émulsion de matières grasses et de protéines avec adjonction d'autres ingrédients ou substances, soit d'un mélange d'eau, de sucres et d'autres ingrédients et qui ont été soumises à la congélation et sont destinées à l'entreposage, à la vente pour la consommation humaine selon le codex alimentarius (**Aliou , 1994**).

Les crèmes glacées désignent exclusivement les produits obtenus par congélation d'un mélange pasteurisé de lait, de crème et de sucres, parfumées avec des fruits, des jus de fruits ou des arômes naturels ; on considère aussi la crème glacée comme une mousse partiellement congelée contenant 40 à 50% d'air en volume (**Mahaut et al., 2000**).

Techniquement parlant, c'est un mélange hétérogène, à la fois émulsion, gel, suspension et mousse, dont la cohésion est maintenue par des conditions particulières (**Luquet et Deveaux ,1991**).

1.3. Moteurs de développement de l'industrie de la crème glacée

L'innovation, principal relai de croissance pour les acteurs, peut prendre plusieurs formes : renouvellement des parfums, nouveaux formats ou encore nouveaux concepts. Une autre opportunité sur le marché est le développement de produits bio, qui est difficile pour les acteurs industriels et se répercute nécessairement sur les prix (**Anonyme I**).

Développement des stratégies d'innovations : Saison après saison, l'innovation est le facteur clé du succès permettant au marché de la glace de réaliser près de trois quarts de ses gains ; une contribution à la croissance quatre fois plus importante que sur celle des autres produits de grande consommation (**Anonyme I**).

Les industriels jouent sur l'originalité et la gourmandise ; sélectionnent soigneusement des ingrédients ; et développent des nouveaux parfums, des nouveaux packagings, des nouvelles recettes pour enfants sans arômes et colorants artificiels, et enfin des glaces du haut de gamme et du bio (**Anonyme I**).

Ces innovations ont permis de recruter en majorité de nouveaux acheteurs, apportant ainsi de l'incrémental à la catégorie. Les consommateurs étant de plus en plus attentifs à la composition et à l'origine des produits alimentaires. (**Anonyme II**).

I.4. Structure de la crème glacée

La crème glacée se compose d'eau, d'air, de sucre, de matière grasse laitière, de solide non gras du lait, d'édulcorants, de stabilisant, d'émulsifiant et d'agents aromatisants (**Goff et Hartel, 2013**). Sur le plan physico-chimique la structure de la crème glacée est extrêmement complexe puisque l'on trouve les trois états de la matière. Par ailleurs, sa richesse en air et en eau fait d'elle un produit intéressant économiquement pour le fabricant et séduisant pour le consommateur, 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, et l'ingérer à une température inférieure à 0 °C (**Boutonnier, 2001**).

Voici une structure qui montre la composition des crèmes glacées (figure 1)

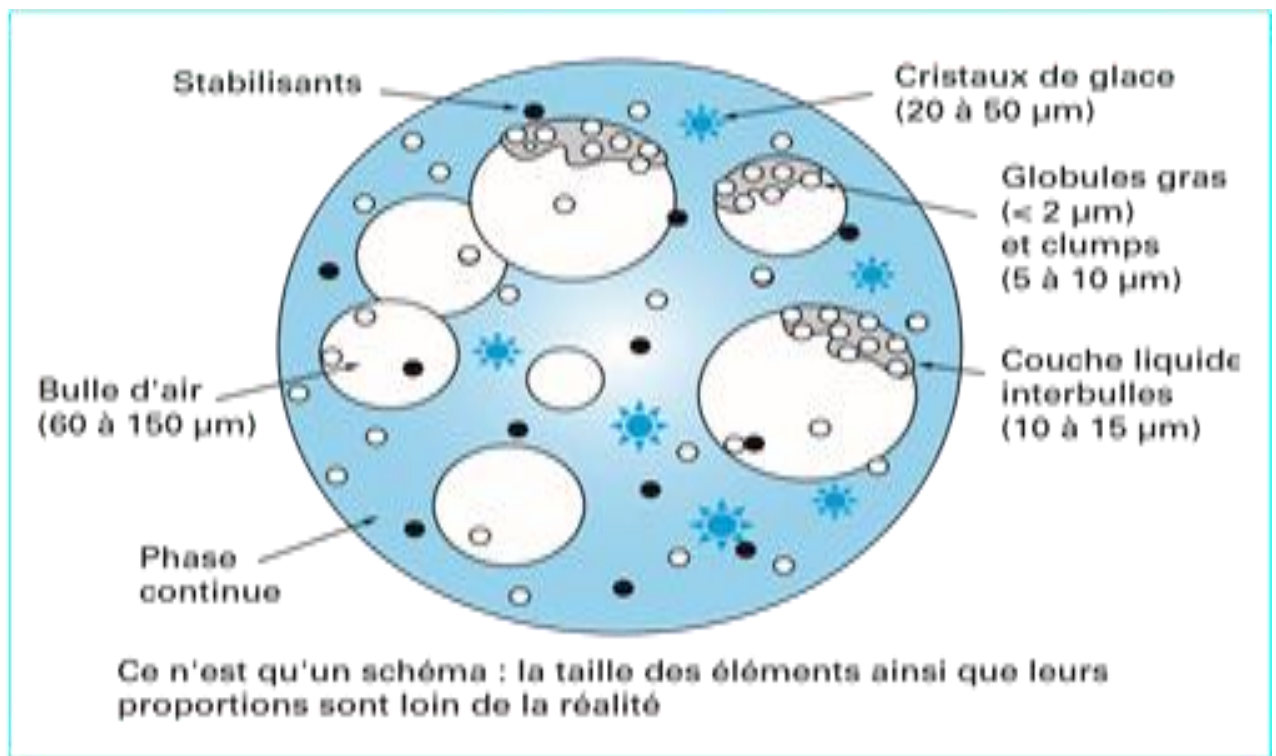


Figure 1 : Structure schématique de la composition des crèmes glacées (**Boutonnier, 2001**).

1.5. Types de glaces

On peut classer les glaces en 5 sortes selon l'association des composants lactés et des ingrédients autorisés (Declercq et Vlegels, 2007).

- **La crème glacée** : Glace à la crème ou "Ice-cream" désigne exclusivement le produit obtenu par congélation d'un mélange pasteurisé de lait, de crème et de sucres, parfumé avec des fruits, des jus de fruits ou des arômes naturels.
- **Glace à l'eau** : Elle est faite à partir de jus de fruit dilué et de sucre, les colorants et les arômes peuvent également être ajoutés. La glace à eau peut être congelée avec ou sans incorporation d'air et peut être aussi durcie ou semi-congelée (Varnam, 2012).
- **Lait glacé** : Il s'agit d'un produit congelé obtenu à partir d'une combinaison de produits laitiers, de sucre et d'un ou plusieurs autres ingrédients similaires à ceux couramment utilisés dans la fabrication des glaces. Il est fait pour contenir une teneur en matières grasses laitières supérieure à celle qui est spécifiée par la loi pour les sorbets et que celle nécessaire pour la crème glacée (Board, 2005).
- **Sorbet** : est le produit obtenu par congélation d'un mélange d'eau potable, de sucre, aromatisé à l'aide de fruits frais, congelés ou lyophilisés, ou d'un jus de fruit.
- **Glace** : La dénomination de la glace s'applique aux produits contenant d'autres graisses que celle du lait, par exemple du lait d'amande ou de la graisse de coco, ou lorsque les prescriptions minimales de la crème glacée et de la glace au lait ne sont pas respectées (Declercq et Vlegels, 2007).

Chapitre II

Composition des crèmes glacées

II.1. Composition de la crème glacée

Une composition typique de crème glacée est composé d'environ 12% de matière grasse du lait ; 10% solide non gras de lait ; 14% de sucre ; 0.35% de stabilisateur ; 63% d'eau et de 70 à 100 % approximativement "d'overrun"(air introduit). Les stabilisateurs et émulsifiants n'excédant pas 0.55 par le poids et le produit ne contiendra pas moins de 10% de matière grasse du lait, 3.5 % de protéine et 36 % de solides totaux (**Charbel, 2013**).

Les ingrédients de la crème glacée existent dans trois états : les graisses et les cristaux de glace comme solides, la matrice comme liquide et l'air comme un gaz. Les cristaux de glace, les gouttelettes de graisse et les bulles d'air sont dispersés dans la phase de matrice continue composée de suspensions stabilisantes, de sucre et de protéines (**Alvarez, 2009**).

La composition de la crème glacée est englobée dans le tableau suivant

Tableau 01 : Composition de la crème glacée (**Berger et al., 1972**).

Air	50-55% (volume) (0,05% en poids)
Eau	60% (en poids)
Matières grasses	6 à 12% (en poids)
Extrait sec dégraissé(Lait)	7,5 à 11,6% (en poids)
Sucre (Sirop de saccharose et glucose)	13 à 18% (en poids)
Stabilisants	0,5% (en poids)
Emulsifiants	0,3% (en poids)
Arômes, colorants	Traces

II.1. Matières premières

Les constituants structuraux : eau, lipides, protéines, glucides et sels minéraux, en raison soit de leur non miscibilité soit de leur état physique génèrent trois types d'interface : solide/air, solide/liquide et air/liquide. Chaque constituant a un rôle essentiel dans l'élaboration, la conservation et la texture finale du produit (**Jeantet et al., 2008**).

