

République Algérienne démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn-Badis  
Mostaganem  
Faculté des sciences de la Nature  
et de la vie



جامعة عبد الحميد بن باديس  
مستغانم  
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DÉPARTEMENT DE L'AGRONOMIE

## MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDE

*Présenté par*

**Mm. TERMOUL ZAHRA**

**Melle. FOULARSEN WISSAM**

Pour l'obtention du diplôme de

**MASTER EN AGRONOMIE**

**Spécialité : Contrôle de la qualité des aliments**

**THÈME**

**Effet de la date de conservation sur la qualité nutritionnelle,  
physicochimique et microbiologique des crèmes glacées**

Soutenue publiquement le 13/09/2018

DEVANT LE JURY

Mm. FASIH AICHA

Grade M.A.A

U.MOSTAGANEM

M.BENABDELMOUMEN DJIALI

Grade M.A.A

U.MOSTAGANEM

Mm. BENMAHDI FAIZ

Grade M.A.A

U.MOSTAGANEM

2017-2018

# Remerciement

*Nous* exprimons d'abord notre profonds remerciements à Monsieur **BENABDELMOUMEN DJILALI** .Maître de conférence à la faculté des sciences de la nature et de vie, université de Mostaganem pour avoir accepté de nous encadrer .Et pour leur conseils éclairés et les encouragements qu'il ne nous à cessé de me prodiguer tout au long de ce travail.

*Nous* exprimons nos renaissances à Madame **FASIH AICHA** qui nous a fait l'honneur de présider le Jury.

*Nos* chaleureux remerciements vont également à Madame

**BENMAHDI FAIZA** ; pour nous avoir fait l'honneur de juger ce travail.

*Notre* plus sincère reconnaissance s'adresse à tout le personnel de l'unité des crèmes glacées « **GLACE MOSTA** » pour leur aide précieux de réaliser ce travail.

*Nos* sentiments de reconnaissances et nos remerciements vont également à tous les enseignants, étudiants pour leur encouragement, et leur amitié, et tous ce qui ont contribué de près ou de loin.

# ***DEDICACES***

Je dédie ce mémoire à :

Mes chers parents qui ont toujours été à mes côtés

Mon mari et mon fils ABDELDJALIL

Mes frères et mes sœurs

Mon oncle et sa femme

Mes belles sœurs

Mes amies

# ***DEDICACES***

Je dédie ce mémoire à :

Mes chers parents qui ont toujours été à mes côtés

Mes frères et mes sœurs , pour qui j'espère prospérité et

bonheur

a mes petit neveux

Mes amies

# Sommaire

- Liste des tableaux et des figures.
- Listes d'abréviations.
- Résumé.

## Partie bibliographique

Introduction.....01

### CHAPITRE I : *LES CREMES GLACEES*

I.	Définition .....	03
II.	Types de glaces .....	03
	1. Glace à eau .....	03
	2. Lait glacé .....	03
	3. Glace .....	04
	4. Crème glacée .....	04
III.	Composition et la fonction des ingrédients de la crème glacée.....	04
	1. Lait .....	05
	2. Matière grasse .....	06
	3. Sucre .....	07
	4. Stabilisants .....	07
	5. Emulsifiants .....	07
	6. Épaississants et gélifiants .....	08
	7. Acidifiants .....	08
	8. Colorants et arômes .....	08
IV.	Deux constituants fondamentaux des glaces .....	08
	1. Air .....	08
	2. Eau .....	09

## **CHAPITRE II : PROPRIETES DES CREMES GLAEES**

I.	Propriétés physico-chimique des mélanges .....	10
❖	Propriétés physico-chimique des mélanges .....	11
a)	Viscosité.....	11
b)	Acidité.....	11
c)	Densité.....	11
d)	Quantité du solide.....	11
II.	Évaluation sensorielle .....	11
III.	Structure de la crème glacée .....	12
IV.	Microbiologie de la crème glacée.....	13
V.	Valeur nutritionnelle de la crème glacée .....	14
VI.	Facteurs affectant la qualité de la crème glacée .....	14
VII.	Risques sanitaires liés à la consommation des crèmes glacés .....	16
VIII.	Les intoxications alimentaires .....	16
1.	Les toxi-infections alimentaires collectives (TIAC).....	16
2.	Prévention des toxi- infections alimentaires .....	16
IX.	Flaveur et qualité organoleptique .....	17

## **CHAPITRE III : TECHNOLOGIE DES CREMES GLACEES**

I.	Réception de la matière première .....	19
II.	Formulation.....	19
III.	Pesage, dosage et mélange .....	19
IV.	Pasteurisation .....	19
V.	Homogénéisation .....	20
VI.	Maturation .....	20
VII.	Foisonnement .....	20
VIII.	Congélation/surgélation .....	21
IX.	Emballage et stockage .....	22

# ***Partie expérimentale***

## **MATERIEL ET METHODES**

L'objectif .....	24
I. Présentation de l'unité .....	24
II. Diagramme de fabrication.....	24
III. Échantillonnage et techniques de prélèvement .....	26
IV. Analyses microbiologiques .....	27
1. Dénombrement des germes totaux <i>FTAM</i> .....	28
2. Dénombrement des coliformes totaux(CT) .....	29
3. Dénombrement de <i>Staphylococcus aureus</i> .....	30
4. Dénombrement des Salmonelles .....	30
V. Analyse physicochimiques .....	31
1. Mesure du pH.....	31
2. Dosage de la matière sèche .....	31
3. Matière grasse .....	34
4. Détermination de l'acidité titrable.....	35
5. Détermination du taux de foisonnement .....	35

## **Résultats et discussion**

**- Conclusion.**

**- Références bibliographique.**

**- Annexes.**

***PARTIE***  
***BIBLIOGRAPHIQUE***

*Chapitre I*  
*les crèmes glacées*

# *Introduction*

La crème glacée que nous connaissons aujourd'hui est en existence depuis au moins 330 ans, bien que ses origines remontent probablement plus loin dans le passé. L'histoire a commencé par les informations rapportées sur l'empereur Romain Néron, qui a consommé des fruits refroidis avec de la neige (**Clarke**, 2012). En outre, il a été rapporté que ce sont les Chinois de l'antiquité qui ont inventé la crème glacée. En effet, la préparation originale était obtenue en mélangeant du miel et des fruits à de la neige. La recette de la crème glacée fut introduite en Italie au 13e siècle par Marco Polo au cours de son retour d'un voyage en Chine. Pendant les premiers temps, ce dessert était réservé à la classe royale, puis s'y répandait dans toute l'Europe, ensuite en Amérique (**Génius**, 2004), mais la crème glacée avec du lait n'est incorporée dans la recette qu'en 1848 pour la première fois aux États-Unis, suite à l'invention du premier freezer par Nancy Joson (**Goff et Hartel**, 2013).

Aujourd'hui la crème glacée est fabriquée et consommée dans presque tous les pays du monde. La production mondiale totale de la crème glacée et de desserts glacés a été estimée à 14,4 milliards de litres en 2001, soit une moyenne de 2,4 litres par personne (**Clarke**, 2004).

En Algérie la consommation des glaces et des crèmes glacées a progressé constamment, avec une production estimée à 30 millions de litres par an.

Plusieurs tests de contrôle de qualité systématique sont nécessaires, dont la composition chimique, la qualité microbiologique qui sont les plus importants, ainsi les attributs de qualité structurelle et physique telle que la taille des cristaux de glace, la taille des bulles d'air, etc. Les tests sont habituellement dictés par la réglementation, qu'ils s'agissent de composition chimique ou microbiologique pour garantir un produit stable, pendant une durée de vie et répondre aux attentes des consommateurs (**Goff et Hartel**, 2013).

Plus de 10000 cas de toxi-infections alimentaires ont été signalés selon la déclaration du ministre de la Santé et de la réforme hospitalière algérienne et les crèmes glacées contribuent de manière significative de ces cas.

Tout aliment sur le marché, parmi eux les crèmes glacées, son fabricant est obligé d'informer le consommateur sur : la nature de produit, le mode d'emploi, la durée et le mode de conservation et d'autres informations qui sont affichées sur l'emballage sous forme d'étiquettes. Parmi ces informations signalées "la date de conservation".

L'objectif de cette recherche est d'étudier l'impact des différentes dates de conservation des aliments sur les qualités nutritionnelles et physicochimiques des crèmes glacées commercialisées au niveau de Mostaganem

Notre étude répartie en deux grandes parties :

- une revue bibliographique qui a porté sur la présentation une description détaillée des ingrédients, la valeur nutritive des crèmes glacées, la technologie de fabrication, et les différents additifs alimentaires utilisés.
- Seconde partie consacrée à l'étude expérimentale portée essentiellement sur analyses physico-chimiques et microbiologiques, résultats, discussion, et conclusion.

## **I. Définition**

Le terme générique glace regroupe deux desserts glacés différents :

La crème glacée est élaborée à partir de produits laitiers tels que la crème et le lait, mais également les jaunes d'œufs, combinée à des arômes et /ou à des édulcorants comme le sucre.

Le sorbet qui est un mélange de sirop de sucre (50%d'eau, 50%sucre)et de pulpe de fruit, ou d'un arôme ,ou d'un alcool, un sorbet est un dessert glacé qui contrairement à la crème glacée ne contient pas de crème (**Boutonnier, 2001**).

Aujourd'hui, le sorbet est essentiellement composé de fruits.

Il est parfois mélangé à de l'alcool, ce qui abaisse la température de fusion de l'ensemble, et rend le sorbet plus moelleux (**Boutonnier, 2001**) .

## **II. Types de glaces**

L'association de composants lactés sans matière grasse, de matière grasse laitière, de sucres et de l'eau, combinée à d'autres ingrédients autorisés, détermine le nom de cinq sortes de glaces: sorbet, glace à eau, glace au lait, glace et la crème glacée (**Declercq, 2007**).

### **1. Sorbets**

Sont les desserts congelés à base de sucre, d'eau, d'acide de fruit, de colorants, d'arômes de fruits ou de fruits et des stabilisants, contenant une petite quantité de la matière sèche du lait, obtenue soit à partir de lait écrémé, de lait entier, de lait condensé ou de mélange de crème glacée (**Wong, 2012**).

### **2. Glace à eau**

Elle est faite à partir de jus de fruits 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 vendue comme une bouillie semi-congelée (**Varnam, 2012**).

### **3. 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 lactiques supérieure à celle qui est spécifiée par la loi pour les sorbets et que celle nécessaire pour la crème glacée (**Board**, 2005).

#### 4. Glace

Cette glace n'est soumise à aucune prescription minimale en dehors des conditions d'hygiène. 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**, 2007).

#### 5. Crème glacée

La crème glacée (figure 01) est un produit alimentaire congelé fabriqué à partir d'un mélange d'ingrédients laitiers tels que le lait, la crème et le lait écrémé qui sont mélangés avec du sucre, des arômes, des fruits et des noix (**Wong**, 2012). Des ingrédients fonctionnels, tels que les stabilisants et les émulsifiants, sont souvent inclus dans le produit pour favoriser une texture appropriée et améliorer la saveur (**Alvarez**, 2009).



**Figure 01** : Photographie de la crème glacée (**Hedh**, 2012).

### III. Composition et la fonction des ingrédients de la crème glacée

Les principaux constituants de la crème glacée sont la matière grasse, la matière sèche lactique dégraissée, le sucre, les stabilisants et l'eau (tableau 01). Les colorants et les arômes sont ajoutés selon le type et la nature de la crème glacée (**Pruthi**, 1999). Généralement des ingrédients fonctionnels supplémentaires sont ajoutés tels que les stabilisants, des émulsifiants et des modificateurs de congélation.

Cette combinaison de solutés représente l'équilibre nécessaire dans une formulation de la crème glacée (Lewis, 2008). Les solides totaux d'une crème glacée sont normalement compris entre 35% et 40% (Hull, 2011). Les produits laitiers et autres ingrédients utilisés sont choisis en fonction de la disponibilité, du coût, de la législation et de la qualité souhaitée (Goff, 2007).

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

- Composants majeurs : sont présents en quantités substantielles, comme le lait, le sucre, les graisses et l'eau.
- Composants mineurs : sont présents en petites quantités tels que les émulsifiants, les stabilisants, les colorants et les arômes.
- Ingrédients extra, comme le chocolat, les gaufrettes, les morceaux de fruits, les noix, etc. (Scholten, 2013).

**Tableau 01** : Ingrédients typiques d'un mélange d'une crème glacée simple (Permlal-Ranjith, 2002).

Ingrédient	Quantité (g/ 100 g)
Eau	63
Sucre	15
La poudre de lait non grasse	11.5
La matière grasse	10
Émulsifiant-stabilisant	0.5

Afin d'obtenir le bénéfice maximal des composants de la crème glacée, il est important de comprendre leur rôle, leur performance, leur interaction et leur limite, ainsi que leur proportion d'utilisation optimale (Julien, 1985).

