



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



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE : SCIENCES

DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : Mansouri Mariem

DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE.

FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES

OPTION : AGROALIMENTAIRE ET CONTROLE DE QUALITE

Thème

**Etude de la qualité organoleptique (texture) et
bactériologique des crèmes glacées commercialisées dans
la wilaya de Laghouat**

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
M ^{lle} Allata S	MAA	Présidente
M ^{me} Lounici S	MAA	Examinatrice
M ^f Houicher A	MCA	Rapporteur

Promotion : Juin 2016

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

***À MES CHERS PARENTS : MERCI D'AVOIR
FAIT DE MOI CE QUE JE SUIS***

JE VOUS AIME.

Mariem



Remerciements

*Mes remerciements vont en particulier à Mr HOUICHER
qui a bien voulu par son aimable bienveillance diriger ce
travail*

*Mon fiancé : Lounici Samir, qui m'a encouragée tout au
long de mon parcours*

Ainsi que mes chers frères :

Djamal Eddine, Faouzi et Wassim

Et

Ma famille Mansouri et Boucherguine à Bejaia

*Je veux également remercier les membres de jury, pour avoir
accepté d'examiner ce travail.*

*Enfin, mes amis (es) qui ont participé de près ou de loin à
l'élaboration de ce mémoire*

Mes copines de chambre : Halima, Amina, Hamida et Asma.

RESUME

Le présent travail a pour objectif d'évaluer la texture de trois crèmes glacées (Paradice, Gini et Prima) commercialisées dans la wilaya de Laghouat, utilisant la méthode d'analyse de profil de la texture et de déterminer, selon la réglementation nationale les différentes flores bactériennes recherchées dans les crèmes glacées. L'analyse statistique des résultats de profil de texture met en évidence l'existence des différences significatives ($P < 0.05$) entre les trois marques de crèmes glacées en terme de descripteurs épais et collant. La marque Prima a une texture épaisse, plus astringente, mais aussi collante, par contre sa texture lisse montre une faible intensité par rapport aux deux autres marques. La crème Paradice présente également une texture moins collante et un épaississement faible, tandis que la crème Gini est significativement ($P < 0.05$) plus crémeuse par rapport à la marque Prima. L'analyse bactériologique a permis également d'évaluer le niveau de contamination par le dénombrement des différentes flores recherchées dans les crèmes glacées. Les charges bactériennes enregistrées par la flore mésophile aérobie totale et les coliformes totaux sont en dessous des limites d'acceptabilité décrite par la réglementation nationale. De plus, aucune contamination par *Staphylococcus aureus* n'a été détectée dans les trois marques de crèmes glacées testées. Nos résultats indiquent que les crèmes glacées commercialisées dans la wilaya de Laghouat sont d'excellente qualité bactériologique mais ils suggèrent la maîtrise des différentes étapes de préparation et de transformation des crèmes glacées afin d'avoir une texture proche aux préférences des consommateurs.

Mots-clés : Crème glacée, Analyse sensorielle, Texture, Analyse bactériologique, Laghouat

Abstract

The present work aims to evaluate the texture of three ice creams (Paradice, Gini and Prima) marketed in the wilaya of Laghouat, using the method of texture profile analysis and determine, according to national regulations the different bacterial flora presented in ice cream. Results of statistical analysis of the texture profile showed the existence of significant differences ($P < 0.05$) among the three ice cream samples in terms of thick and sticky descriptors. La Prima samples has a thick texture, high astringency, but also sticky, whereas its smooth texture has low intensity as compared with other samples. The cream Paradice also has a less sticky texture and a low thickening, while the Gini cream is significantly ($P < 0.05$) creamier as compared with Prima samples. The bacteriological analysis was also used to assess the level of contamination by counting the different flora presented in ice cream. Total aerobic mesophilic flora and total coliform counts didn't exceed the acceptability limits recommended by the national regulations. Moreover, no *Staphylococcus aureus* contamination was detected in the three ice creams tested. Our findings indicated the excellent bacteriological quality of ice creams marketed in the wilaya of Laghouat but they suggested the control of different steps of preparation and processing of ice creams in order to have a texture close to the consumer preferences.

Keywords: Ice Cream, Sensory Analysis, Texture, Bacteriological analysis, Laghouat

المخلص

الهدف من هذا العمل هو دراسة نوعية البنية لثلاثة أنواع من المتلجات (جيني, بريما, براديس) المعروضة للبيع في ولاية الأغواط, باستعمال التحاليل الحسية للبنية و تحديد وفقا للمعايير الميكروبيولوجية التي فرضتها اللوائح الوطنية أنواع البكتيريا الموجودة في المتلجات. التحليل الإحصائي لنتائج البنية يوضح انه يوجد فرق بين أنواع المتلجات الثلاثة في ما يخص السماكة و اللزوجة. بريما لها بنية سميكة أكثر خشونة ولكن أيضا لزجة بالمقابل بنيتها الناعمة منخفضة مقارنة مع المتلجات الأخرى. براديس لها بنية اقل لزجة و اقل سماكة, أما جيني فهي دهنية أكثر مقارنة مع بريما. سمحت لنا التحاليل البكتيرية بتقييم مستوى التلوث بمختلف الجراثيم الموجودة في المتلجات. فجراثيم التلوث العامة وبكتريا القولون العامة المسجلة تبقى اقل من المعايير المكر وبيولوجية التي أوصت بها اللوائح الوطنية. بالإضافة انه لم يسجل في المتلجات الثلاثة المدروسة أي تلوث ببكتيريا ستافيلوكوكس اوربوس. النتائج التي توصلنا إليها تثبت أن المتلجات التي تباع في ولاية الأغواط ذات نوعية جيدة من الناحية الجرثومية وتوصي بإتقان مراحل إعداد و تجهيز المتلجات لتلبية رغبات المستهلك.

الكلمات الدالة : متلجات, تحليل حسي, البنية, تحليل بكتيري, الأغواط

LISTE DES ABREVIATIONS

AFNOR : Agence Française de Normalisation

CT: Coliformes totaux

°C : Degré Celsius

ESDL : Extrait sec dégraissé lactique

EST : Extrait sec total

FMAT : Flore mésophiles aérobies totales

JORADP : Journal officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire.