La structure qui montre les ingrédients qu'on trouve dans la crème glacée (figure 2).

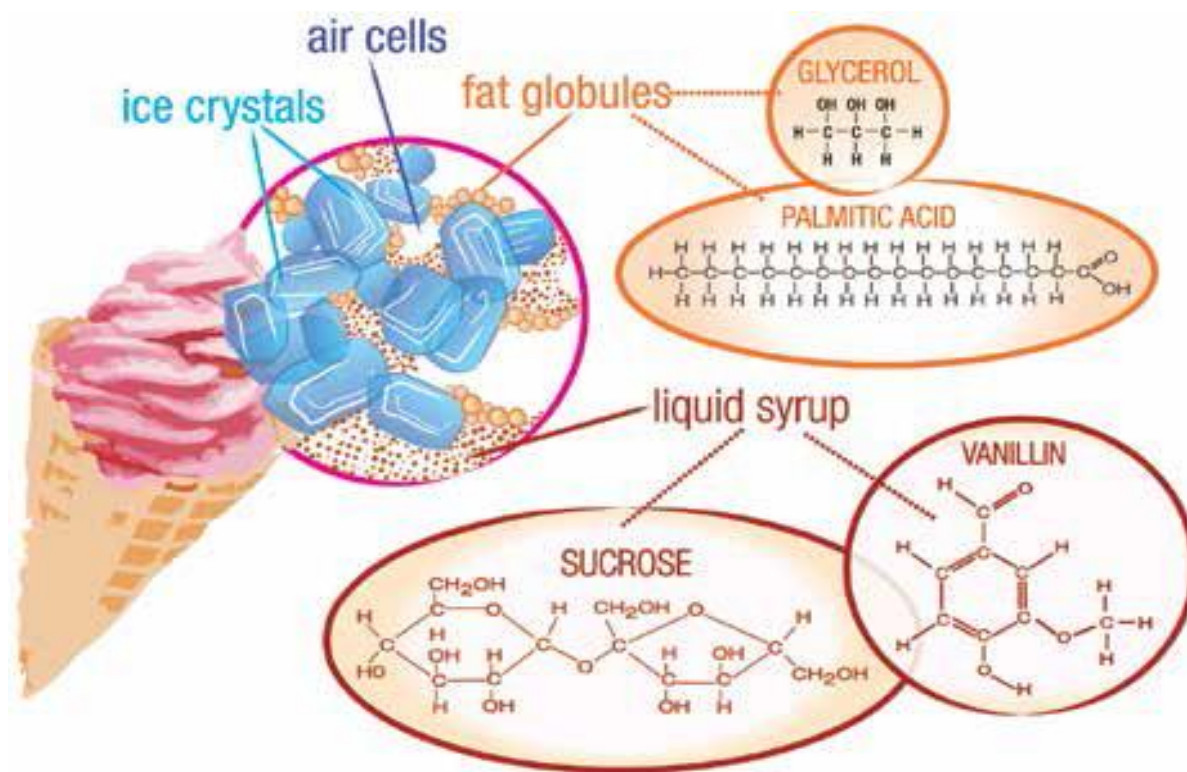


Figure 2 : Les ingrédients les plus communs dans la glace (Rohrig, 2014).

II.1.1 Matière grasse

Elle est exclusivement d'origine laitière. Dans de nombreux pays, seule la matière grasse butyrique est autorisée. La matière grasse peut provenir : du lait (liquide ou en poudre) ; de la crème ; ou du la matière grasse anhydre.

L'utilisation du lait liquide ou de la crème permet d'obtenir des produits présentant des qualités organoleptiques supérieures (Jeantet et al., 2008).

La présence de la matière grasse dans la crème glacée présente de nombreux avantages tels que la stabilisation de la mousse, la réduction de la vitesse de foisonnement, l'amélioration de la texture de corps et la flaveur du produit fini, ainsi que l'accroissement de sa valeur énergétique (Boutennier, 2000).

II.1.2 Extrait sec dégraissé du lait (ESD)

La matière sèche dégraissée d'origine laitière représente environ 10% de la masse de la crème glacée. Elle peut être apportée sous diverses formes :

- lait écrémé ou concentré ;
- lactosérum déshydraté ;
- caseinâtes de sodium, de calcium ;
- protéines de lactosérum concentrées par ultrafiltration ;
- lactoreplaceurs.

Une augmentation de la teneur en matière sèche dans une grande résistance à la fonte en rendant la crème glacée plus compacte et crée une texture plus fondante car la quantité d'eau à congeler est moins importante. Certains auteurs ont confirmé que le diamètre des cristaux est inversement proportionnel à la teneur en matière sèche.

Cependant, une teneur trop élevée en extrait sec dégraissé du lait peut provoquer une cristallisation du lactose conduisant à un sablage (**Mahaut et al., 2000**).

II.1.3 Sucre

Les sucres les plus utilisés sont le sirop de glucose, le saccharose et le fructose : ils représentent en général 16% à 20% de la masse de la crème glacée (**Jeantet et al., 2008**). Ils jouent un rôle très important sur la quantité d'eau liée c'est-à-dire non disponible pour la congélation (**Boutonnier, 2001**). Autrement dit, une augmentation de la teneur en sucre abaisse le point de congélation et donc une diminution de la proportion d'eau congelée ainsi qu'une augmentation de la viscosité inhibant la croissance des cristaux de glace (**Jeantet et al., 2008**).

II.1.4 Œufs

Ils sont utilisés que dans la fabrication de la glace aux œufs. Pour les autres catégories de glace ou crème glacée, l'œuf est remplacé par des émulsifiants de moindre coût (**Jeantet et al., 2008**).

II.1.5 L'air

L'air, qui est incorporé à débit variable dans le mix, est filtré. Il remplit plusieurs rôles principaux. C'est ainsi que lorsque le taux de foisonnement augmente, on constate une réduction de la taille des cristaux de glace et des bulles d'air, ce qui contribue à une amélioration de la texture du produit fini. La présence d'air dans les glaces permet d'alléger la valeur énergétique de celle-ci, de même que leur prix de revient. L'air étant un isolant thermique, il confère à la glace une meilleure résistance à la fonte lors d'une élévation de la température et procure une moindre sensation de froid, qui est désagréable lors de la dégustation. Enfin, il faut souligner car, c'est remarquable, que les crèmes glacées ou les sorbets sont les seuls produits surgelés que l'on peut fabriquer, à une température négative et que l'on peut consommer sans décongélation préalable. Les glaces à l'eau qui n'incorporent pas d'agents moussants dans leur formulation ont un taux de foisonnement relativement faible de l'ordre de 25 à 30% (**Boutonnier, 2001**).

II.1.6 Eau

Celle-ci est également indispensable, car son rôle de solvant permet à l'eau de solubiliser l'extrait sec dégraissé lactique ainsi que les sucres, ensuite son rôle de dispersant facilite l'émulsification de la matière grasse. En outre, son passage partiel de l'état liquide à l'état solide et la création de réseaux solides cristallins permet une stabilisation de la structure physicochimique complexe des glaces. Par ailleurs, elle doit être d'excellente qualité bactériologique afin de ne pas véhiculer les germes microbiens. Néanmoins, une quantité d'eau excessive dans le mix va affecter de manière significative, à la fois la qualité

organoleptique (sensation en bouche) et la stabilité du produit fini (accélération de la vitesse de fonte en raison d'une quantité d'eau libre excessive) (**Boutonnier, 2001**).

II.1.7 Sels minéraux

Les sels minéraux construisent une variété d'éléments inorganiques qui sont essentiels pour la croissance. Les éléments indispensables tel que le calcium, le phosphore, le magnésium, le sodium, le potassium et le soufre, sont appelés les macroéléments. Le lait et les produits laitiers comme les glaces sont les sources les plus riches en calcium, phosphore et d'autres minéraux essentiels dans la nutrition adéquate. Les quantités de calcium dans le lait et dans la glace sont 0,118g et 0,132g/100g, respectivement, les quantités de phosphore sont respectivement 0,093g et 0,105g. Les minéraux transmettent un goût légèrement salé, qui complète le goût de la glace finie (**Deosarkar et al., 2016**).

II.1.8 Les vitamines

Les vitamines sont des substances organiques, qui sont exigées par le corps pour son métabolisme et ne peuvent pas être synthétisées en quantités suffisantes. Les vitamines sont divisées en deux groupes : les vitamines liposolubles tel que : les vitamines A, D, E et K, et les vitamines hydrosolubles tel que : B1 ou la thiamine, B2 ou la riboflavine, B6 et B12 ; sans lesquels, la croissance normale et la santé ne peuvent pas être maintenues.

Le lait et les produits laitiers représentent une source riche en vitamines essentielles (**Deosarkar et al., 2016**).

II.1.8.1 Les vitamines liposolubles dans la glace

- ✓ **Vitamine A** : La glace est une source excellente de cette vitamine. Elle est essentielle pour la croissance et le fonctionnement normal de la rétine. Son manque a pour résultat la cécité nocturne et folliculaire kératoses.
- ✓ **Vitamine D** : La glace contient une faible quantité de cette vitamine. Elle est particulièrement nécessaire durant l'enfance afin d'éviter le rachitisme.
- ✓ **Vitamine E** : la glace est une source équitable de cette vitamine, elle contient d'environ 3 mg/kg. Cette vitamine agit comme un antioxydant pour les acides gras.