### 1. Lait

Le lait et les produits laitiers sont les principaux ingrédients utilisés dans la fabrication de la crème glacée, ils sont la source de matières grasses laitières et de matières sèches dégraissées du lait (Board, 2006) qui regroupent les protéines, le lactose et les minéraux (Ciobanu,

1976). Les variables liées aux ingrédients laitiers exerçant une influence profonde sur la saveur et la texture du produit congelé (**Kilara et Chandan, 2007**)

Ils sont également responsables d'une partie de la dépression du point de congélation et d'une augmentation de la viscosité. Les protéines servent en partie à stabiliser le mix lors de l'incorporation de l'air et sont essentielles dans la formation de membrane de globule gras lors de l'homogénéisation (**Walstra, 1999**). Le lactose abaisse le point de congélation de l'eau, en évitant la gélification partielle de l'eau, ce qui empêche la crème glacée de devenir un morceau de glace (**Quellen- Field, 2007**). Le calcium est le minéral prédominant dans le lait, au-delà de son rôle en tant que nutriment essentiel, sa forme et sa solubilité affectent directement la stabilité des protéines et indirectement l'agglomération de matières grasses. En outre, le calcium est également un élément important de la valeur nutritionnelle des produits laitiers et peut être augmenté pour soutenir les allégations nutritionnelles (**Tharp et Yong, 2012**).

## **2. Matière grasse**

### **➤ Matière grasse laitière**

Traditionnellement, la matière grasse du lait a été utilisée dans la production de crème glacée, sous forme de crème, de lait ou sous forme de graisse de lait anhydre ou d'huile de beurre (**Ludvigsen, 2014**). Le seuil minimum en matières grasses laitières est passé en 2008, de 8 % à 5 % (**DGCCRF, 2016**).

La matière grasse laitière est essentielle, car elle fournit à la crème glacée sa saveur riche, douce, pleine et crémeuse. La graisse augmentera également la viscosité du mélange et fournira une glace plus fluide (**Bot et al., 2003**). En plus, les triglycérides de la matière grasse laitière fondent sur une large gamme de températures. Une partie de la graisse butyrique se transforme presque en beurre pendant l'agitation, ajoutant une texture unique à la crème glacée (**Quellen-Field, 2007**). Au cours de la congélation et l'agitation dans le cylindre du congélateur, les globules gras sont exposés à la force de cisaillement qui provoque leurs éclatement, en donnant une coalescence partielle (**Bot et al., 2003**).

### **➤ Graisses végétales**

L'utilisation de graisses autre que la graisse du lait est interdite par la loi dans un grand nombre de pays. Cependant, elles sont autorisées à être utilisées au Royaume-Uni, la Suède, la Belgique, le Danemark et les Pays-Bas, à condition qu'elles présentent un point de fusion inférieur à 37 °C, pour éviter qu'une sensation "accrochée" soit laissée dans la bouche.

Les graisses les plus couramment utilisées sont l'huile de palmiste partiellement hydrogénée et l'huile de noix de coco, mélangées convenablement pour donner une gamme de fusion satisfaisante. Des arômes appropriés doivent être ajoutés selon les besoins, car ces huiles sont généralement fades. De plus, l'addition de graisses et d'huiles non originaires du lait doit être mentionnée sur l'étiquette (**Papademas et Bintsis, 2005**).

### **3. Sucres**

Le sucre, souvent le saccharose, est essentiel au goût et à la dépression du point de congélation. Très peu de sucre peut provoquer la formation de trop de glace, trop de sucre rend souvent la crème glacée très douce. Pour remédier à cela, une partie du saccharose est remplacée par un substitut tel que le sirop de glucose, qui est moins doux et conduit à une plus grande dépression du point de congélation (**Walstra et al., 2005**).

### **4. Stabilisants**

Agents épaississants constitués de macromolécules à poids moléculaire élevé (hydrocolloïdes, polysaccharides comme xanthane, l'amylose ou l'amylopectine de l'amidon, des gommes variées comme le guar ou la caroube, des protéines, etc.) qui fixent l'eau dans des structures de types gel (**Perez, 2001**), ces substances affectent également la consistance et en conséquence le transfert de chaleur pendant la congélation (**Walstra, 2005**).

### **5. Emulsifiants**

Petites molécules tensio-actifs généralement intégrées avec les stabilisants dans les mélanges dont leur fonction est très différente. Les émulsifiants utilisés dans la fabrication de la crème glacée sont de deux types principaux: les mono- et diglycérides et les esters de sorbitan. De ce dernier, le polysorbate est un promoteur très fort de la déstabilisation des graisses dans la crème glacée et est utilisé dans de nombreux mélanges de stabilisants commerciaux (**Goff, 2016**). Les principaux types d'émulsifiants utilisés dans les crèmes glacées sont le monostéarate de glycérol, les polysorbates et le monostéarate de glycérol, le polysorbate et le monopalmitate de glycérol qui aident à la stabilisation du mélange en déversant les protéines de la surface des gouttelettes de graisse (**Msagati, 2012**). Les émulsifiants ont également un effet sur la taille des cristaux de glace et autres desserts congelés contenant de la matière grasse. Cette dernière est présente dans un état complexe où une partie est déstabilisée. Les émulsifiants sont utilisés pour favoriser cette déstabilisation/coalescence partielle permettant ainsi la distribution et le développement des bulles d'air stables.

Il est probable que la distribution de cellules d'air fines et les graisses partiellement coalescentes dans la crème glacée contiennent les cristaux de glace dans un réseau de cellules de graisse et d'air, ce réseau réduit le transport de l'eau liquide entre les cristaux de glace en bloquant physiquement la diffusion. Cela force la recristallisation dans les espaces du réseau, limitant la croissance de la glace dans le processus. Les graisses et les crèmes glacées émulsionnées sont souvent plus résistants au choc thermique (**Barfod et Sparso, 2007**).

### **6. Épaississants et 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. De nombreux additifs sont autorisés par la réglementation tels que les alginates de sodium (E401), de potassium (E402), et d'ammonium (E403), l'agar-agar (E406), la farine de graines de caroube (E410), la farine de graines de guar (E412), la pectine (E440 i), la pectine amidée (E440 ii), les carraghénanes (E407), la gomme xanthane (E415) et la carboxyméthylcellulose (E466) (**Boutonnier, 2001**).

### **7. 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), de calcium (E333) (**Boutonnier, 2001**).

### **8. Colorants et arômes**

Les arômes sont ajoutés pour augmenter l'acceptabilité et améliorer la qualité sensorielle, et les colorants pour améliorer son apparence et identifier l'arôme utilisé. Ces colorants et les arômes doivent être ajoutés au mélange après la pasteurisation (**Pruthi, 1999**).

## **IV. Deux constituants fondamentaux des glaces**

### **1) Air**

L'air, qui est incorporé à débit variable dans le mix, a été préalablement filtré. Il remplit plusieurs rôles principaux dans les glaces. 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 celles-ci, de même que leur prix de revient. C'est la raison pour laquelle la glace est un des rares produits alimentaires solides vendus au litre. L'air étant un isolant thermique, il confère à la glace une meilleure résistance à la fonte lors d'une élévation de 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 mettre en œuvre, tant au niveau industriel (formage par extrusion) qu'au niveau ménager (réalisation de tranches et de boules), à une température négative et que l'on peut consommer sans décongélation préalable. Cela dit, si l'incorporation d'air dans le mix est aisée avec les appareils continus, sa stabilité dans la glace est assujettie à la présence dans le mélange de composants à fort pouvoir moussant et ce d'autant plus que la crème glacée est riche en matière grasse, dont le rôle antimousse n'est plus à démontrer. C'est la raison pour laquelle 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 %, tandis que certains produits peuvent atteindre voire dépasser le taux de foisonnement légal fixé à 2. (**Boutonnier, 2001**).

## 2) 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 physico-chimique complexe des glaces. Par ailleurs, elle doit être d'excellente qualité bactériologique afin de ne pas véhiculer de germes microbiens (**Boutonnier, 2001**).

Néanmoins, une quantité d'eau excessive dans le mix va affecter de manière significative, à la fois la qualité organoleptique (sensation granuleuse due à une taille importante de cristaux de glace, et sensation aqueuse lors de la fonte en bouche) et la stabilité du produit fini (accélération de la vitesse de fonte en raison d'une quantité d'eau libre excessive). cas le lait concentré, tout en recourant, en tant que substitution partielle, à des produits élaborés que sont les lacto-remplaceurs, eux-mêmes d'origine majoritairement laitière (**Boutonnier, 2001**).

## *Chapitre II*

### *Propriétés des crèmes glacées*

I. Propriétés physico –chimiques

D'un point de vu physico-chimique, 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 fragiles ces systèmes dispersés et seule une température négative est capable en figeant les dispositifs de stabiliser ces produits dans le temps. (Boutonnier, 2001)

Ainsi tout écart de température accélère la maîtrise de ce paramètre est fondamentale dans toute la filière pour assurer une qualité irréprochable au consommateur. (Boutonnier, 2001)

L'eau est à la fois dispersante et dispersée .En effet une fraction de celle-ci est dispersée à l'état solide sous forme de cristaux et par conséquent elle est indisponible comme réactif pour d'éventuelles réactions chimique .De même, en tant que phase dispersante, elle se présente sous forme d'eau liée à des polymères tels que les protéines ou les hydrocolloïdes ajoutés, en revanche au gré d'éventuelles remontées de température. Une fraction de la glace peut passer à l'état liquide et provoquer de profondes évolutions, toujours négatives au sein du système (Boutonnier, 2001)

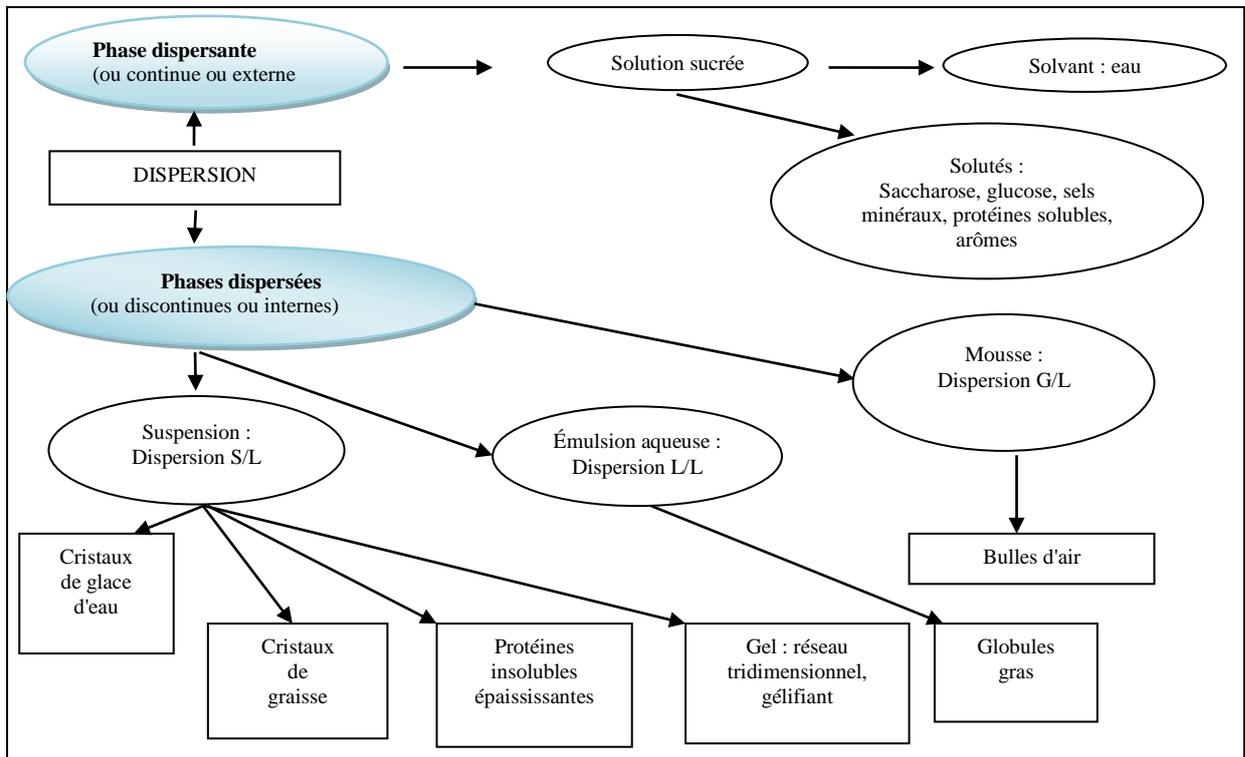


Figure 02 : La crème glacée un système très disponible (Boutonnier,2001).

**❖ Propriétés physico-chimiques des mélanges****a) Viscosité**

Qui mesure la résistance à l'écoulement est une caractéristique essentielle des mélanges. Une façon rapide et simple de mesurer la viscosité est de déterminer le temps mis une pipette pour se vider, comparativement à l'eau un mélange met 50 à 300 fois plus de temps.

La viscosité influence le rendement, c'est-à-dire l'incorporation d'air.

Dans un mélange à faible viscosité, la formation des bulles d'air se fera difficilement. Par contre, un mélange trop visqueux nuit au fouettage. Par ailleurs, un mélange plus visqueux se pompe moins bien ce qui va nuire à son transfert dans l'usine (**Tirard collet, 1996**).

**b) 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, les rendements diminuent et la fonte de la crème s'accompagne d'une séparation du sérum. (**Tirard collet, 1996**).

**c) 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 donnée est particulièrement utile pour contrôler le volume d'air ajouté et donc le rendement (**Tirard collet, 1996**).

**d) Quantité du solide**

Dans les sorbets plus particulièrement cette quantité est directement reliée au solide soluble qui va jouer un rôle essentiel dans l'aptitude du mélange à la congélation et au foisonnement. Les solides solubles sont mesurés par réfractomètre (**Tirard collet, 1996**).