Kcal: Kilo calorie

KJ: Kilo Joule

MGLA : Matière grasse laitière anhydre

MPa : Méga pascal

ml : Millilitre

µm : Micro mètre

PCA : Plat count agar

PH : Potentiel d'Hydrogène

S A: *Staphylococcus aureus*

VRBL : Violet rouge bile agar

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Structure de la crème glacée.....	5
Figure 2 : Le diagramme de fabrication des crèmes glacées.	10
Figure 3: Fiche d'évaluation pour l'établissement du profil de la texture des crèmes glacées	25
Figure 4: Schéma récapitulatif de mode opératoire pour le dénombrement des germes aérobies totaux et des coliformes totaux.....	27
Figure 5: Schéma récapitulatif de mode opératoire pour le dénombrement de <i>S. aureus</i>	29
Figure 6: Résultats d'analyse de texture des crèmes glacées commercialisées dans la wilaya de Laghouat présentée sous forme de graphique en étoile	34
Figure 7: Représentation graphique de taux de contamination par la flore mésophile totale	37
Figure 8: Représentation graphique de taux de contamination par les coliformes totaux	38

LISTE DES TABLEAUX

Tableau n ° 1. Consommation de crème glacée par habitant entre 2002 et 2008.....	3
Tableau 2: La classification des glaces alimentaires (Luquet, 1990)	4
Tableau 3: Composition des crèmes glacées (Anderssen et Nielsen, 1998).	6
Tableau 4: Ingrédients habituellement utilisés dans la formation des crèmes glacées (Anderssen et Nielsen, 1998)	6
Tableau 5: Les rôles de différents additifs alimentaires utilisés dans la fabrication des crèmes glacées	8
Tableau 6: Le couple temps / températures de la pasteurisation des crèmes glacées. (Hornych, 2006)	12
Tableau 7: Valeur nutritionnelle de quelques types de glace (Vierling, 2008)	15
Tableau 8: Teneur des crèmes glacées en minéraux (FAO, 1995).	15
Tableau 9: Teneur des crèmes glacées en vitamines (FAO, 1995).....	16
Tableau 10: Moyenne des estimations des cas de listériose (Bernard et Scott, 1995). ..	19
Tableau 11: Critères microbiologiques des glaces et crèmes glacées (JORA, 1998).....	20
Tableau 12: Échantillonnage des crèmes glacées	22
Tableau 13: Descripteurs, définitions et références utilisées dans l'évaluation du profil de la texture des crèmes glacées (Martin et al., 1999).....	24
Tableau 14: Tableau récapitulatif des résultats d'analyse des données de la texture des crèmes glacées commercialisée dans la wilaya de Laghouat.	32
Tableau 15: Tableau récapitulatif des résultats de l'analyse bactériologiques des crèmes glacées commercialisées dans la wilaya de Laghouat.	35

Résumé.....	III
Liste des abréviations.....	IV
Liste des Figures	V
Liste des tableaux.....	VI
INTRODUCTION	1

Partie Bibliographique

1 Généralités sur les glaces.....	3
1.1 Définition de la crème glacée :.....	3
1.2 Différentes catégories des glaces :	4
1.3 Structure d'une crème glacée :.....	5
1.4 Composition des crèmes glacées :.....	5
1.5 Fonctionnalité des ingrédients :	6
1.5.1 L'eau	6
1.5.2 Sucres.....	7
1.5.3 L'air	7
1.5.4 L'extrait sec dégraissé lactique (ESDL) :.....	7
1.5.5 Matière grasse :.....	7
2 Technologie de fabrication des crèmes glacées.....	10
2.1 Préparation du mix :.....	11
2.1.1 Mélange des ingrédients :	11
2.1.2 Homogénéisation :	11
2.1.3 Pasteurisation :.....	11
2.1.4 Refroidissement	12
2.1.5 Maturation.....	12
2.2 Transformation du mix en crème glacée :.....	12
2.2.1 Foisonnement :.....	13

2.2.2	Glaçage ou pré congélation:	13
2.2.3	Formage et Conditionnement :	13
2.2.4	Durcissement ou congélation :.....	14
2.2.5	Emballage et stockage :	14
3	Qualités des crèmes glacées.....	15
3.1	Qualité nutritionnelle :	15
3.1.1	Teneur en minéraux	15
3.1.2	Teneur en vitamines	16
3.1.3	Effet de la crème glacée sur la santé.....	16
3.2	Qualité organoleptique :	16
3.2.1	Propriétés rhéologiques.....	17
3.3	Qualité bactériologique	17
3.3.1	Flore aérobies mésophiles totales (FMAT) :	17
3.3.2	Coliformes totaux et coliformes fécaux :.....	18
3.3.3	Staphylocoques :	18
3.3.4	<i>Salmonella</i> :	18
3.3.5	<i>Listeria</i> :	19
3.3.6	Levures et moisissures :	19

Partie Expérimentale

1	MATERIEL ET METHODES	22
1.1	Echantillonnage et prélèvement :	22
1.2	Transport et conservation:	22
1.3	Analyse sensorielle (Profil de la texture):	23
1.3.1	Sujets :	23
1.3.2	Déroulement de l'analyse :	23
1.3.3	Analyse des données	26
1.4	Analyse bactériologiques :	26

1.4.1	Préparation des suspensions mères et des dilutions décimales.....	26
1.4.2	Protocoles d'analyse bactériologique	26
1.4.2.1	Recherche et Dénombrement Dégermes Aérobie Total à 30°C.....	26
1.4.2.2	Recherche et Dénombrement Des coliformes Total	27
1.4.2.3	Recherche et Dénombrement Des Staphylocoques	28
2	Résultats et discussion :.....	32
2.1	Appréciation organoleptique	32
2.2	Analyses bactériologiques	35
	Conclusion	40
	Annexe	41
	Références bibliographiques.....	47

Introduction

INTRODUCTION

A l'arrivée de la saison chaude, les crèmes glacées sont très demandées, afin de diminuer la chaleur de la journée et améliorer la fraîcheur de la soirée. La crème glacée est un aliment très populaire et il est fabriqué et consommé dans presque tous les pays du monde. On ne sait pas réellement quand fut fabriquée la première crème glacée. Mais de très vieux documents attestent que les chinois aimaient un produit glacé fabriqué en mélangeant des jus de fruits et de la neige (Pascal, 1998).