- ✓ **Vitamine K** : elle est nécessaire pour la formation de prothrombine, qui prévient le saignement en coagulant le sang. Sa concentration est très basse dans le lait, la pasteurisation et l'évaporation les détruisent (Deosarkar et al., 2016).

II.1.8.2 Les vitamines hydrosolubles

- ✓ **Vitamine B1 (thiamine)** : la glace contient une moyenne de 0,48 mg/kg. Elle est essentielle pour le métabolisme convenable et la santé. Son manque provoque le béribéri, qui est manifesté par la perte de l'appétit, l'inquiétude, l'épuisement et l'irritabilité. Dans certain cas, cela peut provoquer des désordres nerveux ou une dilatation du cœur.
- ✓ **Vitamine B2 (riboflavine)** : est une vitamine essentielle alimentaire pour les humains. La glace est une bonne source de riboflavine, en contenant une moyenne de 2,3 mg /kg. Son manque provoque des lésions de l'œil et la bouche.
- ✓ **Vitamine B6 (pyridoxine)** : c'est un coenzyme important dans le métabolisme des acides aminés. Son manque peut provoquer l'anémie, la dermatite, les convulsions et un taux de croissance diminué, La glace contient une moyenne de 0,0047 mg/kg.
- ✓ **Vitamine B12 (cyanocobalamin)** : cette vitamine à la structure complexe, elle est unique parmi les vitamines. C'est un métabolisme essentiel pour une large variété des organismes. La glace contient une moyenne de 0,0047 mg/Kg. Son manque peut produire l'anémie et la dégénération de la moelle épinière.
- ✓ **Vitamine C (acide ascorbique)** : il est largement distribué dans les tissus. Il est abondamment trouvé dans les fruits, jus des fruits et les légumes feuilles vertes. Ces vitamines agissent comme un facteur antiscorbutique dans la prévention de scorbut. Les glaces est une excellente source de cette vitamine. La glace contient 3mg/kg. (Deosarkar et al., 2016).

II.2 Additifs

II.2.1 Stabilisants

Sont des substances naturelles ou synthétiques de poids moléculaire élevé, à propriétés hydrophiles. Ils ont pour objectif de stabiliser l'émulsion et lui confère sa texture. Ce sont des gommés naturelles d'origine marine extrait d'algues ; d'origine terrestre extrait de graines (caroube gomme, guar gomme) ou de fruits (pectine) ; d'origine animale (gélatine). L'addition des stabilisants dans les crèmes glacées est nécessaire car ils permettent d'améliorer la viscosité du mix et facilitent l'incorporation de l'air lors du foisonnement, ils permettent également par leur fixation à la surface des cristaux de glace d'inhiber leur croissance et d'obtenir ainsi une crème de texture douce et agréable (**Luquet et Deveaux, 1991**). Ils apportent une meilleure texture et résistance aux contraintes thermiques (**Mahaut et al, 2000**).

II.2.1.1 Fonction des stabilisateurs

Les stabilisants 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. 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. Ils contribuent au foisonnement, et améliorent la consistance et résistance aux fluctuations de température.

La principale raison de leur usage est leur capacité de contrôler la taille des cristaux de glace pendant la congélation et le stockage qui est très important pour la texture finale du produit (**Edgar et Montes, 2002**).

La quantité et le type de stabilisant utilisé dans la crème glacée dépend de plusieurs facteurs :

- Rapport du mélange et du lait à utiliser ;
- Temps de traitement et pressions d'air raisonnables ;

-Les conditions de stockage déterminent également l'efficacité des stabilisants.

Un stabilisant de 0,1 à 0,5% est couramment utilisé dans le produit de la crème glacée. Les crèmes glacées à haute teneur en matières grasses et solides non gras ainsi que les produits traités à ultra haute température (UHT) nécessitent beaucoup moins de stabilisant que les autres. La raison est que des teneurs élevées en matières grasses et en solides non gras augmentent la viscosité du produit et améliorent la stabilité du produit. De même, le traitement UHT améliore également la stabilité du produit et donc diminue les besoins en stabilisant. Les stabilisants doivent avoir une saveur propre et agréable, ne doivent pas coller aux autres particules, favoriser une bonne fusion du produit et conférer une bonne texture lorsqu'ils sont consommés. Bien qu'ils soient naturels en vertu de la législation européenne, ils sont supposés être des additifs alimentaires. Le meilleur stabilisant doit être non dangereux, doit déjà être dispersé dans la crème glacée, et ne doit pas changer sa viscosité ou lui procurer de taches, par contre, il ne doit pas donner de saveur ni affecter les caractéristiques requises de la crème glacée (Syed, 2016).

II.2.1.2 Impact des stabilisateurs

➤ Impact des stabilisateurs sur les propriétés rhéologiques

Une texture lisse et une sensation de refroidissement, sont les attributs les plus recherchés dans la crème glacée pendant leur consommation.

La viscosité, qui est l'une des propriétés rhéologiques les plus importantes du mélange de la crème glacée ; elle est définie par la composition du mélange, en particulier la teneur et le niveau du stabilisant.

Bien qu'il soit généralement admis que la viscosité du mélange est importante pour conférer les qualités souhaitables de la crème glacée, les paramètres rhéologiques spécifiques requis ne sont pas bien compris. Généralement, la viscosité augmente, la résistance à la fusion et la douceur de la texture augmentent, mais le taux de fouettage diminue (Syed, 2016).

➤ Impact des stabilisateurs sur la séparation de phases

Comme presque la plupart des polysaccharides d'intérêt commercial sont incompatibles avec les protéines du lait en solution, une séparation de phases se produit ; entraînant un changement de comportement fonctionnel des protéines et des polysaccharides, une séparation visuelle d'un sérum clair et une perte de qualité agréable dans le produit. Ce

problème, qui peut être attribué à un mécanisme de floculation de déplétion, est un problème particulièrement apparent dans les mélanges de la crème glacée molle pendant un stockage de repos allant jusqu'à 3 à 5 semaines (Syed, 2016).

➤ **Impact des stabilisateurs sur l'augmentation du volume**

Les crèmes glacées sont généralement aérées et caractérisées comme des mousses congelées. L'augmentation du volume de la crème glacée est le rôle des stabilisateurs, provoqué par l'augmentation de la viscosité et le maintien des bulles d'air. La quantité d'air dans la crème glacée est importante car elle influe sur la qualité et les bénéfices mais aussi en raison des normes légales à respecter. En outre, la structure de la cellule à air s'est révélée être l'un des principaux facteurs influençant sur la vitesse de fusion, la rétention de forme pendant la fusion et les propriétés rhéologiques à l'état fondu (Syed, 2016).

➤ **Impact des stabilisateurs sur les caractéristiques sensorielles**

Les stabilisateurs affectent le profil sensoriel du produit. Même s'il y a de nombreuses rumeurs qui circulent à ce sujet, les stabilisateurs ont une incidence sur la perception de la texture et la sensation en bouche des glaces (Syed, 2016).

Une étude de cas a été réalisée et a donné les résultats suivants :

Glaces contenant 0,25% de gomme xanthane

- Une meilleure pseudoplasticité
- Meilleure libération des arômes

Glaces contenant 0,3% d'alginate de sodium

- Viscosité plus élevée
- Meilleure perception de la pseudoplasticité
- Meilleure texture
- Faible fusion
- Prolongation de la durée de conservation
- Amélioration de la qualité

II.2.1.4. Inconvénients causés par les stabilisateurs

Même si les stabilisants ont un rôle utile dans les émulsions laitières, leur utilisation excessive peut générer des obstacles. Ces restrictions comprennent:

- Séparation de phases.

- Changement du comportement fonctionnel des protéines.
- Corps plus lourd et détrempe.
- Texture plus lourde et graisses lourdes agglomérées.
- Sujette à l'oxydation.
- Faible teneur en matières grasses et fusion plus lourde.
- Mélange inapproprié et apparition des petits cristaux de structure glacée (Syed, 2016).

II.2.2. Emulsifiants

L'émulsifiant est un autre composant tensioactif présent dans la crème glacée (Alvarez, 2009). Les deux types d'émulsifiants couramment utilisés, mono et/ou di-glycérides, et esters de sorbitanéthoxylés ou non, 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. Ce phénomène est à l'origine de l'aspect sec désirable de la glace, de l'amélioration de la capacité de foisonnement, de la texture, et de la résistance au choc thermique (Edgar et Montes, 2002).

Leur rôle principal est d'abaisser la tension superficielle entre les phases non miscibles et de favoriser la répartition uniforme des globules gras dans le mix, améliorant ainsi la texture et le foisonnement, ils se localisent à l'interface de la phase aqueuse et de la phase hydrophobe (air). Associés aux protéines, ils forment un film autour du globule gras et empêchent leur coalescence, favorisant ainsi la répartition de la matière grasse dans l'eau (Mahaut et al, 2000). Les émulsifiants sont utilisés aussi pour favoriser cette déstabilisation/coalescence partielle permettant ainsi la distribution et le développement des bulles d'air stables (Barfod et Sparso, 2007).