**II. Évaluation sensorielle**

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 d'environ -15°C, température à laquelle le produit conserve ses propriétés physiques et peut alors être évalué facilement.

Si la surface de la crème glacée a été exposée à l'air froid et qu'elle se dessèche, on doit enlever la surface.

L'échantillon que l'on emploie pour vérifier les qualités de fonte ne doit pas être nécessairement large, cependant les différents échantillons devront être de volumes identiques, placez les échantillons bien à la vue, de façon à pouvoir les examiner facilement. L'examen d'un contenant est fait par une seule personne de manière à ne pas faire connaître aux membres du panel la provenance des échantillons.

De même la couleur sera jugée lorsque les juges recevront une partie du produit dans une assiette (**Tirard collet, 1996**).

La sortie de plusieurs échantillons du congélateur en même temps à éviter.

Lorsque on a sorti un contenant, on prépare les portions rapidement.

Lorsqu'il reçoit le produit à évaluer, le juge note la couleur du produit. Peu d'information est fournie par la senteur du produit à cause de la température. Avec une cuillère le juge peut noter facilement certaines caractéristiques du corps et texture soit la présence de particules de glace ou si le produit est léger ou trop consistant. Ces constatations sont aussi faites en pressant le produit entre la langue et le palais (**Tirard collet, 1996**).

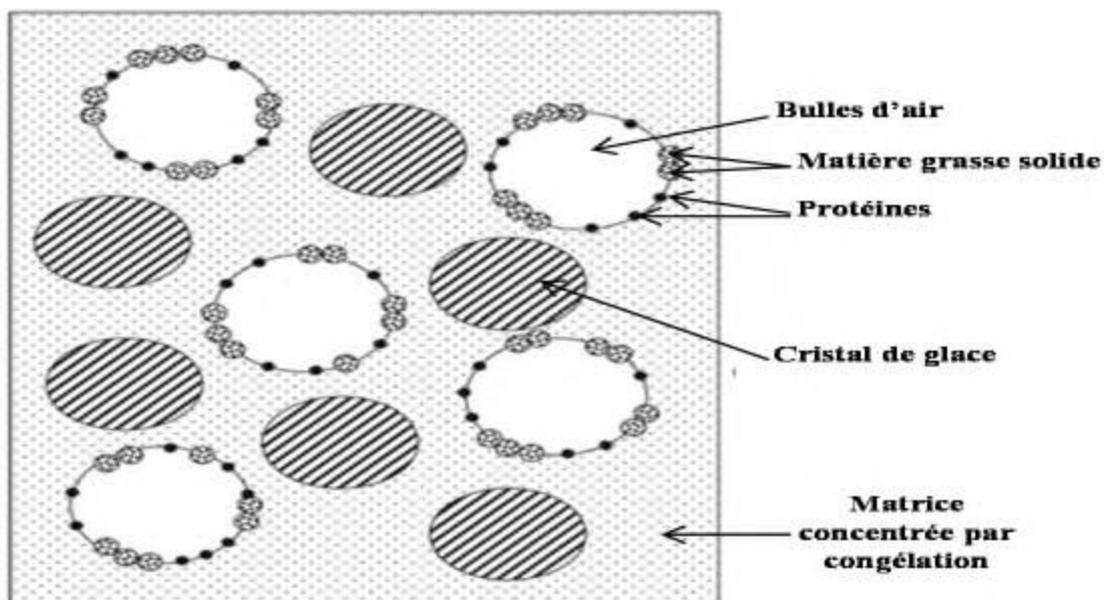
Lorsque le produit fond et se réchauffe dans la bouche, on commence à noter les sensations de saveur.

Lorsque le produit a atteint la température du corps ou un peu avant. Les défauts de saveur s'il y en a, auront été perçus. À ce moment on rejette l'échantillon, il est important de bien se rincer la bouche entre chaque échantillon. On note soigneusement ses constatations et le pointage alloué sur la feuille prévue à cet effet (**Tirard collet, 1996**).

### **III. Structure de la crème glacée**

La crème glacée est une dispersion colloïdale complexe constituée de particules de crème glacée et de bulles d'air, c'est une émulsion (ou dispersion) de graisse semi-solide, d'agrégats de protéines, de sucres et de modificateurs de viscosité (polysaccharide). L'émulsion stabilisée par les protéines est rapidement refroidie de sorte que la graisse commence à cristalliser et à devenir des particules semi-solides (**Karaman et Pashley, 2005**).

Les éléments structurels de la crème glacée sont des cristaux de glace de diamètre de 50 µm, de bulles d'air de 60-150 µm de diamètre, des globules gras de 5-10 µm. La matière grasse est principalement attachée aux bulles d'air (figure 03). Les bulles d'air ont une fonction triple: ils réduisent la valeur nutritionnelle, ramollissent le produit et empêchent une forte sensation de froid pendant la consommation (**Belitz et al., 2009**).



**Figure 03** : schéma représentant la structure de la crème glacée (Scolten et Peters, 2013).

#### IV. Microbiologie de la crème glacée

La crème glacée est un produit à base du lait, est un bon support pour la croissance microbienne en raison de la valeur nutritive élevée, pH voisin de la neutralité (pH ~ 6-7) et la longue durée de conservation. (FEHD, 2001 et Mahmud-Hossain, 2012). En outre, la qualité de la crème glacée dépend de facteurs extrinsèques qui incluent la fabrication, de même que des facteurs intrinsèques qui incluent la proportion d'ingrédients utilisés. Les principales sources de contamination microbienne des crèmes glacées incluent l'eau et le lait cru, alors que les sources secondaires incluent les agents aromatisants, la manipulation des ustensiles. On a signalé que la source possible de ces microorganismes dans les crèmes glacées comprenait les matières premières utilisées pour la composition de la crème glacée, telles que le lait et le lait en poudre, la crème, les aromatisants et les substances colorantes, ainsi que l'air contaminé pendant le traitement de la crème glacée (khalil et al., 2009), bien que les étapes de pasteurisation, de congélation et de durcissement dans la production puissent éliminer la plupart des dangers microbiens, mais de nombreux dangers pour la santé persistent en raison de diverses conditions.

De nombreux psychrophiles et microorganismes psychotolérants comme *listeria monocytogens*, *Salmonella* (Mahmudhossain, 2012 et Pal et al., 2015), *staphylococcus aureus*, *Bacillus*, *Shigella*, *Streptococcus*, *Pseudomonas*, *Campylobacter*, *Brucella* (Mahmudhossain, 2012) et *Yersinia enterocolitica* sont généralement présents dans la crème glacée et peuvent survivre dans les aliments mêmes à basse température. En outre, la présence de

coliformes dans des produits congelés comme la crème glacée est une indication de contamination post-pasteurisation (**Pal et al.**, 2015).

▪ **Effet de la congélation sur les microorganismes dans la crème glacée**

Les conditions de congélation mettent des contraintes sévères sur les microorganismes dans le mélange. Les facteurs qui affectent la survie des microorganismes pendant la congélation et le stockage comprennent le type et l'état physiologique des cellules, la composition de l'aliment, le traitement de l'aliment avant la congélation, de congélation, et les conditions de stockage. Les crèmes glacées autours des cellules microbiennes réduisent la quantité d'eau libre et la formation de la glace à l'intérieur des cellules ce qui provoque la lyse cellulaire, en conduisant à la mort cellulaire. En général, les bacilles Gram négatifs et les cellules végétatives des levures et des moisissures sont plus facilement tuées que les bactéries Gram-

Positives et les spores bactériennes et fongiques. En plus, les bactéries capsulées survivent mieux que les mêmes souches a capsulées (**Marshall** ,2001).

**V. Valeur nutritionnelle de la crème glacée**

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).

**VI. Facteurs affectant la qualité de la crème glacée**

Les principaux facteurs affectant la qualité de la crème glacée peuvent être divisés en deux : les facteurs associés à la composition et liés au processus de fabrication (**Goff** ,2016). En effet, les problèmes de fabrication de la crème glacée sont récapitulés dans le tableau 02.

**Tableau02** : les problèmes de fabrication de la crème glacée (GRET, 2011).

Nature	Origines possibles
Texture grossière et sensation aqueuse.	Refroidissement trop lent. Remontées de température du produit après le glaçage.
Texture friable.	Teneur insuffisante en matière, foisonnement excessif, bulles d'air trop grosses et doses de stabilisants insuffisants.
Texture humide.	Foisonnement insuffisant, dose trop élevée en sucre ou teneur en matière sèche trop élevée.
Texture collante, pâteuse.	Matière sèche en quantité excessive. Dose de stabilisants excessive.
Texture grasseuse.	Barattage excessif dans la turbine, dose de matière grasse trop importante, température d'entrée dans la turbine trop élevée et refroidissement trop lent.
Texture granuleuse.	Cristaux de glace de taille excessive et répartition hétérogène, grosses bulles d'air, glaçage et surgélation trop lents, fluctuation de température, hydratation insuffisante des protéines et doses insuffisantes de stabilisants.
Texture pelucheuse ou neigeuse.	Grosses bulles d'air, incorporation excessive d'air (taux de foisonnement trop important par rapport à la quantité de matière sèche).
Texture sableuse.	Gros cristaux de lactose, trop de lactose par rapport à la matière sèche, fluctuations de température et température excessive en sortie de turbine.
Glaçage contracté, rétréci.	Température trop basse lors du glaçage ou de la surgélation, foisonnement excessif et finesse excessive de la texture.
Fonte de la crème glacée hétérogène.	Acidité excessive, fonte et recristallisation dans la turbine et stockage prolongé à basse température.
Fonte difficile de la crème glacée.	Souvent accompagnée de défauts de texture, teneur excessive en matière grasse, température en sortie de la turbine trop basse, refroidissement trop lent.
Fonte exsudative de la crème.	Déséquilibre dans la formulation du mix, dose insuffisante de stabilisants et ingrédients de mauvaise qualité.
Fonte mousseuse.	Foisonnement excessif.
Hétérogénéité de la couleur.	Solubilité du colorant, mélange insuffisant dans le mix et stockage prolongé à basse température avec rétrécissement (altération de la couleur en surface).
Défauts de goût.	Oxydation de la matière grasse, acidité trop forte des ingrédients laitiers, amertume due à la mauvaise qualité du lait réfrigéré, goût de cuit dû à une mauvaise agitation au cours de la pasteurisation et goût salé dû à une teneur en matière sèche excessive.

## VII. Risques sanitaires liés à la consommation des crèmes glacées

Les membres de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), ont exprimé leur inquiétude au sujet de la sécurité sanitaire des aliments aux niveaux qu'international. L'incidence croissante des maladies d'origine alimentaire aux cours des dernières décennies semble dans de nombreux pays être liée à une augmentation des maladies dues à la présence de microorganismes dans les aliments (**Abdelhakim EL Allalami et al.**, 2010).

## VIII. Les intoxications alimentaires

Les intoxications résultent de l'ingestion d'une toxine préformée dans l'aliment. Il s'agit essentiellement des intoxications botuliniques, *staphylococciques* et à *Bacillus*. Les microorganismes synthétisent ces toxines de nature protéique au cours de la phase exponentielle de croissance (*C. botulinum*) ou en fin de cette phase (*S. aureus*) (**Amatrose J.M.**1997).

### 1. Les toxi-infections alimentaires collectives (TIAC)

Elles sont fréquentes et parfois graves, elles représentent un véritable problème de santé publique et sont de ce fait, incluses parmi les maladies transmissibles à déclaration obligatoire. Un foyer de toxi-infection alimentaire collective (TIAC) est défini comme la survenue d'au moins 2 cas similaires d'une symptomatologie, en général gastro-intestinaux, dont on peut rapporter selon (**Haeghbaer et al.**,1997). La cause à une même origine alimentaire, le diagnostic est d'abord clinique et la symptomatologie est fonction de l'agent responsable. Les signes digestifs (diarrhées, vomissement, nausées, douleurs abdominales) peuvent s'accompagner de signes généraux (fièvre).

Trois agents pathogènes semblent ainsi être la plupart du temps mis en cause lors de T.I.A.C : *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* et *Clostridium perfringens perfringens*. Les aliments qui apparaissent le plus à risque sont les œufs, les poissons, crustacés et les viandes en général (**Belomaria et al.**, 2007).

### 2. Prévention des toxi-infections alimentaires

La sécurité bactériologique est le critère de base de la sécurité alimentaire. La présence dans un aliment d'une bactérie potentiellement pathogène n'entraîne pas forcément une TIA symptomatique.

En effet, les germes dans l'aliment se trouvent dans un environnement physico-chimique variable dans les conditions peuvent ne pas être favorable à leur développement (température, PH, substances inhibitrices.....).D'autre part le micro-organisme n'est pas seul, mais se trouve au sein d'une population bactérienne ou la compétition existe entre chaque espèce présente .En conséquence, si les bactéries sont déjà présentes dans aliment ou si elles sont involontairement ajoutées au cours de la préparation, il faut à tous pris éviter leur multiplication avant la consommation de l'aliment. (**L'institut Danone France loi 1901**) .

Dans le cas des glaces, la prévention des toxi-infections alimentaires impose de respecter la chaîne du froid et les bonnes pratiques d'hygiène, depuis la fabrication jusqu'au stockage, distribution et consommation ; et d'éviter de laisser les à une température ambiante qui favorise la multiplication des bactéries. (**L'institut Danone France loi 1901**) .