Les glaces séduisent un bon nombre de consommateurs, la variété et l'originalité des produits permettent de découvrir chaque année de nouveaux plaisirs gustatifs. La croissance de la gamme vers une plus grande variété de saveurs incite les clients à tester et donc à acheter plus de glaces. Les glaces bénéficient d'une très bonne image de produit plaisir, détente et gourmandise. En effet, consommer une glace correspond à un moment d'exception, les consommateurs sont donc exigeants sur la qualité, la présentation et la fraîcheur des produits (Martinez, 2007).

La complexité de la crème glacée, qui contient un nombre d'éléments structurels comme les cristaux de glace, les bulles d'air, les globules gras, des micelles de protéines, des polymères en solution, etc., est ainsi redécouverte et les multiples connexions entre la formulation, la texture, la structure, les conditions de fabrication et l'appréciation du consommateur sont de mieux en mieux éclairées (Montes, 2002). Donc, les fabricants doivent s'assurer eux même de la qualité des matières premières et des ingrédients qu'ils vont utiliser pour l'élaboration de leur produit. Le commerce des glaces et crèmes glacées est désormais soumis aux dispositions de la réglementation générale applicable aux aliments, notamment en matière d'hygiène, d'étiquetage ou de contrôle (Hornych, 2006).

Malgré les avantages liés à la consommation de ce produit agréable au goût et nutritif, celui-ci pose un problème de sécurité sanitaire des aliments. Les glaces constituent un milieu favorable à la prolifération des microorganismes, source de transmission de maladies infectieuses, en raison de leur valeur nutritive élevée (Lactose, protéines...) et de leur pH proche de la neutralité (Zalegh, 2015). Ces maladies infectieuses d'origines alimentaires causées par la détérioration des denrées constituent un problème d'une ampleur considérable loin d'être négligé en Algérie.

Dans ce contexte que la présente étude vise les objectifs suivants :

- déterminer, selon l'arrêté interministériel N° 35 du 27 Mai 1998 (JORADP, 1998), les différentes flores bactériennes (FMAT, CT et SA) recherchées dans les crèmes glacées, afin de donner une idée sur la qualité bactériologique de cette denrée et d'évaluer le niveau de sa contamination.

-Évaluer la texture des crèmes glacées (Paradice, Gini et Prima) commercialisées dans la wilaya de Laghouat, utilisant la méthode d'analyse de profil de la texture afin détecter les défauts de fabrication des crèmes glacées et les changements de la qualité géométrique causés par la rupture de la chaîne de froid;

PARTIE
BIBLIOGRAPHIQUE

1 GENERALITES SUR LES GLACES

1.1 Définition de la crème glacée :

La crème glacée est un produit complexe présentant un système alimentaire quadriphasique (émulsion), c'est une mousse partiellement congelée contenant 40 à 50% d'air en volume. Les bulles d'air sont maintenues en suspension par la matière grasse émulsifiée, et par un réseau de cristaux de glace, le tout étant dispersé dans la phase aqueuse, contenant les sucres, les protéines et les hydro colloïdes (Mahaut et al., 2000)

L'industrie de la crème glacée s'est développée durant les 65 dernières années. En France, la consommation atteint 6 litres par habitant et par an, soit 363 millions de litres de crème glacée par année (Haddad, 2009).

Le tableau 1 présente la consommation par habitant de plusieurs pays

Tableau n ° 1. Consommation de crème glacée par habitant entre 2002 et 2008

Pays	Litre	Année
Nouvelle Zélande	22-23	2006
Etats Unis	18.3	2007
Australie	18.0	2007
Finlande	14.0	2006
Suède	12.4	2008
Canada	8.7	2007
Italie	9.3	2008
Irlande	9.0	2002
Danemark	8.7	2002
Royaume Uni	8.6	2008
Allemagne	7.3	2008
France	6.0	2008
Chili	5.6	2002
Malaisie	2.0	2002
Chine	1.9	2002
Japon	0.01	2002

(<http://www.foodsci.uoguelph.ca>, <http://www.les-glaces.com>)

1.2 Différentes catégories des glaces :

Selon Luquet (1990), il existe une large gamme des glaces et crèmes glacées : glace à la crème, glace au lait, glace aux œufs, glace au sirop, sorbet, etc.

Les différentes catégories des glaces alimentaires sont présentées dans le tableau n° 2.

Tableau n°2: La classification des glaces alimentaires (Luquet, 1990)

Produits	Compositions
Glace à l'eau	Extrait sec total (EST) est égal ou moins de 12%
Glace au lait	Matières grasses exclusivement laitières en proportion minimale de 2,5%. Au moins 6% d'extrait sec dégraissé lactique (ESDL). Sources de protéines : protéines de lait, d'ovo-produits et de la gélatine.
Glace aux œufs	Au moins 7% de jaunes d'œufs. Matières grasses exclusivement laitières. Sources de protéines : protéines de lait, d'ovo-produit et de la gélatine.
Crème glacée	Matières grasses d'origine végétale ou laitière en proportion minimal de 5%. Sources de protéines : protéines de lait, d'ovo-produits et de la gélatine.
Glace au fruit	Au moins 15% de fruits, cette teneur peut être réduite selon le type de fruits : (10% pour les fruits acides et exotiques, 5% pour les fruits à coque et 3% pour les pistaches et les noisettes).
Sorbet aux fruits	Mélange de l'eau et du sucre dans laquelle aucune matière grasse n'est ajoutée. Au moins 25% de fruits, cette teneur peut être réduite selon le type de fruits (15% pour les fruits acides et fruits exotique, 5% pour les fruits à coque et 3% pour les pistaches et les noisettes)
Sorbet plein fruits	Au moins 45% de fruits, cette teneur peut être réduire selon le type de fruits (20% pour les fruits acides).
Sorbet aux légumes	Au moins 25% de légumes. En cas de mélange des fruits. Ce taux minimum (25%) s'applique à l'ensemble des fruits mis en œuvre.

1.3. Structure d'une crème glacée :

Une crème glacée contient au moyen 50% d'air, il s'agit donc d'une mousse. Les mousses sont des systèmes dispersés contenant deux phases, une phase continue liquide entoure une phase dispersée de bulles de gaz. C'est un ensemble de cellules gazeuses séparées le liquide, et formé par la juxtaposition de bulles que donne un gaz dispersé dans un liquide. Elle contient aussi des matières grasses dispersées au sein de la phase aqueuse. Il s'agit d'une émulsion (Bourriot, 2002).

La structure d'une crème glacée est représentée dans la figure n°1.