II.2.3. Appréciation de la saveur

La crème glacée arrivant chez le consommateur doit avoir un aspect lisse et ferme, et la couleur, sans être trop vive, doit correspondre au goût. La structure doit être résistante, bien visqueuse, sans pourtant devenir trop dure. Cette fermeté dépend surtout de la façon dont les cristaux de glace se sont formés. Ces cristaux doivent être de petites dimensions, pour obtenir un mélange bien proportionné, le processus de congélation et bien dominé. Bien que la

température de la crème glacée arrivant chez le consommateur soit aux environ de 12° C, la sensation à la dégustation ne doit pas être trop froide.

La crème glacée fondante doit avoir un aspect crémeux, assez visqueux (**Tierie, 1951**).

II.2.4. Couleurs et arômes

- **Colorants** : L'emploi des colorants est très limité : ils peuvent être d'origine naturelle (β -carotène, caramel, cochenille, indigotine, chlorophylle, etc.) ou d'origine organiques de synthèse (tartrazine, jaune, orange etc.) (**Mahaut et al ; 2000**).

La fabrication industrielle des aliments demande souvent qu'on les colore pour répondre aux attentes réelles des consommateurs. Cela doit cependant être accompagné d'une vigilance pour que la coloration ne serve pas à masquer un défaut et d'une éducation du public pour qu'il exige plutôt un bon goût qu'une coloration intense (**Manchon, 1998**). Les colorants sont des additifs qui donnent à la crème glacée une apparence attrayante et améliorent la couleur des aromatisants de fruits. Le colorant est généralement ajouté sous la forme concentrée (**Pascal, 1998**).

- **Aromatisants** : Les arômes sont ajoutés pour augmenter l'acceptabilité et améliorer la qualité sensorielle d'un produit alimentaire (**Pruthi, 1999**). Ils peuvent être apportés par les fruits, des arômes naturels ou synthétisés, ils confèrent au produit fini un parfum particulier et tous les arômes artificiels doivent être signalés sur l'emballage (**Aliou, 1994**). Il est possible d'ajouter les aromatisants au stade du mélange. Si l'aromatisant a la forme de gros morceaux comme le nougat, la noix ou les fruits, ils sont ajoutés lorsque le mélange est congelé (**Pascal, 1998**).

II.2.5. 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**). Ils sont utilisés sous forme de sirops, de poudre ou cristallisés comme :

Le saccharose, le dextrose, le sirop de maïs, les maltodextrines ou divers hydrolysats d'amidon (**Luquet ; 1991**).

Les édulcorants permettent de maintenir le plaisir du goût sucré tout en limitant l'apport énergétique par rapport aux produits traditionnels (**NORDMANN, 1998**).

II.2.6. Acidifiants

La correction du pH du milieu peut être réalisée par addition d'acides organiques ou de leur sel. C'est ainsi que les correcteurs d'acidité suivants sont autorisés : l'acide citrique (E330) ainsi que ses sels tels que les citrates de sodium (E331), de potassium (E332) ou de calcium (E333) (**Dudez et al, 2017**).

II.2.7. Epaississants, gélifiants

Dans le but de diminuer la quantité d'eau libre congelable dans les préparations, on peut recourir à l'emploi de ces agents texturants. La réglementation permet l'usage de nombreux additifs tels que les alginates de sodium, de potassium et d'ammonium, l'agar-agar, la farine de graine de caroube, la farine de graines de guar, la pectine, les carraghénanes, la gomme xanthane et carboxy-méthyl-cellulose. Afin de renforcer le rôle des épaisissants et des gélifiants, entre autres, on peut ajouter du phosphate tricalcique ainsi que certains phosphates en raison de leur fort pouvoir de liaison et de rétention de l'eau (**Lapointe-vignola, 2002**).

II.3. Valeur et intérêt nutritionnel

La crème glacée a la même valeur nutritionnelle du lait avec quelques calories supplémentaires liées à l'ajout de sucre, de fruits et d'autres ingrédients. En termes de volume, la crème glacée est constituée principalement de l'air, ce qui réduit le taux de calories par volume. En plus, le plaisir de manger de la crème glacée doit également être pris en compte pour le bien-être, entre autres, la crème glacée est un aliment que les États-Unis rendent disponible à son personnel de service presque partout dans le monde (**Patton ; 2004**).

Les teneurs en vitamines des glaces varient selon la composition des formules, mais aussi selon les traitements technologiques mis en œuvre dans l'élaboration de chacun des ingrédients (tableau 02).

Tableau 02 : teneurs moyennes en vitamines ; résultats exprimés en mg /100g (**Luquet, 1991**).

Vitamine A	Vitamine B1	Vitamine B2	Vitamine C	Niacine	Vitamine E
0.07-0.16	0.03-0.00	0.20-0.30	1 à 1.5	0.1	0.3

Chapitre III
Propriétés des crèmes glacées

III.1. Digestibilité et appétence des glaces

La glace est considérée comme un aliment idéal pour les gens qui souffrent de maladies d'estomac, de colon, de gorge, ou des problèmes digestifs et même quand d'autres aliments ne peuvent pas être pris. Il y a plusieurs raisons de soutenir ce point de vue : le goût doux, la texture lisse et la fraîcheur et toutes ces caractéristiques rendent ce produit laitier glacé une nourriture extrêmement savoureuse.

Son haut appétence stimule l'écoulement du suc digestif, et cela améliore la digestion.

De plus, l'homogénéisation employée dans sa fabrication facilite la digestion comme c'est le cas avec le lait homogénéisé (**Deosarkar et al., 2016**).

III.2. Les effets des glaces sur la santé

La crème glacée est précieuse pour ses protéines de haute qualité et son calcium facilement assimilable. Elle apporte de nombreux nutriments et peut apporter une contribution utile et agréable à l'apport énergétique quotidien dans une alimentation saine et équilibrée. Les avantages pour la santé de la crème glacée sont nombreux puisqu'en plus de fournir de l'énergie, c'est une source de beaucoup de vitamines et de minéraux et réduit les sautes d'humeur. En effet, la crème glacée est une excellente source de nutriments et contient en plus de la vitamine C, E, D, B6 et B12 de la vitamine K. La présence de vitamine K fluidifie le sang et prévient les risques de coagulation sanguine. C'est une excellente source de niacine, d'antioxydants, de riboflavine et de thiamine. Il aide à stimuler un système immunitaire et favorise les fonctions des nerfs et des organes (**Gururaj Patil, Banerjee, 2017**).

La crème glacée est aussi considérée comme une excellente source d'énergie. Elle contient également une bonne quantité de graisses, de glucides et de protéines pour la formation d'énergie. Les quantités modérées de crème glacée n'entraîneront pas de gain de poids (**Gururaj Patil, Banerjee, 2017**).

C'est une excellente source de phosphore et de calcium qui contribuent à la santé des dents et des os. Il stimule la santé cardiovasculaire et les fonctions des reins. En cas de carence en phosphore, le corps ne pourra pas absorber le calcium. Il maintient également la santé des articulations et prévient les risques de syndrome prémenstruel.

Il contient un composé qui favorise la formation de thrombotonine qui empêche les sautes d'humeur et améliore l'humeur. Cela abaisse le niveau de stress. Il apaise le système nerveux, favorise le cerveau et prévient les risques d'insomnie. De tous les aliments, c'est peut-être la glace qui produit l'effet le plus apaisant. Les crèmes glacées riches en protéines augmentent les chances de stimuler les niveaux de tyrosine dans votre cerveau. La tyrosine est un neurotransmetteur qui augmente les niveaux de dopamine et de norépinephrine (**Ray, 2011**). Le développement de nouvelles variétés de glace ayant des attributs fonctionnels bénéfiques et l'intérêt du segment du public soucieux de sa santé devrait s'accroître dans les jours à venir dans les pays en développement. Les variétés évoquées ci-dessus dans cette étude devraient créer de nouvelles tendances sur les marchés mondiaux dans les jours à venir. Les variétés de crème glacée à base de soja, de spiruline, de produits photochimiques, de probiotiques et de matières grasses maigres, etc. devraient connaître une demande accrue et faire l'objet de publicité pour leurs propriétés favorables à la santé (**Gururaj Patil, Banerjee, 2017**).

Plusieurs communautés à travers le monde et instituts de recherche ont montré un vif intérêt et une forte demande pour des glaces enrichies avec des nutriments ou des substances bioactives supplémentaires (**Gururaj Patil, Banerjee, 2017**) :

- Des tentatives ont été faites pour faire de la glace un aliment fonctionnel par l'incorporation de prébiotique comme l'insuline et les Fructooligo-saccharides (FOS) sont largement exploités comme substituts du sucre probiotiques, ce qui présente plusieurs avantages supplémentaires, comme l'amélioration de la santé du consommateur et de la valeur nutritionnelle du produit ainsi que l'amélioration des propriétés de la glace.
- La spiruline en poudre, en tant qu'additif pour la crème glacée, aide à remplacer les stabilisateurs et donne une couleur verte claire naturelle à la crème glacée.
- Les préoccupations croissantes concernant les effets du régime alimentaire sur la santé ont fait augmenter la demande de glaces à teneur réduite en matières grasses. C'est pourquoi les fibres alimentaires, les protéines de lactosérum et l'ajout d'amidon modifié dans les préparations de crème glacée ont été exploités.
- Les crèmes glacées préparées avec des huiles végétales extraites du soja et de plusieurs autres sources présentent des avantages pour la santé, comme la réduction du risque de cancer et de maladies cardiovasculaires.
- L'incorporation de lait à base de souchet comestible (tiger nuts : *Cyperus esculentus* L) dans les glaces devrait remplacer le lait de vache et pourrait constituer une alternative

pour la conception de glaces traitant des conséquences de l'intolérance au lactose.