En outre, au niveau industriel ou collectif, il est primordial de disposer de matière première (œuf ; sucre, additifs) contrôlée comme étant « microbiologiquement propres » .Mais il convient aussi de stocker les produits fragiles dans enceintes frigorifiques et de respecter la chaîne de froid sans rupture de celle-ci. Toutefois, au niveau individuel et familial, les règles à respecter sont finalement extrêmement proches de celle préconisée pour les collectivités : il faut maintenir la chaîne du froid, conserver les produits au réfrigérateur, laver les mains avant de toucher un aliment et vérifie la propreté des instruments utilisés (**L'institut Danone France loi 1901**).

### **IX. Flaveur et qualité organoleptique**

La teneur en matière grasse influence la rétention d'arome dans une crème ainsi que son gout. Des crèmes à faible teneur en matière grasse (0 – 30%) avec de fortes concentrations en vanille et hexanal sont perçues comme étant collantes, cristallisées, au gout de rassis et à fusion rapide. Des arômes comme les méthylcétones qui ont une flaveur grasse, de lait chaud, sont corrélés avec un gout de crèmes glacées riche en matière grasse.

La nature de l'aromatisant utilisé dans une crème glacée à la vanille joue un rôle important.

La comparaison de la qualité organoleptique de crèmes glacées aromatisées à la vanille sous différentes formes (extrait au CO<sub>2</sub> supercritique, extrait par solvant, arôme vanille commerciale naturelle et vanilline) montre des différences de perception qui vont de crémeux à gout de carton. Le gout crémeux correspond à une grande solubilité des extraits dans la matière grasse et le gout de carton est dû à la solubilité de la vanille dans l'eau .Le gout le plus équilibré est celui de la vanille commerciale naturelle.

Dans le cas de la vanille, la perte d'arome par dégagement dans l'atmosphère augmente avec le temps. Pour améliorer la rétention de la flaveur, on peut envisager l'encapsulation de l'extrait de vanille dans un mélange de matière grasse et d'émulsifiant (**Mathlouthi**, 2004).

La température de consommation d'une crème glacée influence l'appréciation de ses qualités sensorielles. La température optimale semble se situer aux environs de  $-12^{\circ}\text{C}$ , même si on peut les servir entre  $-5$  et  $-20^{\circ}\text{C}$ . Une augmentation de la température de  $-14$  à  $-7.8^{\circ}\text{C}$  a permis une plus grande appréciation de l'arome de vanille, de même la saveur sucrée est-elle ressentie plus intense (**Mathlouthi**, 2004).

Parmi les constituants de la crème glacée, le sucre a été trouvé par un jury de dégustation comme étant le constituant déterminant de la texture et de la tenue en bouche. Les membres de jury, en particulier, et les humains en général semblent discriminer plus facilement des différences de teneurs en sucre que celles de matières grasses. L'addition de graisses augmente les notes crémeuses, le goût de beurre et l'enrobage de la bouche, aussi bien le sucre que la matière grasse diminuent la sensation de froid et la perception des cristaux de glace ainsi que la fusion en bouche (**Mathlouthi**, 2004).

*Chapitre III*  
*Technologie de fabrication des*  
*crèmes glacées*

**I. Réception de la matière première**

Selon leur forme, les matières premières sont stockées en cuves silos ou sacs. L'organisation de la réception dépend de la capacité de l'unité de production. Les produits secs utilisés en quantités relativement limitées, tels que la poudre de lait, les stabilisants et les émulsifiants, la poudre de cacao, etc. ... , sont généralement livrés en sacs. Le sucre et la poudre de lait peuvent être livrés en conteneurs et acheminés par air comprimé vers des silos, la matière première en vrac telle que le sucre et la poudre de lait peuvent être vidés par des machines spéciales (Bylund, 1995).

**II. Formulation**

Il convient de déterminer minutieusement le poids et/ou le volume de chacun des ingrédients avant de les mélanger. Pour obtenir un mélange bien équilibré (Bylund, 1995).

**III. Pesage, dosage et mélange**

En général, tous les ingrédients secs sont pesés, alors que les ingrédients liquides peuvent être pesés ou dosés au moyen de compteurs volumétriques.

Dans les unités à petit débit et à faible production, les ingrédients secs sont généralement pesés et introduits manuellement dans les cuves de mélange.

Ces cuves sont conçues pour le chauffage indirect et équipées d'agitateurs efficaces.

Les grosses unités de production utilisent des systèmes discontinus ("par batch") automatiques, souvent construits sur mesure pour répondre aux spécifications d'utilisateurs (Bylund, 1995).

**IV. Pasteurisation**

La pasteurisation est effectuée par un processus de chauffage, souvent à des températures d'environ 70 °C pendant 10 à 30 minutes, elles sont supérieures à celles 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).

Le but principal de la pasteurisation est d'éliminer les agents pathogènes dans le mélange de la crème glacée pour rendre le produit sûr à consommer (Mohan et al., 2014), le chauffage affecte également la structure physico-chimique du mélange, en fondant l'émulsifiant et activant les stabilisants pour qu'ils soient introduits dans la solution colloïdale de la crème glacée.

Les protéines du lactosérum présentes dans la MSD du lait sont partiellement dénaturées et se déforment en exposant la portion lipophile de la molécule à la matière grasse, en conséquence, les protéines du petit-lait commencent à agir en tant qu'émulsifiants tandis que, en même temps, la capacité de liaison à l'eau est augmentée. La dénaturation augmente également le nombre de sites de liaison disponibles pour les interactions protéines/hydrocolloïdes et augmente ainsi l'action de stabilisants tels que le carraghénane.

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

#### **V. Homogénéisation**

Ce processus réduit la taille des globules gras et produit un mélange homogène. Les refroidisseurs refroidissent le mélange à une température de 40 °C au plus froide. Après le refroidissement, le mélange peut aller directement au freezer ou à de petits réservoirs où des arômes comme la vanille ou le chocolat sont ajoutés (Webb et Arbruckle, 2012).

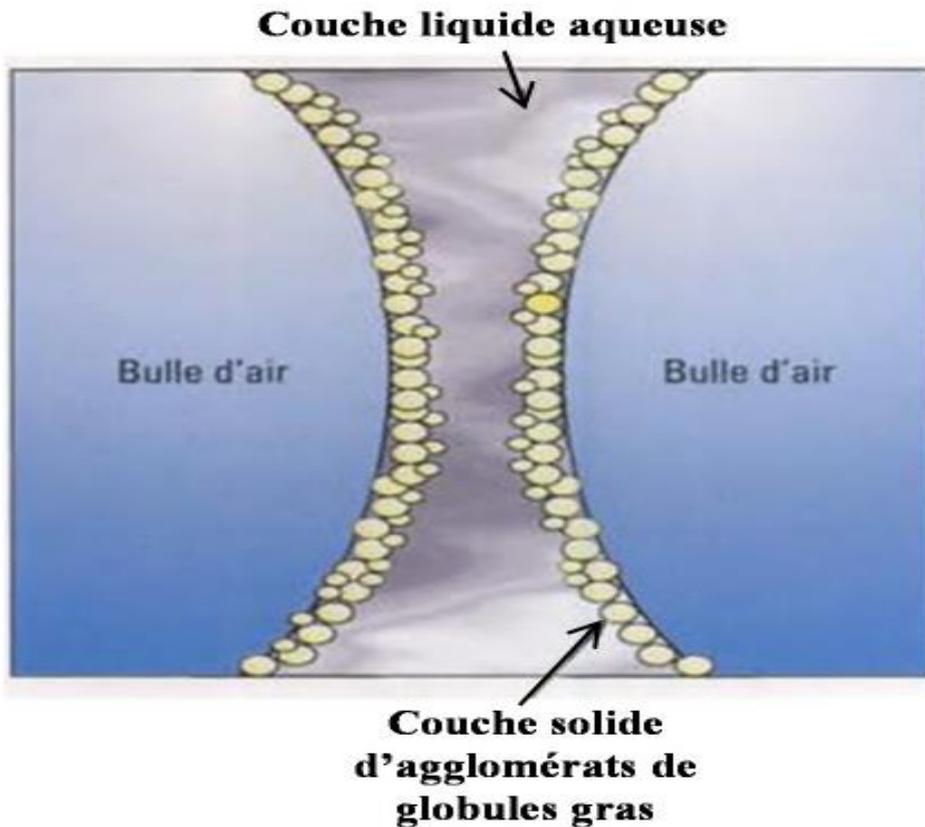
#### **VI. Maturation**

Un temps de maturation de 4 heures ou plus est recommandé après le traitement du mélange avant la congélation. Cela permet l'hydratation des protéines et des stabilisants du lait (une certaine augmentation de la viscosité survient pendant la maturation), la cristallisation des globules gras et le réarrangement de la membrane, pour produire une texture plus lisse et un produit de meilleure qualité. La température du mélange doit être maintenue aussi faible que possible (au-dessous de 4 °C) sans congélation (Goff et Hartel, 2004).

#### **VII. Foisonnement**

Les propriétés de texture uniques et la sensation en bouche de ces produits proviennent des petites bulles d'air dispersées. Dans la plupart de ces produits, les protéines sont les principaux agents tensio-actifs qui aident à la formation et à la stabilisation de la phase gazeuse dispersée. En général, les mousses stabilisées par des protéines sont formées par le soufflage ou l'agitation d'une solution de protéines. La propriété moussante d'une protéine se réfère à sa capacité à former un mince film résistant aux interfaces gaz-liquide de sorte que de grandes quantités de bulles d'air peuvent être incorporées et peuvent être stabilisées (figure 04). Le taux de foisonnement peut être exprimé comme suit (Fennema, 1996):

$$\text{Foisonnement} = \frac{\text{Volume de la mousse} - \text{volume de liquide initial}}{\text{Volume du liquide initial}} * 100$$



**Figure04** : phénomène observé à l'interface gaz liquide (Boutonnier et Tirard-Collet,2002).

### VIII. 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 (Varnam, 2012) et transféré au processus de durcissement ou surgélation finale.

Cette étape a pour principaux objectifs de poursuivre la cristallisation de l'eau libre congelable, ce qui nécessite un abaissement de la température à cœur à -20 °C, et la stabilisation microbiologique du produit fini. Compte tenu du fait que le produit est immobile, massif et souvent conditionné dans un emballage constituant une barrière à l'échange thermique, on utilise des températures relativement basses, comprises entre -35 et -45 °C, ainsi que des vitesses d'air et des coefficients de brassage élevés. Les équipements les plus rencontrés en industrie sont des tunnels dynamiques (**Boutonnier et Tirard-Collet, 2002**).

### **IX. Emballage et stockage**

Pour assurer une bonne conservation, la chaîne du froid doit être respectée : les produits sont stockés à -20 °C et transportés à -25 °C/ -30 °C pour finir dans le congélateur familial à -18 °C (**Jeantet et al., 2008**).

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

Les opérations unitaires, leurs types et leurs rôles ont été résumés dans le tableau 03.

**Tableau 03** : étapes de fabrication de la crème glacée (Branger, 2007) .

Opération unitaire	Type d'opération	Rôles
Mélange des ingrédients	Mélange solide/liquide	Faciliter la dissolution des poudres. Baisser la viscosité.
Homogénéisation	Réduction de la taille	Réduire la taille des globules gras pour empêcher la coalescence des nouveaux globules formés. Disperser les éléments de la suspension. Désagréger les agrégats. Stabiliser l'émulsion.
Pasteurisation	Stabiliser par la chaleur	Détruire tous les microorganismes pathogènes et une grande partie de la flore d'altération. Dénaturer certaines protéines. Solubiliser certains agents de texture.
Maturation	Stabiliser par le froid	Cristalliser partiellement la matière grasse. Parfaire l'hydratation des protéines du lait et des stabilisants.
Foisonnement	Mélange liquide/gaz	Disperser du gaz pour rendre la texture aérée.
Glaçage	Stabilisation par le froid négatif et mélange	Cristalliser une partie de l'eau du mélange. Répartir les bulles d'air. Libérer la matière grasse liquide qui va former un film autour des bulles d'air pour les stabiliser. Texturer le produit.
Formage	Conditionnement	Doser la crème glacée dans les contenants.
Surgélation	Stabilisation par le froid négatif	Poursuivre la cristallisation de l'eau libre congelable. Pour stabiliser la mousse. Stabiliser le produit de point de vue microbiologique. Stabiliser la texture du produit dans le temps.

# ***PARTIE EXPERIMENTALE***

# ***MATÉRIELS ET MÉTHODES***

**Objectifs**

Les crèmes glacées sont constituées de produits divers ; Ces produits, agréables au goût et nutritifs, constituent un milieu très favorable à la prolifération microbienne.

La durée de conservation des crèmes glacées a une relation inséparable entre ses composants et les conditions de conservation; l'aliment est par le temps et sous l'action de plusieurs agents biologiques, mécaniques ou physiques liés à sa nature ou aux conditions subites des modifications qui altèrent soit la valeur nutritionnelle ou la qualité gustative . Sur le côté sanitaire, ces altérations peuvent provoquer des intoxications mortelles.

C'est dans ce contexte qu'on se propose dans ce travail d'étudier l'effet des différentes durées de conservation sur les qualités nutritionnelles et physicochimiques des crèmes glacées commercialisées dans la wilaya de Mostaganem.