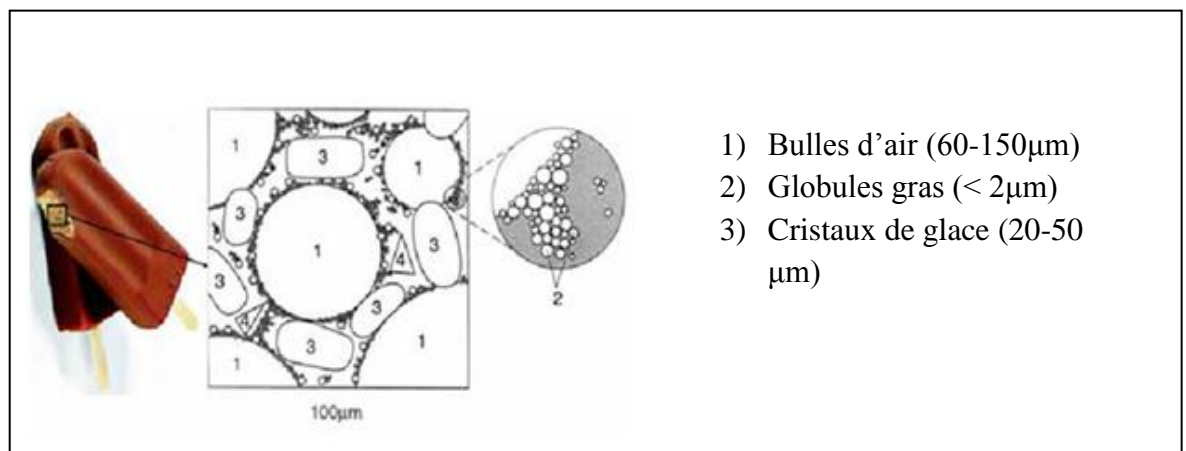


Figure n°1: Structure de la crème glacée (Marshall et Goff, 2003).

1.4 Composition des crèmes glacées :

La composition peut être très variable selon les législations locales et selon le type commercial de produit. Par exemple, les glaces avec la dénomination "premium", de meilleure qualité, sont plus riches en matière grasse et contiennent plus de solides totaux. La composition générale d'un mix et les ingrédients habituellement utilisés dans la formation des crèmes glacées sont présentées dans les tableaux 3 et 4, respectivement.

Tableau n°3: Composition des crèmes glacées (Anderasen et Nielsen, 1998).

Composition	% en masse
Solides de lait	9-11.5
Matière grasse	7-12
Sucre	12-16
Sirop de glucose ou fructose	4-6
Emulsifiant + stabilisant	0.45-0.65
Arôme + colorant	<0.2
Solides totaux	34-38
Eaux	60-62
Air (% en volume)	45-55

Tableau n°4: Ingrédients habituellement utilisés dans la formation des crèmes glacées (Andreasen et Nielsen, 1998)

Solides de lait	Poudre de lait écrémé. Extrait solide dégraissé de lait (ESDL), poudre de lactosérum
Matière grasse	Crème laitière. Beurre. Huile de beurre (matière grasse laitière anhydre, MGLA). Huile végétale (palme, coco).
Edulcorants	Saccharose. Sirops de maïs (de glucose ou fructose)
Stabilisants	Alginates (E401). Carraghénane (E407) gomme de cartouche (E410) Gomme de guar (E412). Gomme xanthane (E415). Carboxyméthyl cellulose (CMC, E466).
Emulsifiants	Mono et di-glycérides (E471). Esters de sorbitan (Tween ou span 80, E494).

1.5 . Fonctionnalité des ingrédients :

1.5.1 L'eau

L'eau est un constituant fondamental des crèmes glacées. Son rôle de solvant permet de solubiliser l'extrait sec dégraissé lactique ainsi que les sucres. Son passage partiel de l'état liquide à l'état solide et la création de réseaux solides cristallins permettant une stabilisation de la structure complexe des crèmes glacées. 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) (Boutonnier 2001).

1.5.2 Sucres

Les sucres les plus utilisés sont le sirop de glucose, le saccharose et le fructose : ils représentent en général de 16 à 20% de la masse totale de la crème glacée. Une augmentation de la teneur en sucre abaisse le point de congélation et diminue la proportion d'eau congelée (Mahaut et al. 2000).

L'ajout de sucre permet d'ajuster la teneur en extrait sec total de la crème glacée et de lui conférer le caractère sucré que le consommateur préfère. (Pascal, 1998). La nature et les doses des sucres apportés dans la formulation vont influencer de manière prépondérante sur la stabilité thermique de la glace et sa vitesse de fonte à la sortie du congélateur. En dosage important, le sucre peut générer une texture collante en bouche et entraîner une cristallisation excessive et grossière (Boutonnier, 2001).

1.5.3 L'air

L'air est responsable du foisonnement, c'est l'un des composants qu'il faut stabiliser pour avoir une texture adéquate. Il est incorporé à débit variable dans le mix. Lorsque le taux de foisonnement est élevé, une réduction de la taille des cristaux de glace et des bulles d'air est constatée, ce qui contribue à une amélioration de la texture du produit fini. L'air étant un isolant thermique, il confère à la crème glacée une meilleure résistance à la fonte lors d'une élévation de température (Vignola, 2002).

1.5.4 L'extrait sec dégraissé lactique (ESDL) :

L'ESDL comprend tout ce qui compose les poudres de lait ou les produits laitiers dont l'eau et la matière grasse sont retirées. Les principaux intérêts de l'ESDL dans les crèmes glacées résident dans l'apport des protéines et des minéraux bénéfiques pour la structure de la crème glacée (Boutonnier, 2001).

1.5.5 Matière grasse :

La présence de matière grasse, laitière ou végétale, dans une crème glacée présente de nombreux avantages. Elle contribue au goût du produit et au développement de la structure. Elle se trouve dispersée sous forme de globules gras. Ces globules gras se concentrent autour des bulles d'air pour les stabiliser (Marshall R. T. & Goff D., 2003)

Additifs alimentaires

Les additifs sont des substances ajoutées en petites quantités à une denrée alimentaire dans le but d'améliorer le goût, la texture et l'aspect de l'aliment (Bourriot, 2002). Les rôles de différents additifs alimentaires sont mentionnés dans le tableau n°5.