- L'incorporation de peaux de kinnow (une variété de mandarine) comme source de substances photochimiques améliore la couleur et la saveur de la glace (**Gururaj Patil, Banerjee, 2017**).

D'autres études ont également montré un effet positif des crèmes glacées enrichies en phytonutriments sur la santé :

- **Combattre l'ostéoporose**

Les produits laitiers comme la crème glacée contiennent 0.122 calciums g par 100 g, c'est favorable pour des os forts et en bonne santé. Le calcium peut être trouvé dans les os et les dents où il est utilisé pour aider la fonction et la structure. Quand le corps ne reçoit pas la quantité suffisante de calcium tous les jours, il peut perdre du calcium conservé des os. La consommation régulière de calcium de la glace et d'autres produits laitiers peut réduire ainsi le risque d'ostéoporose, et les maladies associées à une augmentation de fractures d'os. Non seulement le calcium est bon pour les os et les dents, mais aussi il joue un rôle dans la perte de poids ; quand le corps ne reçoit pas la quantité adéquate de calcium, il fait élargir quelques cellules et deviennent de grosses cellules qui conservent de la graisse (**Deosarkar et al., 2016**).

- **Amélioration d'immunité**

Comme la glace est riche en lactoferrines et cytokines, elle améliore l'immunité contre les différentes maladies, en incluant la grippe. Ironiquement, il y a un malentendu que la glace est considérée comme la cause de froids et de toux. En fait, quand nous mangeons de la glace, le fait de faire fondre la glace dans la bouche, sa température est vite affectée par la température du corps, et la température de la crème glacée ne sera donc plus si basse plus longtemps (**Deosarkar et al., 2016**).

- **Dans la santé reproductive des femmes**

Il est très fortement recommandé par les chercheurs que la glace est utile dans le maintien de la santé reproductive des femmes. Une enquête récente comprenant 18000 femmes de 24-42 ans suggère que le fait de manger de la glace augmente les chances d'ovuler. L'étude a porté sur les habitudes alimentaires des femmes soumises aux essais d'alimentation. Après avoir pris en compte d'autres facteurs, comme le tabagisme et la consommation d'alcool, les chercheurs ont constaté que les femmes qui mangeaient de la crème deux fois par semaine présentaient un risque d'infertilité liée à l'ovulation inférieure de 38 %, contrairement aux

femmes qui ont mangé de la crème glacée complète moins d'une fois par semaine ; avec un pourcentage supérieur à 38%. Les chercheurs suggèrent aux femmes qui essaient de tomber enceintes de surveiller attentivement leur apport calorique, mais de manger des aliments riches en matières grasses jusqu'à la conception (**Deosarkar et al., 2016**).

➤ La crème glacée comme vecteur de probiotiques

Plusieurs études ont montré que la glace apparaît comme un moyen pour renforcer le microbiote intestinal humain. Les produits laitiers congelés créent les conditions idéales pour les bactéries probiotiques pour survivre pendant tout le temps de la production, distribution et stockage. La glace fournit les bonnes conditions pour la croissance et la survie du probiotique avec un nombre de souches viables très important après le stockage.

Au cours des deux dernières décennies, plusieurs études ont montré que la crème glacée avait une bonne capacité de transport du probiotique dans l'intestin humain. La crème glacée est un véhicule idéal pour la livraison de ces micro-organismes auprès du microbiote intestinal humain afin de rétablir la balance de la flore intestinale car une flore intestinale déséquilibrée est synonyme de mauvaise santé. L'efficacité des bactéries probiotiques ajoutées dépend de leur concentration, du type d'aliment laitier, de la présence d'air, de la température, et de leur viabilité qui doit être maintenue durant la durée de conservation du produit et dans l'intestin. La Fédération Laitière internationale (FIL) recommande un minimum de 10^7 cellules par gramme de produit, doivent être vivantes au moment de la consommation (**Deosarkar et al., 2016**). Le choix des probiotiques convenables dépend de leur capacité de survivre aux conditions simulées de glace (les hautes concentrations de saccharose, le taux d'oxygène, le fait de geler et les températures de stockage), d'acidité (pour simuler des conditions gastriques) et des conditions alcalines (pour simuler des conditions intestinales) ; parmi les espèces les plus utilisés *Lactobacillus* et *Bifidobacterium*. L'incorporation des bactéries probiotiques dans la crème glacée ne crée pas de problème parce que le pH de la glace (6.6-6.5) est idéal pour la survie de ces microorganismes.

Le succès des futures glaces fonctionnelles à probiotiques dans le marché dépend de son acceptation par le consommateur, et le développement des probiotiques de la glace est une priorité de recherche clé pour le design de nutrition et un défi tant pour les secteurs des sciences que pour les secteurs d'industrie ; surtout que la glace est un bon véhicule pour transférer les probiotiques au tube digestif humain (**Deosarkar et al., 2016**).

Chapitre VI

*Technologie et packaging des crèmes
glacées*

VI.1 Technologie des crèmes glacées

Actuellement la crème glacée est réalisée à l'aide d'une cuvette à l'intérieur d'une autre plus grande. La grande cuvette contient la glace salée et écrasée. La cuvette plus petite contient les ingrédients. Les ingrédients (crème, sucre, œufs et fruit) sont mélangés ensemble et battus pour fouetter l'air. Le mélange est laissé au repos et geler pendant un moment, puis il sera fouetté encore. Ce processus continuerait jusqu'à l'uniformité appropriée de la texture. (Charbel, 2013).

VI.1.1 Choix des matières premières

Etant la base du processus de fabrication, il permet de produire des crèmes glacées de qualité et chaque matière première sera choisie parce qu'elle possède une caractéristique particulière la rendant ainsi indispensable au mélange, appelé aussi mix (Aliou, 1994).

- Les sources de matières grasses sont le lait, la crème et le beurre, mais de plus en plus les matières grasses végétales sont aussi utilisées (huile de coprah, huile de palme,...).
- Le beurre ou le beurre concentré apporteront à la recette, la matière grasse d'origine laitière nécessaire à l'élaboration du mix.
- La poudre de lait, le lait frais pasteurisé seront privilégiés comme apport d'extrait sec dégraissé lactique, source non négligeable de protéines ; le lait et la matière grasse laitière doivent être pasteurisés ou subir une ébullition à 100° C pendant 4 minutes au moins. Une dégustation est faite pour déceler les anomalies éventuelles de goût et la qualité bactériologique est contrôlée.
- Le sirop de glucose et éventuellement le sucre inverti pourront être associés au saccharose, car en piégeant l'eau libre du mix, ils permettront d'obtenir des textures moins cassantes lors de la surgélation (Mahaut et al., 2000).
- Les stabilisants fixent l'eau du mélange ; leur efficacité et leur pureté chimique déterminent leur choix dans la liste des additifs autorisés ; les émulsifiants, les gélifiants, les épaississants, ou les acidifiants seront choisis en fonction de leur pouvoir texturant.
- La sélection des arômes naturels se fait en fonction de leur puissance aromatique et de leur qualité microbiologique et en fonction de la gamme de parfums développée par le glacier, mais aussi pour leur qualité gustative et leur persistance aromatique

(pourcentage d'alcool, origine des chocolats et pourcentage de cacao, variétés des fruits, ...) (Varnam, 2012).

VI.1.2 Mélange et agitation des ingrédients

Le mélange des ingrédients se fait selon un ordre préétabli. On commence toujours par mélanger les ingrédients liquides entre eux (lait, sirop de glucose). L'agitation doit être permanente et chauffe jusqu'à +50 °C. Les produits secs sont préalablement mélangés entre eux (lait en poudre, sucre et autres ingrédients en poudre) afin de faciliter leur dissolution dans les ingrédients liquides. L'agitation doit être énergique et on utilise pour cela un mixeur. On termine par l'addition de la matière grasse (crème fraîche ou beurre en transformation fermière à une température au moins égale à +60 °C). La matière grasse est incorporée sous agitation intense afin de la disperser correctement. On parle de « mix » pour désigner la préparation obtenue (Dudez et al., 2017).

VI.1.3 Pasteurisation

La pasteurisation est réalisée entre 85 - 90°C pendant 30 secondes. Elle détruit la flore pathogène, réduit la flore totale et ne favorise pas la dénaturation des protéines, elle permet également une meilleure hydratation et favorise la dissolution des sucres, des émulsifiants et des stabilisants (Mahaut et al., 2000). Elle est supérieure à celle du lait ordinaire, car les crèmes sont riches en matières grasses et en sucres qui ont tendance à protéger les bactéries contre le traitement thermique (FEHD, 2001).

La pasteurisation est généralement bénéfique à la qualité de la crème glacée, mais un traitement thermique excessif entraîne une détérioration organoleptique inacceptable (Varnam, 2012).