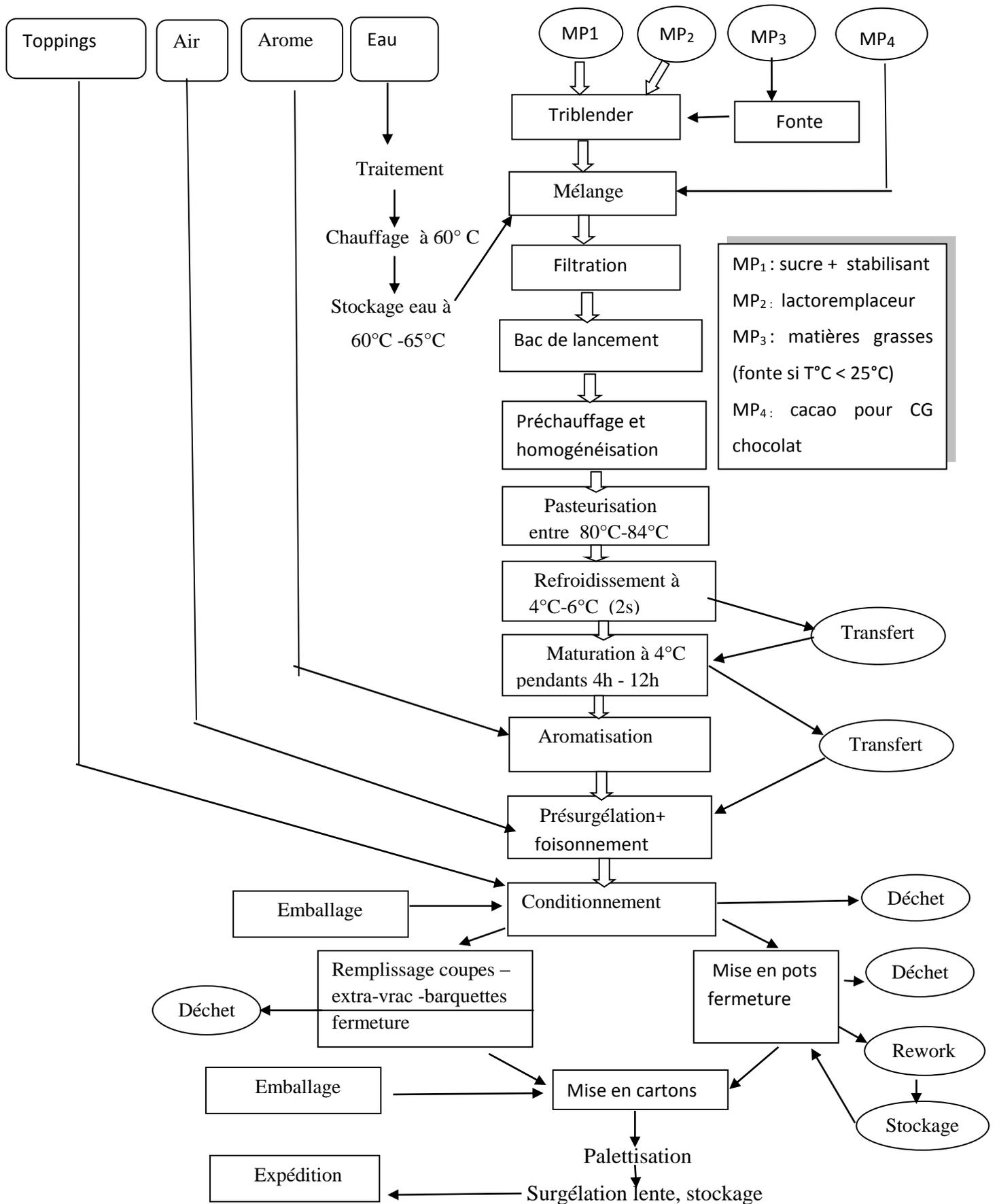
**I. Présentation de l'unité**

L'unité «**GLACES -MOSTA** » est une petite entreprise privée familiale à responsabilité limitée (**S.A.R.L**), elle a été créée en 1992, par les frères Bouamrane, elle se situe à Sayada Kheireddine de la wilaya de Mostaganem.

L'activité de l'entreprise est saisonnière, la production commence en mois de mars et se termine en mois de septembre .

La Sarl **GLACES –MOSTA** s'engage à mobiliser tous les moyens matériels, humains et financiers dont elle dispose pour la mise en œuvre d'un système de management de la sécurité des denrées alimentaires conformément à la méthode HACCP.

**II. Diagramme de production de la crème glacée**



➤ **Échantillonnage et techniques de prélèvement**

L'étape d'échantillonnage influence directement la qualité des résultats analytiques obtenus. Des précautions élémentaires doivent être prises pour obtenir un échantillon représentatif afin de minimiser les risques associés à la contamination de l'échantillon par le préleveur et de permettre le maintien de l'intégrité des échantillons.

- Les échantillons ont été prélevés à des dates différentes.

➤ **Prélèvement**

Les échantillons prélevés ont été acheminés immédiatement au laboratoire , dans une glacière maintenue à une température de  $5\pm 3^{\circ}\text{C}$ .

Un contrôle qualité des échantillons reçus a été fait systématiquement au laboratoire avant d'être analysés, il englobait :

La mesure de la  $T^{\circ}$  de la glacière ,

L'identification des échantillons,

L'heure de prélèvement,

Le délai de transport,

La conformité du prélèvement, etc,

**Tableau 4:** techniques de prélèvement .

Nature de l'échantillon	Date et heure de prélèvement	Informations relatives à l'échantillon
Produit fini de 1 jour Pot méga (fraise /vanille) 05 échantillons	27/05/2018 à 10/25	DF : 27/05/2018 DE : 27/11/2019 N° lot : 147
Produit fini d'un mois Pot méga (fraise /vanille) 05 échantillons	29/04/2018 à 08h40	DF : 29/04/2018 DE : 29/10/2019 N° lot : 119
Produit fini de 06 mois Pot méga (cassis/vanille) 05 échantillons	17/07/2017 à 13h34	DF : 17/07/2017 DE : 17/01/2019 N° lot : 198

### III. Analyses microbiologiques

Les analyses effectuées au laboratoire de microbiologie de l'université de Mostaganem sont portées sur le produit fini .

➤ **L'étude quantitativement globale**

Dénombrement des germes totaux (FMAT) .

Dénombrement des coliformes totaux(CT) .

Dénombrement de Staphylococcus aureus .

Dénombrement des Salmonelles.

➤ **Préparation des échantillons d'aliments pour analyse microbiologique**

**a) Solution mère (SM)**

La préparation de la solution mère consiste à peser aseptiquement dans un sachet stérile 25 g de l'échantillon, le mélanger ensuite avec une quantité neuf fois égale à celle de l'eau peptone tamponnée (EPT) soit (225 ml) et enfin souder le sachet en flambant son bord légèrement à la chaleur.

**b) Dilutions décimales subséquentes**

❖ **Principe:**

La préparation de dilutions décimales a lieu si nécessaire, en vue de réduire le nombre de micro-organismes par unité de volume pour permettre, après incubation, d'observer leur éventuel développement (cas des tubes) ou effectuer le dénombrement des colonies (cas des boîtes de pétri).

❖ **Protocole**

Transvaser, à l'aide d'une pipette stérile 1ml de la SM dans un tube de 9 ml de l'eau physiologique stérile. Mélanger le tout avec un agitateur mécanique (vortex).

Cette opération est répétée sur les dilutions décimales allant de  $10^{-2}$  à  $10^{-3}$  en utilisant à chaque dilution une nouvelle pipette stérile.

➤ **Broyage et homogénéisation**

L'utilisation d'un homogénéisateur de type péristaltique (Stomacher) est préconisée. Les Microorganismes seront délogés de l'échantillon par de forts jets de liquide et par l'écrasement de l'aliment. Habituellement, l'aliment devrait être homogénéisé pour une période d'une minute et demie jusqu'à 2 minutes.

➤ **Ensemencement**

Les échantillons sont ensemencés en profondeur ou en surface selon les flores recherchées et ceci en respectant les normes préconisées pour chaque germe recherché. Le tableau 5 montre un résumé des méthodes d'analyses utilisées .

**Tableau 5 : Résumé des méthodes d'analyse bactériologique utilisées**

Paramètre microbiologique	Volume d'inoculum	Milieu d'ensemencement	Méthode d'ensemencement	Condition d'incubation
FMAT	1 ml	PCA	En profondeur	30±1°C/ 72h
CT	1 ml	BCP	En profondeur	30±1°C/ 24h
Staphylococcus aureus	0.1 ml	Baird Parker	Par étalement	37±1°C/24h
Salmonella(*)	0,1ml de la culture de PE	Rappaport	Transfert dans un tube de 10ml	44±0,5°C/24h
	50 µl	Hektoen	Épuisement du bouillon sélectif sur le milieu HK	37±1°C/24h

**N.B :** (\*) signifie qu'un 1<sup>er</sup> enrichissement des Salmonella est réalisé en incubant la solution mère préalablement préparée 37±1°C/24h±3h.

➤ **Dénombrement et identification des germes**

**1. Dénombrement des germes totaux (FMAT)**

Sont des indicateurs du niveau d'hygiène générales et/ou flore d'altération, ils reflètent l'histoire du produit (mauvaise gestion du couple durée/température, rupture de la chaîne du froid). Cette flore peut comprendre des bactéries qui se multiplient à la température des réfrigérateurs (**Branger, 2007**).

➤ **Mode opératoire**

- À partir de la dilution décimale à l'aide d'une pipette pasteur porter aseptiquement 1 ml dans une boîte de pétri, verser ensuite la gélose (PCA).
- Repartir dans la boîte en faisant des mouvements de forme de huit pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose.
- Incuber les boîtes à une température de 30°C pendant 72h.

➤ **Lecture**

Un résultat positif se traduit par l'apparition des colonies blanches qui sont dénombrées à partir des boîtes contenant 15 à 300 colonies. Le nombre de germes (N) est exprimé en UFC/g ou ml du produit.

## 2. Dénombrement des coliformes totaux(CT)

Les deux groupes de microorganismes les plus utilisés comme indicateurs de contamination bactérienne sont les coliformes totaux et les coliformes fécaux. Le groupe des coliformes totaux comprend toutes les bactéries aérobies et anaérobies facultatives, Gram-, non sporulées, cytochrome oxydase négative en forme de bâtonnets qui font fermenter le lactose avec dégagement de gaz au moins de 48 h à 35 °C. Le groupe des coliformes fécaux comprend les coliformes pouvant former des gaz en moins de 24h à 44,5°C (Desjardins, 1997).

➤ **Mode opératoire**

- On transfère dans une boîte de pétrie stérile 1ml de la SM à l'aide de pipette stérile, puis on coule dans la boîte du milieu BCP préalablement refroidie. On mélange soigneusement l'inoculum, puis on incube à 30°±1°C pendant 21h±3h après solidification , après incubation à 30±1°C.
- La recherche des coliformes fécaux s'effectue de la même façon, sur le même milieu à partir de la solution mère. Incubation s'effectue à 44°C pendant 24 h.
- Pour chaque une des recherches, un témoin de gélose non ensemencée est accompagné.

➤ **Lecture**

L'apparition des colonies rouge brique sur un milieu de culture lactose sélectif et différentiel avec production d'acide indique la présence de coliformes totaux.

### 3. Dénombrement de *Staphylococcus aureus*

*S. aureus* doit son nom au pigment caroténoïde produit lors de la multiplication qui donne à ses colonies un jaune-orange. Pour isoler *S. aureus* dans des échantillons contaminés par une flore mixte, un milieu sélectif (Chapman le mannitol) contenant 7% de NaCl est nécessaire. Le mannitol est fermenté par le *S. aureus*, mais pas par les autres staphylocoques, ce qui permet de différencier les espèces (Ruocco et al., 2011). La fermentation du mannitol induit l'acidification du milieu ce qui provoque la décoloration du rouge phénol du rouge au jaune (Pommerville, 2007).

Le dénombrement a été réalisé pour le matériel et le produit fini.

#### ➤ Mode opératoire

Ensemencer en surface 0,1 ml sur milieu Chapman.

Étaler l'échantillon sur la surface.

Incuber à 37°C pendant 24h.

#### ➤ Lecture

Un résultat positif s'exprime par l'apparition des colonies dorées entourées d'une auréole jaune.

### 4. Recherche et dénombrement des Salmonelles

Les espèces de salmonella sont des bactéries asporulantes et mobile à Gram négatif, en forme de bâtonnet et aérobies ou anaérobies facultatifs. Ce genre est composé d'environ 2000 sérotypes dont l'habitat naturel est l'intestin des vertébrés. La plupart sont pathogènes pour l'homme, il est important d'éviter la présence des salmonelles dans l'alimentation (Huss, 1988).

#### ➤ Mode opératoire

##### ❖ Pré enrichissement

Prélever 10g de produits à analyser dans un flacon contenant 90ml d'eau physiologique et faire l'incubation à 37°C pendant 24 heures

##### ❖ Enrichissement

L'enrichissement doit s'effectuer sur le milieu sélectif : le milieu de sélénite de sodium (SFB) réparti de 10ml par tube.

##### ❖ Incubation

Le tube de sélénite de sodium sera incubé à 37°C pendant 24 heures.