Tableau n°5: Les rôles de différents additifs alimentaires utilisés dans la fabrication des crèmes glacées

Additifs alimentaires	Rôles	Références
Emulsifiants	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lient deux phases non miscibles : une phase aqueuse lactée sucrée et une phase lipidique. ▪ Stabilisent la mousse : limite le drainage 	Bourriot, 2002
Stabilisants	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Limitent la croissance des cristaux de glace lors de la congélation. ▪ Apportent une texture très onctueuse et fondante 	Bourriot, 2002
Aromatisants	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Renforcent la saveur et le goût des fruits 	Boutonnier, 2001
Colorants	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Donnent une apparence attrayante. ▪ Améliorent la couleur des aromatisants de fruits 	Pascal, 1998

✓ Emulsifiants

Ce sont des composés amphiphiles : ils ont une structure qui comporte à la fois des fonctions hydrophiles et des fonctions hydrophobes (Bourriot, 2002). La quantité ajoutée est habituellement comprise entre 0,3 et 0,5% en poids du mix (Pascal, 1998).

Dans la première étape de la fabrication des crèmes glacées, c'est-à-dire l'élaboration du mix, on doit réaliser une émulsion dans laquelle la phase aqueuse doit disperser la phase grasse. Pour cela, il faut trouver dans le milieu des agents tensioactifs très hydrophiles, c'est le cas des protéines laitières et de la lécithine de jaune d'œuf. Ensuite lors de la transformation du mix en crème glacée dans le freezer, on recherche une déstabilisation partielle de cette émulsion de manière d'une part à faciliter lors du foisonnement la dispersion de l'air dans la phase liquide sous forme de fines bulles et d'autre part à flocculer

la phase grasse afin de stabiliser la dispersion d'air dans le mix. Cette fonctionnalité très importante est le résultat de l'addition dans le mix d'agents émulsifiants, à forte solubilité dans la matière grasse, tels que les mono et di glycérides d'acides gras (E 471) ou encore les polysorbates (E 462, E 463, E 464, E 465, E 466) (Boutonnier, 2001).

✓ **Stabilisants**

Les stabilisants sont des épaississants, pour la plupart des polysaccharides, employés à des doses assez faibles, en moyenne de l'ordre de 0,1 à 0,5% (Arsac et Barriquault, 2006).

La principale raison de leur usage est leur capacité de contrôler la taille de cristaux de glace pendant la congélation et le stockage ce qui est important pour la texture finale du produit.

Les stabilisants forment un réseau qui empêche les molécules d'eau de se déplacer librement (Andreasen et Nielsen, 1998).

En crèmes glacées, on utilise différents stabilisants : la farine de graines de caroube (E410), la gomme de guar (E412), les carraghénanes (E407), la gomme de xanthane (E415), l'agar agar (E406), la pectine (E440).....etc. (Vignola, 2002).

✓ **Aromatisants**

Les quantités minimales d'arôme à employer pour la fabrication des crèmes glacées sont variables, ils peuvent être utilisés seuls ou en complément avec des fruits (Boutonnier, 2001). Exemple : arôme de fraise

✓ **Colorants**

Ce sont les additifs les moins indispensables, on les utilise pour normaliser la couleur et l'aspect attractif des crèmes glacées (Alais et al. 2008). Le colorant est généralement ajouté sous la forme de concentré (Pascal, 1998).

La poudre du cacao présente une très large palette de couleur, d'arôme et de goût. La présence simultanée de ces trois types de propriétés organoleptiques en un seul produit, en fait une des matières premières les plus utilisées et les plus appréciées (Pontillon, 1998).

2 TECHNOLOGIE DE FABRICATION DES CREMES GLACEES

La fabrication des crèmes glacées nécessite un savoir-faire et des compétences techniques, notamment en technologie. La figure n° 2 résume les étapes du diagramme de fabrication des crèmes glacées.