VI.1.4 Homogénéisation

L'homogénéisation se fait immédiatement après la pasteurisation. Cependant, dans certaines fabriques, on refroidit le mélange à environ 43°C avant l'homogénéisation. Le but de ce procédé, comme le nom l'indique, est de produire un mélange homogène, dans lequel tous les ingrédients sont finement divisés et parfaitement distribués. Il y a pour cela différents types d'appareils dans le commerce que l'on appelle homogénéisateurs ; ces appareils diffèrent du point de vue de leur construction mécanique, mais ils ont à peu près le même effet sur le mélange. Le mélange est forcé à travers une très petite valve sous une haute pression, au moyen de pompes à cylindres qui cassent les globules de matière grasse et les distribuent également dans tout le mélange, augmentant ainsi la viscosité. Les autres ingrédients sont également finement divisés et distribués ; on obtient ainsi un mélange plus lisse que l'on contrôle plus facilement au cours du procédé de congélation (**Olsen et al., 1925**).

VI.1.5 Refroidissement et maturation physique

La maturation consiste à maintenir le mix à basse température (+4 °C) en agitant doucement pendant 4 à 20 heures. Cette étape s'effectue généralement la nuit. Elle permet d'améliorer la texture et la résistance de la crème glacée et facilite le foisonnement et le glaçage. Le refroidissement doit être aussi rapide que possible pour éviter les modifications de goût ainsi que la prolifération des microorganismes. On ajoute, lors de cette étape, les ingrédients qui n'ont pas besoin de subir de pasteurisation : arômes et colorants naturels, purées ou morceaux de fruits, pépites, graines, yaourt...etc (**Dudez et al., 2017**).

VI.1.6 Foisonnement

Cette opération est fondamentale, s'effectue dans un freezer, le mix est simultanément foisonné, congelé, et cisailé dans un échangeur raclé (**Mahaut et al, 2000**). Elle consiste à injecter de l'air filtré sous pression, se réalise automatiquement de façon à maîtriser le taux de foisonnement et donc la masse volumique du produit fini. Une mousse qui est une dispersion de l'air dans un liquide visqueux est ainsi obtenue (**Boutonnier, 2001**).

VI.1.7 Formage

Il donne à la crème glacée sa forme définitive. Le moulage-démoulage ou le remplissage direct dans les conditionnements commerciaux le plus courant, sont les deux méthodes utilisées (Aliou, 1994).

VI.1.8 Congélation/surgélation

La congélation est un procédé en deux étapes. Dans la première étape, la température est réduite à -6 ou -7 °C sous agitation pour incorporer l'air et donner un produit aéré. La deuxième étape, qui est beaucoup plus lente environ 2-5 h, n'implique aucune incorporation d'air et se déroule dans un état de repos dans une pièce de durcissement ou un tunnel, la crème glacée quittant le freezer est conditionnée directement dans l'emballage final et transféré au processus de durcissement ou surgélation finale (Varnam, 2012).

VI.1.9 Stockage

Les crèmes glacées sont emballées dans des caisses en carton, puis entreposées dans des chambres froides (-25°C) (Blond et al., 2000).

La rupture de la chaîne du froid produit des fusions superficielles, se traduisant par des déformations, des pertes de foisonnement et une texture sableuse due à la cristallisation du lactose et à la croissance des cristaux de glace (Mahaut et al., 2000).

C'est la raison pour laquelle les températures d'entreposage des glaces se situent entre - 25 et - 30°C et si celles-ci sont respectées sans faille, on peut espérer des durées de vies de l'ordre de 18 à 24 mois, mais cela à tous les niveaux (stockages, transports, présentation en linéaires) (Tirard – collet, 1996).

L'ensemble des étapes de fabrication de la crème glacée sont présentées sur la figure 03.

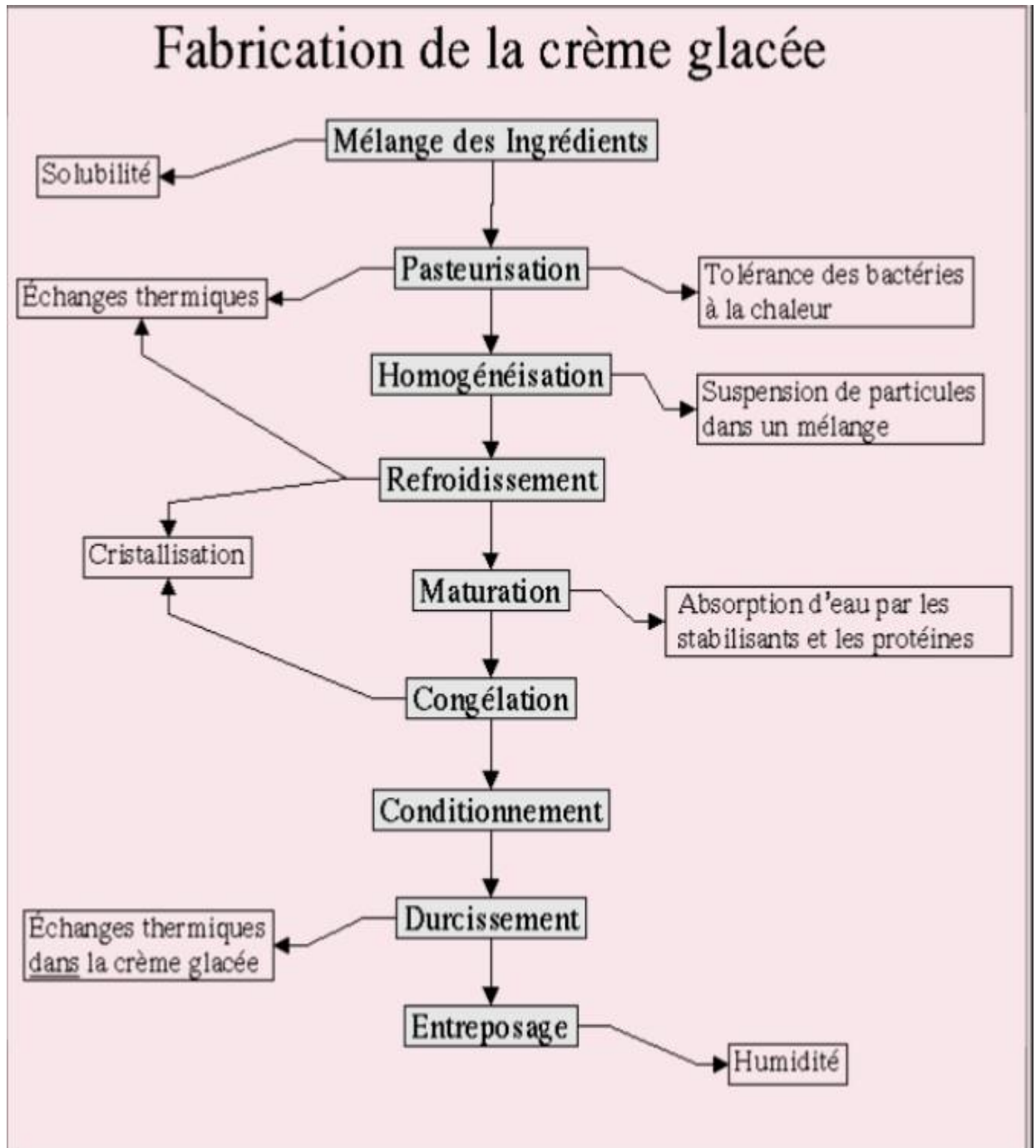


Figure 03 : Processus de fabrication des crèmes glacées (Anonyme III)

VI.2.Packaging

VI.2.1. Examen de l'emballage

Comme la glace est tirée du congélateur à surface raclée, elle doit être mise dans des conteneurs qui lui donnent la forme, la taille et l'aspect souhaités pour une manipulation pratique, un raffermissement efficace, et une information pour consommateur. L'étiquetage doit indiquer les ingrédients dans l'ordre de la concentration la plus élevée à la plus faible et la teneur en nutriments dans un format standard.

Le fabricant de crème glacée est essentiellement intéressé par l'utilisation de récipients qui protègent le produit, qui donnent envie aux acheteurs potentiels et coûtent moins cher. Toutefois, de nombreux facteurs déterminent en fin de compte le type d'emballage à utiliser. Compte tenu de l'importance du sujet pour l'industrie laitière, la fédération internationale de laiterie a publié la troisième édition du guide technique pour l'emballage du lait et des produits laitiers (FIL 1995) (**Goff et Hartel, 2013**).

Le communiqué décrit les facteurs qui déterminent la nature des emballages qui entrent et restent sur le marché :

1. Les variables qui affectent le choix des matières premières - telles que l'uniformité des matériaux, la compatibilité du produit et de l'emballage, et l'efficacité de la production.
2. La performance des emballages lors du stockage et du transport - comment ils s'intègrent dans le système global d'emballage et de manutention.
3. Considérations de marketing - unités de consommation appropriées pour le stockage, économie d'espace, capacité à transmettre un bon message de vente et pertes ou dommages minimes.
4. Acceptation et achat par le consommateur, prix raisonnable, attractivité, fiabilité, sécurité, information transmise et clarté du message.
5. Préoccupations du public - utilisation de l'énergie, dépenses en ressources non renouvelables, santé et bien-être du public, et contamination de l'environnement (**Goff et Hartel, 2013**).