### ❖ Isolement

Le tube fera l'objet d'un isolement sur :

Le milieu gélose HECKTOEN la boîte ainsi isolée est incubée à 37°C pendant 24 heures.

### ❖ Lecture

Les Salmonelles se présentent de façon suivante :

Colonie le plus souvent gris bleu à centre noir sur gélose HECKTOEN.

## IV. Analyse physicochimique

### 1. Mesure du pH

Le potentiel hydrogène (pH) est un coefficient qui caractérise l'acidité ou la basicité d'une eau. Une eau est acide si son pH est inférieur à 7, basique si son pH est supérieur à 7. Une eau est dite neutre si le pH est de 7. Le pH d'une eau naturelle dépend de son origine et de la nature des terrains traversés. Un  $\text{pH} < 7$  peut provoquer une corrosion des tuyauteries métallique et le  $\text{pH} > 8$ , il entraîne une diminution de l'efficacité du processus de désinfection au chlore et peut conduire à des dépôts incrustants dans les circuits de distribution (**Brémaud, 2006**).

#### ➤ Principe

Le terme pH est le logarithme décimal de l'inverse de la concentration des ions  $\text{H}^+$  :  $\text{pH} = \log (1/ [\text{H}^+])$  (**Sherwood et al, 2016**) déterminé en mesurant la différence de potentiel entre deux électrodes immergées dans une solution d'échantillon (**OFR, 2011**). La mesure s'effectue à 20°C.

#### ➤ Mode opératoire

- Le prérinçage des électrodes et du bécher à l'eau à analyser.
- Prolonger l'électrode dans le bécher contenant de l'eau à analyser.
- Rinçage de l'électrode à l'eau déminéralisée et la conserve dans l'eau déminéralisée.

Il est indispensable d'étalonner l'appareil.

La lecture se fait directement sur le pH-mètre.

### 2. Dosage de la matière sèche

La matière sèche est une fraction massique des substances restant après la dessiccation complète spécifiée dans la présente méthode.

**Note** - Des résultats corrects ne peuvent être obtenus si le mélange de l'échantillon n'est pas homogène ou si l'échantillon présente un début de barattage ou d'autres indices anormaux.

➤ **Mode opératoire**

❖ **Préparation de la capsule**

Chauffer une capsule à fond plat avec son couvercle posé à côté, dans l'étuve pendant au moins 1h. Mettre le couvercle sur la capsule et la placer immédiatement dans le dessiccateur.

Laisser refroidir à température ambiante (au moins 30 min) et peser à 0,1mg près.

❖ **Prise d'essai**

Peser rapidement, à 0,1mg près, 1 g à 5 g (suivant la teneur estimée en matière sèche) de l'échantillon préparé, dans la capsule préparée précédemment. Incliner la capsule de façon à étaler la prise d'essai uniformément au fond de la capsule.

❖ **Détermination**

- Placer la capsule, sans le couvercle, sur le bain d'eau (Bain d'eau bouillante) maintenu vigoureusement à l'ébullition, de sorte que le fond de la capsule soit exposé de façon maximale à la vapeur et directement chauffé par celle-ci. Laisser la capsule pendant 30 min.
- Retirer la capsule du bain d'eau et la chauffer, avec son couvercle posé à côté, dans l'étuve pendant 2h. Mettre le couvercle sur la capsule et la placer immédiatement dans le dessiccateur .
- Laisser refroidir la capsule à température ambiante (au moins 30 min) et peser à 0,1 mg près.
- Chauffer à nouveau la capsule avec son couvercle posé à côté dans l'étuve pendant 1h. Mettre le couvercle sur la capsule et la placer immédiatement dans le dessiccateur. Laisser refroidir la capsule à température ambiante (au moins 30 min) et peser à 0,1 mg près.
- Répéter les opérations spécifiées précédemment jusqu'à ce que la différence de masse entre deux pesées successives ne dépasse pas 1mg. Relever la masse la plus faible.

➤ **Expression des résultats**

❖ **Mode de calcul**

La matière sèche, exprimée en pourcentage en masse est égale à :

$$\frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \times 100$$

où

**m<sub>0</sub>** est la masse, en grammes, de la capsule et du couvercle (capsule préparée).

**m<sub>1</sub>** est la masse, en grammes, de la capsule, du couvercle et de la prise d'essai;

**m<sub>2</sub>** est la masse, en grammes, de la capsule, du couvercle et de la prise d'essai sèche.

Arrondir la valeur obtenue à 0,01% (fraction massique) près.

❖ **Fidélité**

**Note :** Les valeurs de répétabilité et de reproductibilité sont exprimées au niveau de probabilité 95% et proviennent des résultats d'un essai interlaboratoires.

❖ **Répétabilité**

**Répétabilité** La différence entre les résultats de deux déterminations effectuées simultanément ou rapidement l'une après l'autre, par le même analyste, ne doit pas excéder 0,3.

**3. Matière grasse**

➤ **Principe**

La méthode Gerber pour l'analyse des graisses utilise de manière similaire la réaction exothermique entre l'eau dans le produit et l'acide sulfurique concentré en combinaison avec de l'alcool isoamylique pour désintégrer la structure de l'émulsion et libérer la matière grasse. Après centrifugation la matière grasse est collectée dans la partie inférieure du col de butyromètre (**Goff et Hartel, 2013**).

➤ **Mode opératoire**

- Mettre 10 ml d'acide sulfurique dans le butyromètre .
- Ajouter 11 g de la crème glacée .
- Ajouter 1ml d'alcool isoamylique.
- Agiter le butyromètre pour dissoudre les constituants
- Mettre le butyromètre dans la centrifugeuse pendant 5 min.

➤ **Expression des résultats**

La lecture du butyromètre s'effectue on le maintenant parfaitement vertical et la lecture de la graduation correspondant à la base du ménisque de la colonne grasse.

Chaque graduation correspond à 0.1% de MG et le % MG = % lue × 2.

**4. Détermination de l'acidité titrable**

L'acidité titrable mesure la quantité d'acide présente dans un échantillon de lait. On peut exprimer le pourcentage d'acide lactique en fonction du poids (1 ml 0,1 N NaOH= 0,0090 g d'acide lactique) (**Amior et al., 2002**) ou en degré Dornic qui correspond à la présence de 0,1 g d'acide lactique par litre de lait (**Amior et al., 2002 et Pierreet Alain., 2011**), pour un volume 1/10 ml de NaOH (0 ,11 N) pour 10 ml de lait (**Amior et al., 2002**).

➤ **Principe**

La détermination de l'acidité se fait par un titrage avec l'hydroxyde de sodium (NaOH) à 1/9N en présence de la phénolphtaléine à 1%

**Mode opératoire**

- Peser 10 g du mix dans un bécher ajouter 2-3 gouttes de phénolphtaléine 1%.
- Titrer avec de NaOH 1/9N jusqu'à l'apparition de la couleur rose pâle.

L'acidité est exprimée par g d'acide lactique/kg du mix selon l'équation suivante :

$$AC = \frac{Cb \times N \times f \times M}{m}$$

**Cb** : la chute de la burette, **N** : la normalité de NaOH (1/9), **f** : facteur de correction (1),

**M** : la masse molaire de l'acide lactique (90 g/mol), **m** : la masse de l'échantillon (10 g).

Le facteur de correction est lié à la pureté de la soude, elle déterminé par un titrage de NaOH 1/9N (normalité voulue) avec un acide fort soit HCl ou H2SO4 normalisé utilisé comme une solution référence dont la normalité est de 0,1 N, en présence de la phénolphtaléine 1%.

Le calcul du facteur de correction est comme suit :

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

$$N_2 = \frac{N_1 \times V_1}{V_2}$$

$N_1$ : la normalité de l'acide.

$V_1$ : volume de l'acide qui correspond à la chute de burette.

$N_2$ : la normalité réelle d

$f$ : facteur de correction.s

## 5. Détermination du taux de foisonnement

### ➤ Principe

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

### ➤ Mode opératoire

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

Taux de foisonnement est exprimé selon la loi suivante :

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

**TF**: Taux de foisonnement, **P1**: poids du mix et **P2**: poids de la crème glacée.

➤ **Principe**

Le dosage de la matière sèche consiste en une dessiccation d'un poids défini

Une prise d'essai est préséchée sur un bain d'eau bouillante et l'eau restante est par la suite évaporée dans une étuve à une température de  $102^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

❖ **Balance analytique**

**Dessiccateur**, muni d'un déshydratant efficace (par exemple gel de silice récemment séché, avec un indicateur hygrométrique).

**Bain d'eau bouillante**, muni d'ouverture de dimensions réglables.

**Étuve**, ventilée, thermorégulée, pouvant être maintenue à  $102^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  dans tout l'espace de travail.

**Capsules à fond plat**, de 20 mm à 25 mm de hauteur, de 50 mm à 75 mm de diamètre, constitués d'un matériau approprié (par exemple, acier inoxydable, nickel ou aluminium), munies de couvercles bien ajustés et pouvant être ôtées aisément.

**Bains d'eau**

**Bain d'eau**, réglable entre  $35^{\circ}\text{C}$  et  $40^{\circ}\text{C}$ .

**Bain d'eau**, réglable entre  $40^{\circ}\text{C}$  et  $60^{\circ}\text{C}$ .

**Homogénéisateur**, l'homogénéisateur est facultatif (5.1)

➤ **Échantillonnage**

L'échantillonnage se fait dans des conditions appropriées.

Il est important que le laboratoire reçoive un échantillon réellement représentatif, non endommagé ou modifié lors du transport ou de l'entreposage.

➤ **Préparation de l'échantillon pour l'essai**

Chauffer lentement l'échantillon à une température de  $35^{\circ}\text{C}$  à  $40^{\circ}\text{C}$ , sur un bain d'eau (réglable entre  $35^{\circ}\text{C}$  et  $40^{\circ}\text{C}$ ). Mélanger ou remuer la crème avec précaution et ne pas agiter trop vigoureusement afin d'éviter la mousse ou le barattage.

Refroidir rapidement l'échantillon à une température de  $20^{\circ}\text{C}$  à  $25^{\circ}\text{C}$ . Afin de réduire au minimum l'évaporation de l'eau pendant le mélange, il convient que le récipient reste découvert aussi brièvement que possible.

## ***RÉSULTATS ET DISCUSSION***

## II. Analyse microbiologique

Dans l'industrie alimentaire, il est important de tenir compte du fait que ces substances nutritives pour l'homme sont également des substances nutritives pour les microorganismes (**Wybauw et Le Duc, 2005**). La plupart des produits alimentaires peuvent renfermer de nombreux microbes (**Cuq et al., 1992 ; Raiffaud, 2001**), utiles ou nocifs (**Raiffaud, 2001**), dont certains possèdent un redoutable pouvoir pathogène pour l'homme. Il faut donc que ces germes ne soient pas présents dans l'aliment, ou si elles le sont, que leur nombre soit tel quel l'aliment ne soit pas dangereux (**Cuq et al., 1992**). Sur ce point, l'intérêt des producteurs est le respect d'un équilibre microbien, qui apporte une dimension au concept de la qualité (**Raiffaud, 2001**).

La présence de coliformes en grande quantité est un indice de mauvaises pratiques d'hygiène, ils sont capables de fermenter le lactose pour produire de l'acide lactique, acétique et dans certaines conditions des composés alcool, ainsi que de gaz pouvant être responsable du gonflement de l'emballage et ils peuvent conférer certains saveurs désagréables aux produits laitiers (**lamontagne et al., 2002**).

En effet, la présence de *Staphylococcus aureus* provoque des toxi-infections alimentaires par l'intermédiaire d'une entérotoxine thermostable préformée dans l'aliment (riche en protéines), dite entérotoxine staphylococcique (**Dromigny, 2011**),

**Tableau 10** : résultat d'analyse microbiologique de produit fini du **1 jour**

Germes recherchés	E1	E2	E3	E4	E5	Norme
Germes aérobies à 30°C	12	15	13	15	20	510 <sup>4</sup>
Coliformes fécaux	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	1
Coliformes totaux	Abs	Abs	04	Abs	01	10 <sup>2</sup>
<i>S. aureus</i>	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10
Salmonella	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs

**NB :**

\*\* les normes selon le journal officiel N° 39/2017.

\*\*les résultats sont exprimés en ufc/ml.

Les résultats des germes aérobies sur PCA à 30 °C de l'échantillon de la crème glacée analysée montrent des valeurs inférieures à celles exigées par la norme. Par contre, la recherche des coliformes fécaux, staphylocoque et salmonella sont caractérisés par une absence dans les échantillons analysés. Ces résultats indiquent que la qualité du produit est satisfaisante.

**Tableau 11** : résultat d'analyses microbiologiques de produit fini du un mois:

Échantillon	E1	E2	E3	E4	E5	Norme
Germes aérobies à 30°C	26	15	21	18	38	510 <sup>4</sup>
Coliformes fécaux	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	1
Coliformes totaux	72	100	65	52	80	10 <sup>2</sup>
S. aureus	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10
Salmonella	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs

Une contamination par flore aérobie mésophile a été notée sur le produit, aussi les coliformes totaux sont également présents.

Par contre, il a été remarqué une absence totale des coliformes fécaux, staphylocoques, et salmonelle.