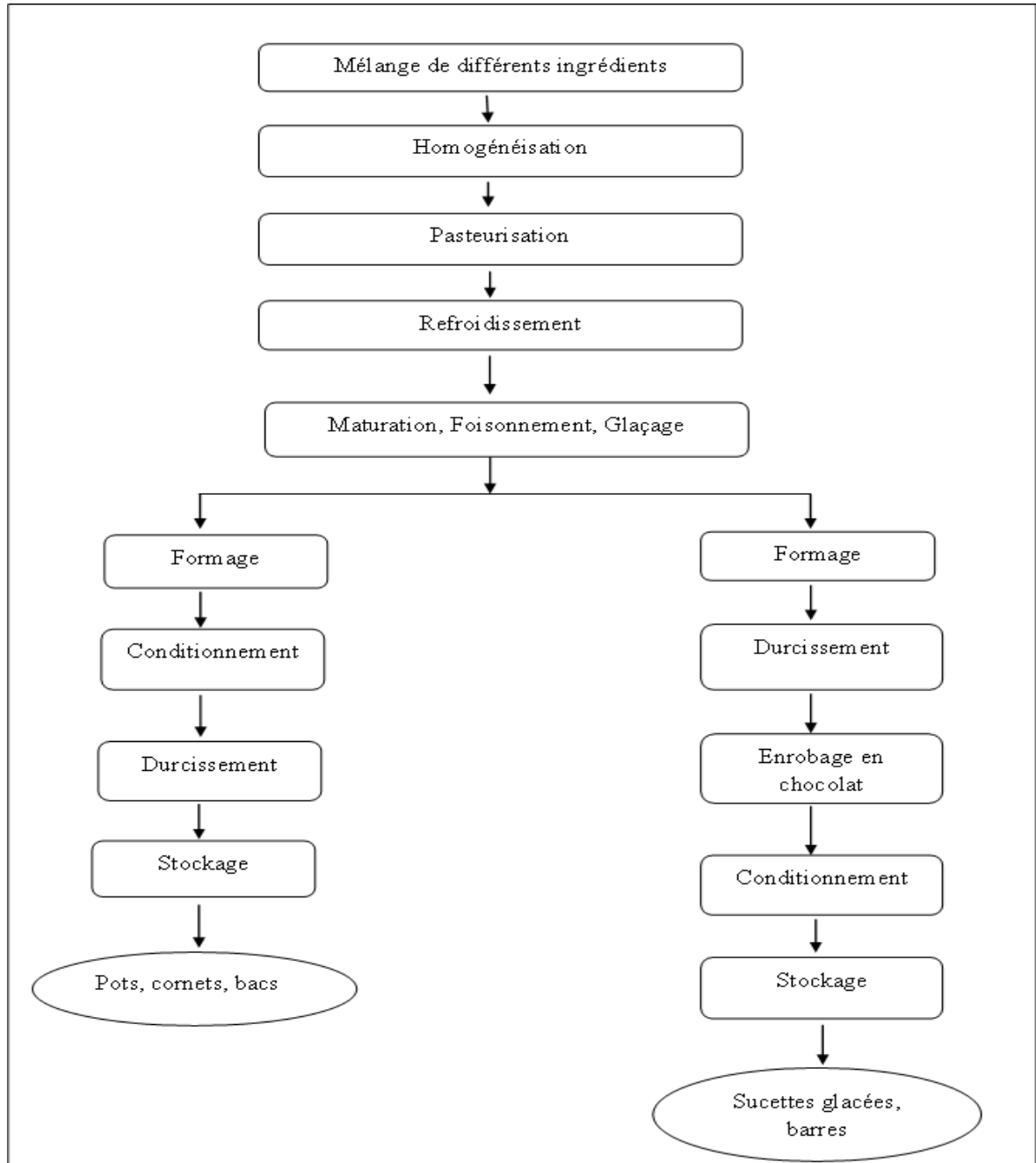


Figure n°2 : Le diagramme de fabrication des crèmes glacées.

La fabrication des crèmes glacées comprend deux grandes étapes :

- La préparation d'un mix à partir de divers ingrédients et additifs ;
- La transformation du mix en crème, par le biais de deux opérations principales : le foisonnement (incorporation d'air contrôlé) et la congélation (abaissement rapide de la température).

Ces deux étapes sont délimitées par une phase d'attente qui permet la maturation du mix, une maturation indispensable pour l'obtention d'un produit de qualité (Vignola, 2002).

2.1 Préparation du mix :

2.1.1 Mélange des ingrédients :

Les différents ingrédients (lait, eau, poudre de lait, matières grasses, émulsifiants, stabilisants, ...) sont mélangés à une température de 50 à 60°C (Mahaut et al., 2000). Dans le but de faciliter la dissolution des poudres : sucres, lait (Branger et al., 2007). Il convient de déterminer minutieusement le poids (pour les matières sèches) et/ou le volume (pour les matières liquides) de chacun des ingrédients avant de les mélanger (Pascal, 1998).

2.1.2 Homogénéisation :

L'homogénéisation peut s'effectuer avant ou après la pasteurisation. Elle est généralement réalisée entre le préchauffage à 70°C et la pasteurisation. Elle se fait généralement en deux étapes :

- La première étape à une pression comprise entre 14 à 21 MPa (méga pascal) selon le taux de la matière sèche pour réduire la taille des globules gras ;
- La deuxième à une pression de 3.5 et 5.0 MPa, pour empêcher la coalescence des nouveaux globules gras formés et pour désolidariser les agrégats (Jeantet et al., 2008).

2.1.3 Pasteurisation :

Dès la sortie de l'homogénéisateur, le mix est véhiculé en continu vers un échangeur afin d'y être à la fois pasteurisé. Cette opération consiste la destruction de la flore mésophile aérobie revivifiable et les micro-organismes pathogènes non sporulés. Cette étape incontournable dans le procédé de fabrication des crèmes glacées, assure la qualité microbiologique du produit si le barème du chauffage (couple temps/température) a été

respecté (Hornych, 2006). Dans le but d'obtenir un produit fini conforme aux exigences réglementaires visant à préserver la santé du consommateur.

La pasteurisation ne favorise pas la dénaturation des protéines mais elle permet une meilleure hydratation et favorise la dissolution des sucres, des émulsifiants et des stabilisants (Mahaut et al., 2000).

Le tableau n°6 représente le barème temps/température de pasteurisation.

Tableau n°6: Le couple temps / températures de la pasteurisation des crèmes glacées.
(Hornych, 2006)

	Températures	Temps
Crème glacée	65°C	30 minutes
à	71°C	10 minutes
pH > 4,5	80°C	15 secondes

2.1.4 Refroidissement

Le refroidissement doit être rapide pour éviter une prolifération des micro-organismes ayant survécu au traitement thermique. Il se fait à 4°C à travers un échangeur thermique à plaque ou à surface raclée (Boutonnier, 2001).

2.1.5 Maturation

La maturation est la seule opération qui dans la fabrication des crèmes glacées est discontinuée en raison d'un temps de séjour du mix dans les tanks de maturation de quelques heures (Boutonnier, 2001).

Cette étape consiste à maintenir le mix à une température de l'ordre de 4 à 6°C qui peut aller de 3 à 24 heures sous une lente agitation (Jeantet et al., 2008). La maturation permet au stabilisant de produire son effet et à la matière grasse de se cristalliser (Pascal, 1998).

2.2 Transformation du mix en crème glacée :

Afin de transformer le mix mûri en crème glacée, les glaciers utilisent un matériel appelé freezer. Cet appareil a plusieurs actions sur le mix car il permet :

- L'incorporation d'air ou foisonnement, en le transformant en un mélange mousseux aéré ;
- L'agitation grâce aux batteurs et aux racleurs permettant ainsi la fragmentation de la matière grasse et la bonne répartition des bulles d'air et des cristaux de glace d'eau ;

- L'abaissement de la température transformant peu à peu le mix en crème glacée au contact de la paroi du cylindre froide. Cette étape appelée glaçage va entraîner la congélation d'environ 50% d'eau contenue dans le mix (Hornich, 2006).

Le mix entre dans le freezer à une température de 2 à 4 °C va sortir avec un temps de séjour inférieur à la minute entre - 5 et - 6 °C (Boutonnier, 2001).

2.2.1 Foisonnement :

Le Foisonnement consiste à injecter de l'air filtré sous pression, se réalise automatiquement de façon à maîtriser le taux de foisonnement (Vignola, 2002).

Le Foisonnement est généralement compris entre 80 et 100% ; autrement dit, il représente 0,8 à 1 litre d'air par litre du mélange (Pascal, 1998).

2.2.2 Glaçage ou pré congélation:

Cette étape va subir au mix lors de son passage de quelques dizaines de secondes dans le freezer des transformations importantes :

Premièrement, il va être soumis à une agitation intense grâce à un batteur cylindrique dont la périphérie est munie de couteaux racleurs. L'ensemble tourne à une vitesse de l'ordre de 100 à 300 tr/min. Ce système d'agitation intense développe des chocs répétés et des forces de cisaillement, qui provoque une fragmentation d'une partie des globules gras qui libère de la matière grasse liquide permettant une agglomération avec les globules gras restés intacts. Il convient de souligner que la fraction grasse, moins hydrophobe viendra se positionner à l'interface entre la phase aqueuse et les bulles d'air et contribuera à la stabilité de la glace.