Plusieurs des facteurs mentionnés ci-dessus sont suffisamment préoccupants pour que l'opinion publique ait adopté une législation pour les contrôler. La législation alimentaire a deux objectifs fondamentaux ; premièrement, interdire la vente de denrées alimentaires préjudiciables à la santé du consommateur, et deuxièmement, veiller à ce qu'un produit de qualité et de substances nutritives soit mis à la disposition du consommateur.

Étant donné que la majorité des emballages alimentaires actuels sont soit entièrement fabriqués en plastique, soit recouverts de plastique et que des substances toxiques ne migrent pas de ceux-ci dans les aliments.

Comme les plastiques sont constitués d'un polymère de base et de substances auxiliaires ajoutées pour obtenir la fonction souhaitée, de nombreux pays exigent que les fabricants dressent une liste positive de tous les polymères, additifs, revêtements adhésifs et lubrifiants dont l'utilisation est autorisée dans les emballages des aliments. (**Goff et Hartel, 2013**).

Les règlements qui traitent des résultats potentiels de la migration répondent généralement aux préoccupations suivantes (FIL 1995) :

1. Le goût, l'odeur ou le caractère des aliments ne seront pas altérés après le stockage dans des conditions normales.
2. La migration totale à partir de l'emballage, même si elle est totalement inoffensive et non perceptible par les sens, ne doit pas dépasser la limite du "test de contamination" fixée par les réglementations nationales.
3. Le matériau d'emballage ne contiendra que des substances figurant sur la liste des ingrédients autorisés, et celles-ci ne dépasseront pas la concentration maximale autorisée. En général, le fabricant le garantit.
4. Si la liste des ingrédients autorisés contient une disposition selon laquelle la migration de certains composants du matériau d'emballage ne doit pas dépasser un niveau déterminé dans la denrée alimentaire. (Les monomères du matériau qui a été polymérisé et les produits de dégradation qui proviennent d'une surchauffe sont importants à cet égard).
5. Une hygiène fondamentale sera pratiquée lors de la fabrication de l'emballage et de la production des matériaux d'emballage (**Goff et Hartel, 2013**).

En général, la migration des composants de l'emballage dans la crème glacée est minime, principalement en raison des températures de stockage au congélateur. La diffusion moléculaire est réduite lorsque la température diminue, ce qui signifie qu'il y a peu de risques de contamination des glaces par contact avec l'emballage.

Ces dernières années, l'accent mis sur la qualité de l'environnement a incité les fabricants de produits alimentaires à envisager des systèmes d'emballage plus respectueux de l'environnement. L'industrie des desserts surgelés ne fait pas exception à la règle, les fabricants recherchant des alternatives "vertes" peu coûteuses mais efficaces. La plupart des grandes entreprises de crème glacée utilisent encore des emballages en carton recouvert de polyéthylène ; cependant, des alternatives plus écologiques apparaissent, du moins pour certains types d'applications. Par exemple, des récipients biodégradables fabriqués à partir de fibres de bois et de maïs, et des coupes de glace fabriquées à partir de bagasse, un sous-produit du raffinage du sucre, sont utilisés dans les petites entreprises de crème glacée (**Goff et Hartel, 2013**).

Il reste à voir si des emballages biodégradables peuvent résister aux rigueurs du système de distribution et de stockage des aliments surgelés tout en offrant un produit de haute qualité.

Un autre aspect de l'emballage qui a suscité une attention croissante est la contribution de l'emballage aux gaz à effet de serre et au potentiel de réchauffement climatique. L'analyse du cycle de vie (ACV) est de plus en plus utilisée pour comparer les effets des différentes options en matière d'emballage, comme l'ont déjà indiqué Kool et van den Berg 1995. Bien qu'aucune ACV complète n'ait été publiée pour la fabrication de crème glacée (probablement en raison de la sensibilité des entreprises à ce type d'informations), Garcia-Suarez et al. (2008) affirment que l'emballage ne contribue qu'à hauteur de 6 % à l'empreinte carbone totale (gaz à effet de serre) de la fabrication de crème glacée. Cette valeur inclut les emballages secondaires et tertiaires mais ne tient pas compte des effets de l'élimination des déchets (**Goff et Hartel, 2013**).

VI.2.2. Opération de conditionnement

Le conditionnement des desserts surgelés est de deux types : le conditionnement en vrac pour la vente de produits trempés, y compris les cornets, et le conditionnement pour la vente directe au détail. L'emballage doit être effectué le plus près possible du congélateur afin de

limiter la contre-pression exercée sur le cylindre du congélateur par la friction dans les tuyaux. Les coudes dans la ligne vers les remplisseurs doivent être réduits au minimum, car ils produisent plusieurs fois plus de tête de friction que les tuyaux droits de même taille. Les tuyaux droits courts allant des congélateurs aux remplisseurs minimisent la quantité d'énergie nécessaire pour déplacer le produit ainsi que l'augmentation de la température du congélateur à l'emballage. La pratique recommandée consiste à réduire au minimum la distance entre les congélateurs et les réservoirs et à maximiser la taille des tuyaux transportant le produit congelé vers les conteneurs (**Goff et Hartel, 2013**).

VI.2.3.Emballage en vrac

Pratiquement tous les desserts surgelés destinés à être utilisés en vrac sont conditionnés dans des conteneurs à service unique en carton ou en plastique. Certains sont emballés dans du plastique réutilisable, mais les boîtes en acier sont peu utilisées. La glace peut avoir été congelée et emballée sur place ou livrée à l'atelier de dégorgement, mais comme la glace est généralement un produit frais, le délai d'exécution entre l'emballage et le dégorgement doit être très court. La taille des conteneurs est très variable, beaucoup d'entre eux étant formés mécaniquement à l'aide de machines à broches multiples. Les parois latérales aplaties, les fonds, les anneaux pour former le fond et le dessus, et le dessus sont expédiés séparément à l'usine de crème glacée pour être assemblés juste avant le remplissage (**Goff et Hartel, 2013**).

Une fois l'emballage prêt, le paquet et la glace sont assemblés dans la machine de remplissage. La rotation pendant le remplissage peut être utilisée et ajustée pour aider à établir des modèles élaborés dans les produits de crème glacée multi saveurs pour attirer l'attention des consommateurs dans les cabines de trempage. Le poids et la rigidité du produit peuvent être utilisés pour abaisser l'élévateur lorsque le produit remplit le récipient. Dans ce cas, la pression sur l'élévateur doit être ajustée lorsque la rigidité du mélange ou le dépassement change. Les couvercles sont généralement poussés mécaniquement lorsque le récipient rempli s'éloigne de la remplisseuse sur un convoyeur. Les fonctions importantes des machines de remplissage sont le remplissage précis et exact, en évitant les poches d'air, le maintien de la répartition des panachures et autres inclusions, et l'absence de produit à l'extérieur du récipient.

Le bon fonctionnement et l'économie des remplisseuses sont vraiment importants, mais aucune remplisseuse n'est satisfaisante si elle ne répond pas à des normes strictes de construction et de fonctionnement sanitaires. À cette fin, l'industrie utilise des normes sanitaires pour les équipements d'emballage des produits visqueux. Cette norme couvre les matériaux et la fabrication des équipements utilisés pour emballer les desserts congelés. Elle couvre "les aspects sanitaires des équipements utilisés pour maintenir, ouvrir, former, distribuer, remplir, fermer, sceller ou boucher des récipients pour produits visqueux, ou pour emballer des produits visqueux, et toutes les parties essentielles à ces fonctions». Les fabricants dont l'équipement est conforme à la norme peuvent apposer un symbole 3-A sur la machine d'emballage. Ce symbole aide les hygiénistes à inspecter l'équipement qui indique que les matériaux et les critères de fabrication approuvés ont été appliqués. Selon cette norme, l'assainissement signifie que ce processus est capable de réduire le nombre d'agents pathogènes les plus résistants d'au moins 5 log 10 (Goff et Hartel, 2013).

Les appareils utilisés sont englobés sur la figure suivante (figure 04).



Figure 04 : Schéma des différents appareils utilisés dans l'industrie des crèmes glacées

(Anonyme VI).

Conclusion

Conclusion

Les crèmes glacées offrent du plaisir, certes, mais aussi un domaine extrêmement vaste de recherches, et même si chacun de nous a déjà eu l'occasion de goûter une glace qui semble parfaite, les fabricants de glace pensent encore qu'ils peuvent toujours faire mieux, et font constamment face à un marché important, évolutif qui de surcroît nécessite une innovation permanente.

L'air, est une phase importante de la crème glacée, et déterminé par les ingrédients, le traitement et les conditions de stockage. L'air dans la crème glacée confère des qualités sensorielles indispensables et contribue aux propriétés de fusion. Cependant, en raison de la diversité des formulations, de la complexité du processus et des limites inhérentes au produit (stockage et distribution congelés), les questions abondent encore dans plusieurs domaines d'étude.

La composition nutritionnelle des glaces varie en fonction du type de glace, et ces bienfaits pour la santé sont multiples ; non seulement elles nous fournissent des vitamines essentielles à notre organismes ; mais aussi elles ont la capacité de nous rafraichir et nous hydrater surtout pendant les mois chauds.

La production d'une crème glacée de bonne qualité nécessite un respect de plusieurs paramètres préétablis ; et cela doit s'effectuer dans des bonnes conditions d'hygiène et de sécurité, et plusieurs analyses sur la matière première, le mix et le produit fini doivent être effectués d'une manière régulière afin de garantir une bonne qualité du produit et préserver ainsi la santé du consommateur.