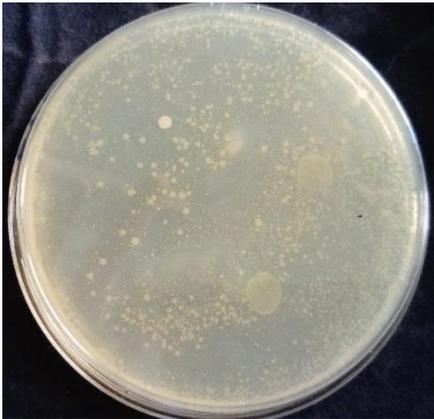
**Tableau 12** : Résultat d'analyse microbiologique de produit fini des 06 mois

Échantillon	E1	E2	E3	E4	E5	Norme
Germes aérobies à 30°C	344	164	3.10 <sup>2</sup>	68	20	510 <sup>4</sup>
Coliformes fécaux	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	1
Coliformes totaux	75	80	165	272	50	10 <sup>2</sup>
S. aureus	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10
Salmonella	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs

Il a été mentionné une contamination par la flore aérobie mésophile remarquable dans la crème glacée, mais ces valeurs ne dépassant pas les normes décrites au Journal officiel algérien.

Il a été observé un nombre appréciable des Coliformes totaux.

Par ailleurs, le produit fini n'a aucune contamination par les germes salmonelle, staphylocoques et Coliformes fécaux.



**Figure 09:** Milieu PCA après incubation



**Figure 10 :** Milieu BCP après incubation.

## I. Analyses physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques sont représentées dans les tableaux et figures suivants :

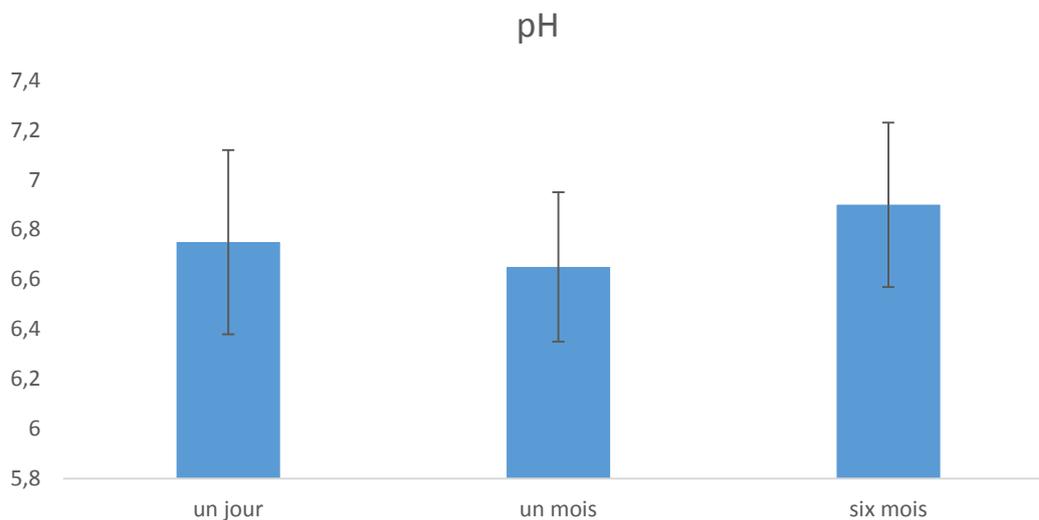
### 1. pH

Les résultats du pH des crèmes glacées sont illustrés dans le tableau et figure suivants :

**Tableau 06** : pH des crèmes glacées.

	Un jour	Un mois	Six mois
pH	$6,75 \pm 0,37^b$	$6,65 \pm 0,3^b$	$6,9 \pm 0,33^a$

(n=3±ecartype) (a,b sont des groupes homogènes a  $p < 0.05$ )



**Figure 05** : pH des crèmes glacées.

Nous avons observé que le pH des crèmes glacées évolue durant les mois de conservation, l'analyse statistique des résultats révèle une différence significative des valeurs du pH des 3 périodes choisies.

Le rapport de différence des pH des échantillons de 6 mois et frais est estimé à 3%.

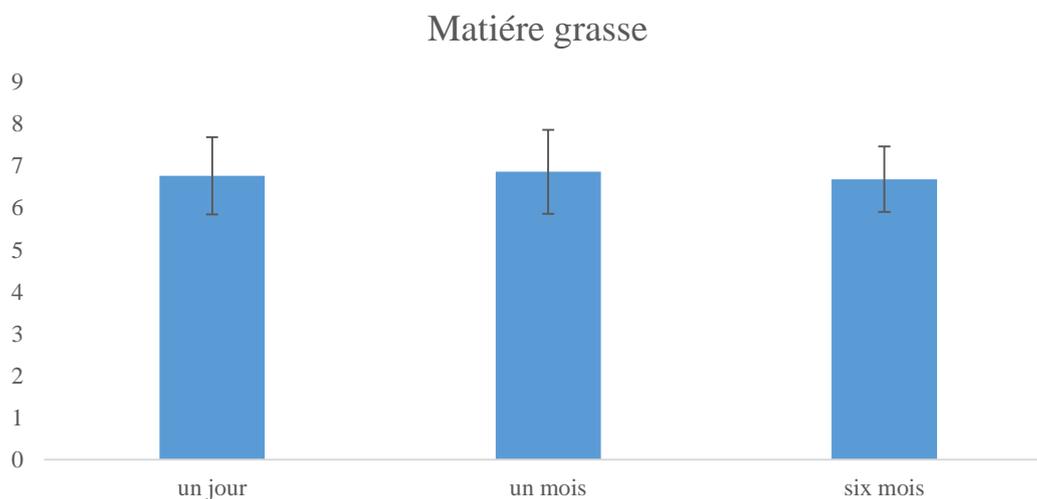
## 2. Matière grasse

Les résultats de matière grasse des crèmes glacées sont illustrés dans le tableau et figure suivants :

**Tableau 07** : Matière grasse des crèmes glacées.

	Un jour	Un mois	Six mois
Matière grasse (g/100)	$6.76 \pm 0.92^b$	$6.86 \pm 1^a$	$6.68 \pm 0.78^c$

(n=3±ecartype) (a,b sont des groupes homogènes a p<0.05)



**Figure 06** : Matière grasse des crèmes glacées.

D'après nos résultats, nous observons qu'aucune différence significative n'est observée entre les valeurs de la matière grasse des 3 périodes choisies, donc, on peut dire que la matière grasse des crèmes glacées n'est pas fonction de la durée de conservation.

Le rapport de différence des matières grasses des échantillons de 6 mois et frais est estimé à 1.19 %.

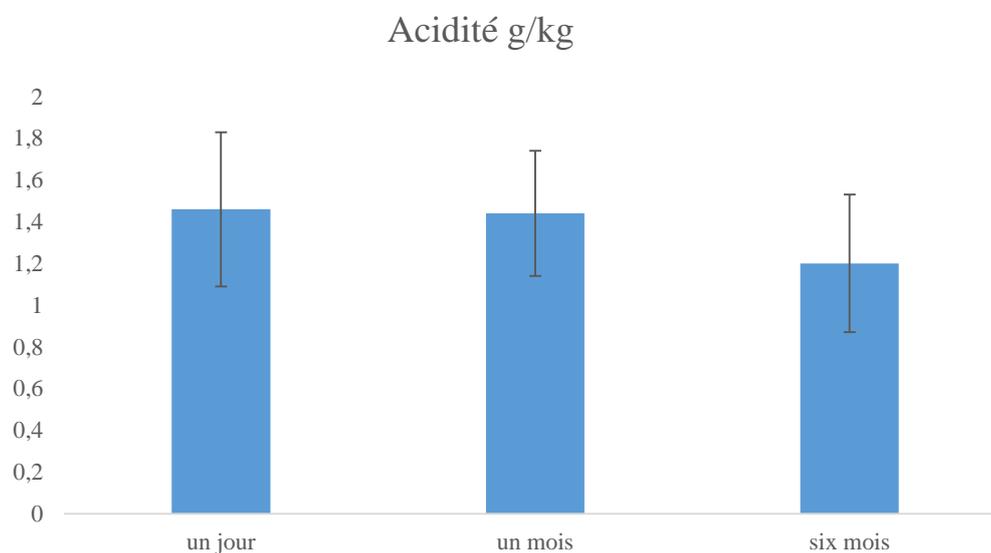
### 3. Acidité

Les résultats de l'acidité des crèmes glacées sont illustrés dans le tableau et figure suivants :

**Tableau 08:** L'acidité des crèmes glacées.

	Un jour	Un mois	Six mois
Acidité	$1.46 \pm 0.2^a$	$1.44 \pm 0.17^a$	$1.2 \pm 0.13^b$

(n=3±ecartype) (a,b sont des groupes homogènes a p<0.05)



**Figure 07 :** L'acidité des crèmes glacées.

Nous avons remarqué que l'acidité des crèmes glacées évolue durant les mois de conservation, l'analyse statistique des résultats révèle une différence significative des valeurs de l'acidité des 3 périodes choisies.

Le rapport de différence de l'acidité des échantillons de 6 mois et frais est estimé à 23 %.

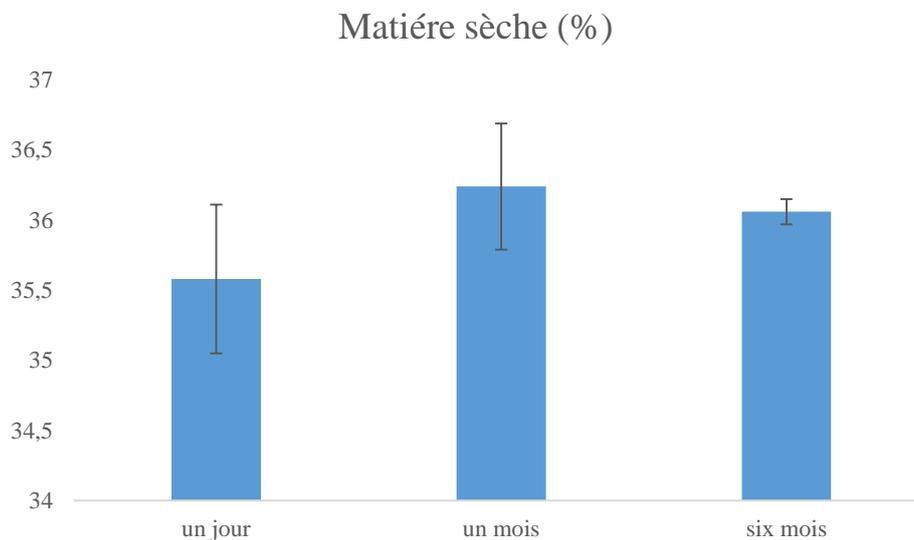
#### 4. Matière sèche

Les résultats de la teneur en matière sèche des crèmes glacées sont illustrés dans le tableau et figure suivants :

**Tableau 09** : Teneur en matière sèche des crèmes glacées.

	Un jour	Un mois	Six mois
Matière sèche (%)	$35.58 \pm 0.53^a$	$36.24 \pm 0.45^a$	$36.06 \pm 0.09^a$

(n=3±ecartype) (a,b sont des groupes homogènes a p<0.05)



**Figure 08** : Teneur en matière sèche des crèmes glacées.

Nous avons observé que la matière sèche des crèmes glacées évolue durant les mois de conservation, l'analyse statistique des résultats révèle une différence significative des valeurs de la matière sèche des 3 périodes choisies.

Le rapport de différence des matières sèche des échantillons de 6 mois et frais est estimé à 1.33 %.

# ***CONCLUSION***

## *Conclusion*

---

La crème glacée est obtenue par congélation d'un mélange pasteurisé de lait, de crème et de sucre, aromatisé aux fruits, éventuellement additionné de protéines laitières.

La conservation des crèmes glacées vise à préserver leur comestibilité et leurs propriétés gustatives et nutritives. Elle implique notamment d'empêcher la croissance de microorganismes et de retarder l'oxydation des graisses qui provoque le rancissement. Les méthodes courantes de conservation de la nourriture reposent principalement sur un transfert d'énergie ou de masse qui ont pour objectif d'allonger la durée de vie des produits alimentaires (pasteurisation et stérilisation, séchage, déshydratation osmotique, réfrigération et congélation)

Cette étude entre dans le cadre l'effet de la date de conservation sur la qualité nutritionnelle et microbiologique de la crème glacée.

Pour les analyses effectuées, on peut conclure que le pH des crèmes glacées en change de la durée de conservation, il augmente de 6,75 à 6.9 dans les 6 mois de conservation, la teneur de matière sèche change de 35.58 à 36.6 expliqués par la durée de conservation, concernant l'acidité il y a une diminution significative de 1.46 à 1.2 après 6 mois de conservation, par contre, en ce qui concerne la matière grasse, aucune différence significative notée après 6 mois, ainsi la qualité microbiologique du produit est satisfaisante.

Nos résultats montrent qu'il y a une augmentation très significative après une durée de conservation.

Des réactions diverses et variées interviennent dans la dégradation des aliments. Leur point commun est de modifier les aliments, et pour la plupart de les rendre inconsommables. Afin de ralentir ces réactions et de permettre de garder un aliment plus longtemps avant sa péremption, on a développé depuis plusieurs millénaires des techniques de conservation alimentaire.

La dégradation des aliments peut être donc causée par une combinaison de différents facteurs comme la lumière, l'oxygène, la chaleur, l'humidité et/ou tous types de microorganismes.