Deuxièmement, le mélange en cours d'agitation va être refroidi grâce à une double enveloppe externe de cylindre dans lequel circule un fluide frigorigène (Boutonnier, 2001).

2.2.3 Formage et Conditionnement :

A la sortie du freezer, la crème glacée reçoit sa forme définitive avant congélation (Jeantet et al., 2008). On distingue :

- Les crèmes glacées dosées directement dans leur conditionnement final tel que les pots, les cornets, les bacs, etc. Ces produits pourront recevoir différents décors : particules en chocolat, morceaux de fruits secs ou meringue (Boutonnier, 2001). Les couvercles de ces différentes formes de conditionnement sont posés avant la sortie de la machine de conditionnement. Le produit fini est arrangé dans des barquettes en plastique pour être acheminé vers le tunnel de durcissement.

- Les sucettes en crème glacée sont coupées au moyen d'un couteau pour former des bâtonnets, qui sont acheminées sur un convoyeur direction le tunnel de durcissement. Les bâtons sont insérés avant le durcissement.
- Les barres en crème glacée sont fabriquées dans des machines dans lesquelles est moulée la crème glacée, acheminées direction le tunnel de durcissement. Les bâtons sont insérés avant la congélation complète des moules (Pascal, 1998).

2.2.4 Durcissement ou congélation :

Cette opération consiste le passage du produit fini ou semi fini dans le tunnel de durcissement pendant une durée de 20 minutes. Le durcissement a pour objectif d'abaissement la température au cœur de produit à -20°C . (Boutonnier, 2001).Le durcissement a pour but de :

- Poursuivre la cristallisation de l'eau libre congelable pour stabiliser la mousse.
- Stabiliser le produit du point de vu microbiologique.
- Stabiliser la texture du produit fini (Branger et al. 2007).

2.2.5 Emballage et stockage :

Selon les différentes formes de conditionnement, les produits finis peuvent recevoir un deuxième conditionnement (encartonnage) (Boutonnier, 2001).

Comme les produits sont totalement congelés, on peut les acheminer directement vers la chambre froide (-25°C) pour être stockés (Pascal, 1998).

La chaine du froid ne doit pas être rompue afin d'éviter des fusions superficielles qui se traduisent par des déformations, des pertes de foisonnement et une texture sableuse (Mahaut et al., 2000). Les crèmes glacées peuvent être conservées à une durée de 12 mois à 2 ans (Jeantet et al. 2008).

3 QUALITEES DES CREMES GLACEES

3.1 Qualité nutritionnelle :

La valeur nutritionnelle dépend bien sûr du type d'ingrédients utilisés. En effet, toutes les glaces à bases de lait ont les qualités diététiques des produits laitiers, en particulier l'intérêt d'un bon apport calcique, protéique et lipidique. Cet apport est augmenté s'il y est ajouté des œufs et de la crème, alors que les sorbets ont des qualités nutritionnelles différentes qui se rapprochent plus de celles des jus de fruits (Apfelbaum et al., 1999). Le tableau n° 7 montre la valeur nutritionnelle de quelques glaces.

Tableau n°7: Valeur nutritionnelle de quelques types de glace (Vierling, 2008)

Portion individuelle de 100ml	Apport énergétique		Protides (g)	Lipides (g)
	KJ	Kcal		
Glaces au chocolat	387	90		
Crèmes glacées vanille	462	110	≤ 2,5	6
Crèmes glacées fraise	423	100	≤ 1,5	4
Glaces au yaourt	336	80		

3.1.1 Teneur en minéraux

La teneur des crèmes glacées en minéraux est présentée dans le tableau n°8.

Tableau n°8: Teneur des crèmes glacées en minéraux (FAO, 1995).

Les minéraux	La teneur (g / Kg)	Les minéraux	La teneur (g/ Kg)
Calcium	1,3	Zinc	8,0
Phosphore	1,0	Manganèse	0,6
Sodium	0,8	Fer	0,9
Potassium	1,35	Cuivre	0,25
Magnésium	0,14		

3.1.2 Teneur en vitamines

Les teneurs en vitamines des crèmes glacées sont résumées dans le tableau n°9.

Tableau n°9: Teneur des crèmes glacées en vitamines (FAO, 1995).

Vitamines	Teneur (mg/ Kg)	Vitamine	Teneur (mg/ Kg)
Carotène	1,96	Folate	0,08
A	11,4	Acide	5
B1	0,42	Pantothénique	0,02
B2	2,0	Biotine	5
B6	0,55	C	10
Acide Nicotinique	1,25	D	1,2
B12	Traces	E	2,1
		K	

3.1.3 Effet de la crème glacée sur la santé

Les facteurs de risques trouvés comme étant impliqués significativement dans le cancer du côlon, incluent les aliments et boissons contenant du saccharose autres que les crèmes glacées et le lait. Ce qui suggère une hypothèse selon laquelle le calcium pourrait avoir un effet protecteur des risques du saccharose (Soukoulis et al., 2008).

La crème glacée est favorablement considérée comme véhicule de pro biotique grâce aux basses températures de stockage. Cependant, ils subissent un effet fonctionnel négatif par la congélation, la décongélation, l'agitation mécanique et l'incorporation d'oxygène tout au long du processus de fabrication (Ranadheera et al., 2009).

L'enrichissement de la crème glacée avec des fibres alimentaires améliore efficacement son aspect nutritionnel, physiologique et ses fonctionnalités en influençant les propriétés rhéologiques et thermiques du produit fini (Soukoulis et al., 2008).

3.2 Qualité organoleptique :

Elles s'appliquent à l'aspect, la saveur, la texture et la couleur et dépendent du choix des matières premières, de la formulation et du procédé de fabrication.

Le lait et le sucre apportent l'extrait sec et donnent le " corps" de la crème glacée.

La matière grasse confère l'onctuosité et la forme augmentées par les stabilisants. Les œufs et les arômes améliorent le goût et la couleur.

La texture constitue, pour le consommateur, d'important élément d'appréciation de la qualité des crèmes glacées.