Finalement , une gestion de sécurité alimentaire basée sur l'analyse des risques et points critiques ou HACCP doit être adapté pour améliorer la qualité des glaces et des crèmes glacées au niveau des usines de fabrication, des manufactures et des points de vente.

Références Bibliographiques

1. **A.C. F. KRUIJER. (1954)**, La crème glacée. Le lait34 ; vol.34, n°338, p.500.
2. **Aliou, Ndao. (1994)**, Contribution à l'étude de la qualité hygiénique des crèmes glacé commercialisés sur le marché Dakarois. Sciences et médecine vétérinaire. Dakar. Université Cheikh Anta Diop. p65.
3. **Alvarez, V. B. (2009)**, Ice cream and related products, in : S. Clark, M, Costello, MA, Drake, M.A. (Ed.), The Sensory Evaluation of Dairy Products. Floyd Bodyfelt.p 331.
4. **Anonyme I** :<https://www.google.com/amp/s/www.agro-media.fr/analyse/3378833788.html/amp>
5. **AnonymeII** :<https://www.agro-media.fr/analyse/les-glaces-un-marche-ultragourmand-et-dynamique-28489.html>
6. **Anonyme III** : <http://boitedependore.com/clarence/humour/cremeglace.htm>
7. **AnonymeVI** :<https://french.alibaba.com/product-detail/automatic-industrial-ice-cream-making-machines-ice-creams-manufacturing-factory-equipment-cheap-price-for-sale-60671576528.html&tbnid=5eLbZxLAKL0F-M&vet=1&docid=IIqMujycmPsJVM&w=684&h=504&hl=fr&source=sh/x/im>
8. **Barfod, N.M., Sparso, F.V. (2007)**, Structure and function of emulsifiers and theirs role in microstructure formation in complex foods, in: McClements, J.D. (Ed.), Understanding and Controlling the Microstructure of Complex Foods. Elsevier, pp. 113-150.
9. **Benarab. (2013)**, importation des glaces et statistiques, journal l'éco news.
10. **Berger KG, Bullimore BK, White GW. (1972)**, Dairy industries, 37: 419-423.
11. **Blond G. (2000)**, bases théoriques de la structures des glaces : influence du procédé de fabrication et de la formulation in colloque alliance (la texture des produits sucrées) p 59-68.
12. **Board, N. (2005)**, The complete technology book of cocoa, chocolate, ice cream and other milk products. National Institute Of Industrial Re.
13. **Boutonnier, J. L. (2001)**, Produits laitiers glacés, in : Lapointe-Vignola, C. (Ed.), Science et technologie du lait : transformation du lait. Presses Inter Polytechnique, Fondation de Technologie Laitière du Québec, p 417-442.
14. **Boutonnier, J. L. (2001)**, Structure schématique de la composition des crèmes glacées [image] ; Produits laitiers glacés, in : Crèmes glacées, glaces et sorbets : Formulation et fabrication ; p03.
15. **Boutonnier JL. (2000)**, Crèmes glacées, glaces et sorbet. Formulation et fabrication technique de l'ingénieur. F8010p1-10.

16. **Brian Rohrig. (2014)**, ice cream and chimestry, Chemmatters www.acs.org/chemmatters; mars ; p07.
17. **Charbel Feghali. (2013)**, Conception d'une machine pour le remplissage de la crème glacée. Sciences de l'ingénieur [physics].
18. **Declercq, C., Vlegels, K. (2007)**, Glaces : Délices et fraîcheur. Lannoo Uitgeverij. 127p.
19. **Deosarkar S.S., Kalyankar S.D., Pawshe R.D. and Khedkar C.D . (2016)**, Ice Cream: Composition and Health Effects. In: Caballero, B., Finglas, P., and Toldrá, F. (eds.) The Encyclopedia of Food and Health vol. 3, pp. 385-390. Oxford: Academic Press.
20. **Dias, MI, Ferreira, ICFR et Barreiro, MF. (2015)**, Microencapsulation de bioactifs pour des applications alimentaires. Food & Function.
21. **Dudez, P., François, M. et Raiffaud, C. (2017)**, Transformer les produits laitiers frais à la ferme : 3e édition mise à jour. Educagri Editions. 126p.
22. **Edgar Bruno et MONTES Chaveiz. (2002)**, EFFETS DE LA FORMULATION ET DES CONDITIONS DE FOISONNEMENT ET CONGÉLATION SUR LA RHÉOLOGIE ET LA STRUCTURE DE LA CRÈME GLACÉE ; Génie des Procédés ; L'INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE LORRAINE ;
23. **Gururaj Patil A., Banerjee S. (2017)** ,Variants of ice creams and their health effects. Volume 4 Issue 2
24. **Goff, H.D., Hartel, R.W. (2013)**, Ice cream and frozen desserts, in: Hui, Y. H., Legarretta, I.G., Lim, M.H., Murrell, K.D., Nip, W.K. (Ed), Handbook of Frozen Foods. CRC Press, pp. 499-570.
25. **H.D. Goff et R.W. Hartel. (2013)**, Glace, DOI 10.1007/978-1-4614-6096-1_1, 1© Médias de Springer Science+Business New York 2013.
26. **Jeantet R, Croguennec T, Mahaut H, Schuck P, Brulé G. (2008)**, Les produits laitiers : 2° Edition Tec-Doc Lavoisier : 87, 88, 89,100.
27. **Keeney PG. (1982)**, Development of frozen emulsions. Food Technology, 36(11) pp. 65-70.
28. **Lapointe-Vignola, C. (2002)**, Science et technologie de lait : transformation du lait, presses inter polytechnique. 600p.
29. **LUQUET F.N et DEVEAUX R. (1991)**, glaces, crèmes glacées et sorbets In « laits et produits laitiers » Ed : APRIA, volume 2, Pp 505 – 531.

- 30. Mahaut. M, Jeantet. R, Schuck. P, Brulé. G. (2000)**, Glaces et crèmes glacées. In : Les produits industriels laitiers. Edition TEC and DOC Lavoisier. Paris, P.153 – 159.ISBN : 2-7430-0429-0 ;
- 31. Manchon, Philippe. (1998)**, dossier scientifique de l'IFN n° 10. LES ADDITIFS ; les colorants à usage alimentaires . p31.
- 32. NORDMANN Hervé . (1998)**, dossier scientifique de l'IFN n° 10. LES ADDITIFS ; les édulcorants intenses . p61.
- 33. Olsen, N. E. and Fay, A. C. (1925)**, The Bacterial Content of Ice Cream Journal of Dairy.
- 34. Pascal. (1998)**, manuel de transformation du lait.
- 35. Patton, S. (2004)**, Milk : Its Remarkable Contribution to Human Health and Well-Being. Transaction Publishers.
- 36. Pruthi, J. S. (1999)**, Quick freezing preservation of foods. Allied Publishers .
- 37. Ray L. (2011)**, How Ice Cream Affects Your Mood. Retrived from: <http://www.livestrong.com/article/532951-how-ice-cream-affects-your-mood/> as on 15/10/2014 (8) (PDF) *Good Mood Food and Health*. Available from: https://www.researchgate.net/publication/294547350_Good_Mood_Food_and_Health [accessed Aug 24 2020].
- 38. Syed QA, Shah MSU. (2016)**, Impact des stabilisateurs sur les caractéristiques de qualité de la crème glacée. *MOJ Food Process Technol.* 3 (1) :(246 – 252).
- 39. Tierie Consumptie ijs. (1951)**, Zuiveljaarboek X, XII, 16.
- 40. Tirard collet. (1996)**, La technologie des desserts congelés confesurés.Centre d'innovation technologique agro-alimentaire, Institut de technologie agroalimentaire de Saint-Hyacinthe, Page 5 – 10.
- 41. Varnam, A. H. (2012)**, Milk and milk products: technology, chemistry and microbiology. Springer Science & Business Media.

Résumé

Le marché mondial des crèmes glacées a connu une évolution remarquable, surtout ces dernières années où elle est devenue une friandise très demandée par le consommateur en été. La crème glacée est un produit obtenu d'un mélange pasteurisé de lait, de crème (MG), sucre et d'eau, elle peut être parfumée de fruits, jus de fruits ou arômes. L'objectif de ce travail est de rassembler les informations disponibles à propos de ce thème.

Cette étude nous a permis d'acquérir des connaissances approfondies sur les crèmes glacées ; d'une part concernant leur composition, leur apport alimentaire ; leur effet sur la santé, et leur propriétés ...etc. ; d'autres part concernant leur technologie de fabrication.

Mots clés : Industrie laitière, crèmes glacées, stabilisants, technologie de fabrication, nutrition, santé.

Abstract

The global ice cream market has undergone remarkable development, especially in recent years where it has become a much-demanded treat by consumers in the summer.

Ice cream is a product obtained from a pasteurized mixture of milk, cream, sugar and water and can be flavored with fruit, fruit juice or flavorings. The aim of this work is to collect the information available on this topic.

This study allowed us to gain in-depth knowledge about ice cream; on the one hand concerning their composition, their food intake and health effect, their properties ... etc.; on the other hand concerning their manufacturing technology.

Keywords : Dairy industry, ice cream, stabilizers, manufacturing technology, nutrition, health.