Une crème glacée peut être conservée vingt-quatre mois sans changer, selon lui, pourvu qu'elle soit conservée à la température de -18 °C. « Mais le produit peut être altéré en une demi-heure. La réglementation nous exige de mettre la date de fabrication et la date de péremption, mais dans le cas de la crème glacée, ce n'est pas une sécurité suffisante, car le produit peut avoir été fabriqué deux jours avant, voire la veille, mais peut être contaminé par des bactéries si on ne respecte pas la température.

## *Conclusion*

---

La conservation des aliments vise à préserver leur comestibilité et leurs propriétés gustatives et nutritives. Elle implique notamment d'empêcher la croissance de microorganismes et de retarder l'oxydation des graisses qui provoque le rancissement. Les méthodes courantes de conservation de la nourriture reposent principalement sur un transfert d'énergie ou de masse qui ont pour objectif d'allonger la durée de vie des produits alimentaires.

L'emballage, en tant qu'élément essentiel du couple produit-emballage, remplit différentes fonctions telles que la mise à disposition d'un produit aux utilisateurs, aux consommateurs, sa conservation, sa protection, son transport, etc., que ce produit soit consommé par les ménages, les artisans, les industriels, etc.

Les consommateurs sont aussi acteurs à part entière de leurs propres sécurités alimentaires et ont donc une part de responsabilité. Ils doivent choisir les aliments en prenant en considération toutes les données de l'étiquetage, en particulier celles concernant les précautions d'emploi et les préconisations en matière de conservation. Ils doivent ainsi savoir conserver et manipuler les produits et se sentir également responsables de la qualité des mets qu'il consomme.

Après cette date, on peut toujours consommer le produit sans risquer pour sa santé uniquement s'il a bien été conservé et qu'il n'a pas été ouvert.

Les crèmes glacées, c'est aussi provoqué la céphalée de la crème glacée. La céphalée de la crème glacée est provoquée par l'ingestion rapide de boissons ou d'aliments froids. Ce mal de tête est souvent dû au contact de glace (crème glacée, glace à l'eau ou sorbet) avec le palais ou lors de la déglutition de celle-ci. Typiquement, la douleur apparaît environ 10 secondes après la consommation du produit froid et dure environ 20 secondes (bien que chez certaines personnes, la douleur puisse demeurer plus longtemps encore). Le côté de la tête où se produit la douleur correspond parfois à l'endroit du contact entre la glace et le palais et lors de l'ingestion de la substance froide, la douleur se fait des deux côtés de la tête.

Le meilleur moyen d'éviter une telle céphalée est de ne pas consommer de produits très froids de manière trop rapide et garder l'aliment un peu dans sa bouche pour habituer son palais à la température.

# ***REFERENCES***

## Références bibliographiques

### A

**Alvarez, V.B., 2009.** Ice Cream and Related Products, in: Clark, S., Costello, M., Drake, M.A. (Ed.), The Sensory Evaluation of Dairy Products. Floyd Bodyfelt, pp.271-331.

**Amior, J., Fournier, S., Lebeuf, Y., Paquin, P., Simpson, R., 2002.** Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyses du lait, in : Lapointe-Vignola, C. (Ed.), Science et technologie du lait : transformation du lait. Fondation de technologie laitière du Québec. Presses inter Polytechnique.

**Abdelhakim EL OUALI ALAMI, Sanae BERRADA, Saâd MANIAR, Bouchra OUM OKHTAR (2010) ;** Qualité microbiologique des crèmes glacées commercialisées au centre du Maroc et sensibilité aux antibiotiques des bactéries isolées.

### B

**Barfod, N.M., Sparso, F.V., 2007.** Structure and function of emulsifiers and their role in microstructure formation in complex foods, in: McClements, J.D. (Ed.), Understanding and Controlling the Microstructure of Complex Foods. Elsevier, pp. 113-150.

**Belitz, H.D., Grosch, W., Schieberle, P., 2009.** Food chemistry. Springer Science & Business Media.

**Board, N., 2005.** The complete technology book of cocoa, chocolate, ice cream and other milk products. National Institute Of Industrial Re.

**Board, N., 2006.** The complete technology book on flavoured ice cream. Asia Pacific Business Press Inc.

**Bot, A., floter, E., Lammers, J.G., Pelan, E., 2003.** Controlling the texture of spreads, in: Norn, V. (Ed.), emulsifiers in food technology. John Wiley & Sons, pp. 297-308.

**Boutonnier, J. L., Tirard-collet, P., 2002.** 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, pp. 417-442.

**Branger, A. Richer, M.M., Roustel, S., 2009.** Alimentation, processus technologiques et contrôles. Educagri Editions.

**Branger, A., 2007.** Alimentation et processus technologiques. Educagri Editions.

**Brémaud, Ch., 2006.** Alimentation, santé, qualité de l'environnement et du cadre de vie en milieu rural : Module MP3 Bac professionnel Services en milieu rural. Educagri.

**Burgot, J.L., 2011.** Chimie analytique et équilibres ioniques. Lavoisier.

**Bylund G ,1995** –« Dairy processing hand book » .

## C

**Ciobanu, A., 1976.** Cooling technology in the food industry. CRC Press.

**Cuq, J.L., Guiraud, J., Navarro, J.M., 1992.** Microbiologie alimentaire, in: Dupin, H., Cuq, J.L., Malewiak; M.I., Leynaud-Rrouaud, C., Berthier, A.M. (Ed.), Alimentation et nutrition humaines. ESF. Paris, pp. 1267-1330.

**(Clarke, 2004).**

## D

**Declercq, Ch., 2007.** Glaces: Délices et fraîcheur, Lannoo Uitgeverij.

**Desjardins, R., 1997.** Le traitement des eaux. Presses inter Polytechnique.

**DGCCRF, 2016.** (Direction général de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes. <https://www.economie.gouv.fr/dgccrf/Publications/Vie-pratique/Fiches-pratiques/Glaces-cremes-glaces-sorbets>. Consulté en mars 2017.

**Dromigny,E.,2011.** Les critères microbiologiques des denrées alimentaires : Réglementation, agents microbiens, autocontrôle. Lavoisier.

## F

**FEHD, 2001 et Mahmud-Hossain, 2012** . Microbiological risk assessment of ice-cream. Risk Assessment Studies. Report No: 7. Food and Environmental Hygiene Department (FEHD), HKSAR. Hong Kong.

**Fennema,O.R., 1996.** Food chemistry, CRC Press.

## G

**Goff, H.D., Hartel, R.W., 2004.** 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.

**Goff, H.D., 2007.** Ice cream, in: Fox, P. F., Paul, L. H. (Ed.), Advanced dairy chemistry Volume 2: lipids. McSweeney, pp. 441-448.

**Goff, H.D., 2016.** Quality and safety of frozen dairy products, in: Sun, D.W. (Ed.), handbook of frozen food processing and packaging. CRC Press, pp 461-478.

**GRET., 2011.** Guide pratique : transformer les produits laitiers à la ferme. Groupe de recherche et d'échanges technologiques (GRET), réseau produits fermiers du ministère en charge de l'agriculture. Editions Educagri, Paris <http://www.milkingredients.ca/index-fra.php?id=192>. Consulté juin 2017.

## H

**Hedh, J., 2012.** The ultimate guide to homemade ice cream. Skyhorse Publishing Inc.

**Hull, P., 2011.** Glucose syrups: technology and applications. John Wiley & Sons.

## J

**Julian, J.P., 1985.** Ice cream, in : fondation de technologie laitière du Québec. (Ed.), dairy science and technology: principles and applications. Presses Université Laval, pp. 315-396.

## K

**Kilara, A., Chandan, R.C., 2007.** Ice cream and frozen desserts, in: Hui, Y. H., Chandan, R.C., Clark, S., Cross N. A., Dobbs J. C., Hurst, W. J., Nollet, M.L., Shimoni, E., Smith, E. B., Surapat, S., Toldrá, F., Titchenal, A.(Ed.), handbook of food products manufacturing. John Wiley and Sons, pp 593-634.

## L

**Lamontagne, M., Champagne, C.P., Reitz-Asseur, J., Moineau, S., Grandeur, N.,**

**Lamoureux, M., Jean, J., Fliss, I., 2002.** Microbiologies du lait, in : Lapointe-Vignola, C. (Ed.), Science et technologie du lait : transformation du lait, Presses inter Polytechnique, pp. 75-97.

**L'Institut Danone France (association loi 1901).**

**Ludvigsen, H.K., 2014.** Application of Emulsifiers in Dairy and Ice Cream Product, in: McKenna, B. M. (Ed.), Texture in Food. Woodhead Publishing, pp. 350-369.

## M

**Marshall, R.T., 2001.** Frozen Desserts, in: Marth, E. H., Steele, J. (Ed.), applied dairy microbiology. CRC Press, pp. 93-126 .

**Mahmud Hossain, K.M., Lutful Kabir, S. M., Mufizur Rahman, M., Bahanur Rahman, M., Choudhury, K.A., 2012.** organoleptic and microbial quality of ice cream sold at retail stores in Mymensingh, Bangladesh. *Journal of Microbiology Research*, 2(4): 89-94.

**Mohan, M. S., Hopkinson, J., & Harte, F., 2014.** 17 milk and ice cream processing. *Food Processing: Principles and Applications*, 383.

**Msagati. T.A. M., 2012.** The chemistry of food additives and preservatives. John Wiley & Sons.

## O

**OFR., 2011.** Code of federal regulations title 21 food and drugs. Office of the Federal Register (OFR). Government Printing Office. Revise.

## P

**Papademas, p., Bintsis, T., 2005.** Microbiology of ice cream and related products, in: Robinson, R.K. (Ed.), *dairy microbiology handbook: The microbiology of milk and milk products*. John Wiley & Sons, pp. 213-260

**Patton, S., 2004. Milk: Its Remarkable Contribution to Human Health and Well-Being.** Transaction Publishers.

**Perez, J., 2001.** Matériaux non cristallins et science du désordre. PPUR presses polytechniques .

**Permlal Ranjith, H.M., 2002.** Water continuous emulsions, in: Rajah, K.K. (Ed), *Fats in Food Technology*. CRC Press, pp. 29-160.

**Pruthi, J. S., 1999.** Quick freezing preservation of foods. Allied Publishers.

## Q

**Quellen-Field, S., 2007.** Why There's Antifreeze in Your Toothpaste: The chemistry of household Ingredients. Chicago Review Press.

## R

**Raiffaud, C., 2001.** Produits "bio": de quelle qualité parle-t-on. Editions Educagri.

## S

**Scholten, A.,2013.** Ice cream, in : Henk G. Merkus, Gabriel M.H. Meesters. (Ed.), Particulate Products: Tailoring properties for optimal Performance. Springer Science & Business Media, pp. 273-294.

**Sherwood, L., Klandorf, H., Yancey, P., 2016.** Physiologie animale. De Boeck Superieur.

## T

**Tharp, B.W., Young, S.L.,2012.** Tharp & Young on Ice cream: An encyclopedic guide to ice cream science and technology. DEStech Publications.

**Tirart – collet F .P. ,1996** « Technologie des desserts congelés ». Institut de technique Agro alimentaire de Saint –HYACINTHE 78 pages.

## V

**Varnam, A. H., 2012.** Milk and milk products: technology, chemistry and microbiology. Springer Science & Business Media.

## W

**Walstra, P., 1999.** Dairy technology: principles of milk properties and processes. CRC Press.

**Walstra, P., Wouters, J.T. M., Geurts, T.J., 2005.** Dairy science and technology. CRC Press.

**Webb,B.H., Arbruckle, W.S.,2012.** Freezing of dairy products, in: Desrosier, N.W. s(Ed.), fundamentals of food freezing. Springer Science & Business Media, pp.357-395.

**Wong, N. P., 2012.** Fundamentals of dairy chemistry. Springer Science & Business Media.

# Résumé

L'aliment est un élément d'origine animale ou végétale (parfois minérale), consommé par des êtres vivants à des fins énergétiques ou nutritionnelles. Les aliments peuvent devenir nuisibles sous l'action de plusieurs agents biologiques, mécaniques ou physiques.

La conservation des aliments vise à préserver leur comestibilité et leurs propriétés gustatives et nutritives, elle implique notamment d'empêcher la croissance de microorganismes et de retarder l'oxydation des graisses. Il existe des méthodes de conservation de la nourriture qui reposent principalement sur un transfert d'énergie ou de masse ou de les transformer par le jeu de réactions biochimiques ou de changement d'état.

L'objectif de cette recherche est d'étudier l'impact des différentes dates de conservation des aliments sur les qualités nutritionnelles et physicochimiques des crèmes glacées commercialisées au niveau de Mostaganem.

La problématique et par conséquent : dans quel mesure les caractéristiques des crèmes glacées commercialisées conservées à une DLC donnée vont être modifiées.

Pour répondre à la problématique, cinq échantillons de trois différentes dates de conservation ont été récupérés pour analyse. Les résultats récupérés montrent qu'il y a une différence significative entre les cinq échantillons des crèmes glacées.

La réglementation nous exige de mettre la date de fabrication et la date de péremption, mais dans le cas de la crème glacée, ce n'est pas une sécurité suffisante, car le produit peut avoir été fabriqué deux jours avant, voire la veille, mais peut être contaminé par des bactéries si on ne respecte pas la température.