En définitive une bonne crème glacée doit avoir une texture homogène, une couleur franche et uniforme, un goût et un parfum spécifiques de l'arôme.

La qualité organoleptique des aliments regroupe les propriétés d'un produit perceptibles par les organes de sens. Au cours de ce travail nous nous intéresserons essentiellement aux sensations en bouche perçus lors de la consommation du produit

La texture est définie comme l'ensemble des propriétés mécaniques, géométriques et de surface d'un produit. Les propriétés mécaniques sont celles liées à la réaction du produit à une contrainte. Les propriétés géométriques sont celles liées aux dimensions, à la forme et à l'arrangement des particules dans un produit. Les propriétés de surface sont celles liées aux sensations telles que celles produites par l'eau et la matière grasse (Roudot, 2002).

3.2.1 Propriétés rhéologiques

La rhéologie est l'étude de l'écoulement et de la déformation de la matière. La crème glacée présente à la fois les propriétés d'un solide et d'un liquide. Elle est considérée comme une émulsion viscoélastique. Les propriétés rhéologiques de la crème glacée sont considérablement influencées par sa microstructure (Roudot, 2002).

Elle est très complexe : elle dépend du nombre, de la taille et de la forme de la crème glacée en suspension, de la concentration des sucres, protéines et polysaccharides, mais aussi de la température (Clark, 2004). L'étude de la rhéologie de la crème glacée commence par la connaissance de la viscosité des mix, plus elle est élevée, plus l'énergie nécessaire à la congélation est importante et elle doit atteindre une valeur assez élevée pour permettre une bonne rétention d'air. En revanche, la capacité au fouettage diminue avec cette viscosité (Roudot, 2002).

3.3 Qualité bactériologique

Les micro-organismes pathogènes, quel que soit leur origine, introduits dans le produit congelé peuvent survivre longtemps, des œufs contaminés étaient à l'origine de *Salmonellose* transmise par les crèmes glacées.

La microflore susceptible de contaminer les crèmes glacées sont :

3.3.1 Flore aérobies mésophiles totales (FMAT) :

Elle s'agit de l'ensemble de microorganismes capable de se multiplier en aérobiose à des températures optimales de croissance comprises entre + 20°C et + 45°C. Cette microflore peut comprendre des microorganismes pathogènes pour l'homme et l'animal, mais aussi des microorganismes d'altération variés. En microbiologie alimentaire, on recherche et on

dénombrer les microorganismes aptes à se développer en gélose pendant 72 heures à 30°C (Bonnefoy et al., 2002).

3.3.2 Coliformes totaux et coliformes fécaux :

Les deux groupes de microorganismes les plus utilisés comme indicateurs de contamination bactérienne sont les coliformes totaux et les coliformes fécaux (Djardins, 1997).

Les coliformes totaux sont définis comme étant des bactéries en forme de bâtonnet, aérobies ou anaérobies facultatives possédant l'enzyme β -galactosidase permettant l'hydrolyse du lactose à 35°C afin de produire des colonies rouges, Gram négatives, non sporulées, fermentent le lactose avec dégagement de gaz en moins de 48 heures à 35°C. Le groupe des coliformes fécaux comprend les coliformes pouvant former des gaz en moins de 24 heures à 44,5°C (Guiraud, 2003).

3.3.3 Staphylocoques :

➤ Caractères généraux :

Staphylococcus aureus est une cocci à Gram positif avec une cellule de diamètre compris entre 0,5 μm et 1,5 μm , catalase +, coagulase + et produit des colonies de couleur jaune (Bonnefoy et al., 2002).

➤ Condition de survie :

Les Staphylocoques sont des anaérobies, pouvant résister plusieurs mois à la congélation et à la déshydratation du milieu, mais ils sont sensibles à la chaleur (détruits par la pasteurisation).

Les bactéries inhibées par la chaleur, la déshydratation, la congélation, etc., peuvent rester vivantes et recommencer à se multiplier (Guiraud, 2003).

➤ Pouvoir pathogène :

A priori, tous les staphylocoques coagulase + sont suspects d'être dangereux pour l'alimentation et les autres n'ont pas des toxines mais se contentent d'être saprophytes ou commensaux. Même ceux qui ont des toxines peuvent être inoffensifs quand ils sont dans des conditions où ils ne peuvent pas les produire (Bonnefoy et al., 2002).

3.3.4 *Salmonella* :

➤ Caractères généraux :

Les salmonelles sont des bacilles, Gram négatif, anaérobies facultatifs, habituellement mobiles grâce à une ciliature péri triche (Bourgeois et al., 1996).

Les salmonelles fermentent le glucose avec production de gaz et pas le lactose, ont une oxydase, gélatinase et uréase négatifs. Les salmonelles possèdent une réductase et elles peuvent utiliser le citrate et le nitrate (Sutra et al., 1998).

➤ **Caractères culturels :**

Les Salmonelles cultivent bien sur des milieux nutritifs ordinaires et donnent en 18h à 20h des colonies de 2 mm en diamètre (Bourgeois et al., 1996).

Selon Sutra et al (1998), les salmonelles sont capables de se multiplier entre 6°C et 46°C mais leur optimum est aux environs de 37°C ; Elles survivent très bien aux basses températures (réfrigération, congélation) mais sont relativement sensibles à la chaleur et sont détruites par la pasteurisation.

3.3.5 *Listeria* :

Les bactéries du genre *Listéria* sont des petits coccobacilles à Gram +, non sporulant, mobiles, dépourvus d'oxydase et possédant une catalase. Elles sont des aéroanaérobies, saprophytes du sol, d'eau et de tube digestif de nombreux animaux. Il existe 7 espèces de *Listeria* dont la plus importante est *Listeria monocytogenes* qui est responsable de la plupart des infections humaines et animales (Guiraud, 2003).

Les crèmes glacées partagent avec le lait de nombreuses caractéristiques. Le mélange de crèmes glacées peut être contaminé mais la pasteurisation élimine le microorganisme. Une recontamination avec un petit nombre de *L. monocytogenes* peut se produire durant le mélange, la congélation et l'emballage (Bernard et Scott, 1995).

Tableau n°10: Moyenne des estimations des cas de listériose (Bernard et Scott, 1995).

Aliment	Cas de listériose pour 100 000 personnes / an	Cas de listériose par million de portions
Lait	0,091	0,005
Crème glacée	0,00012	0,000014

3.3.6 Levures et moisissures :

Les levures sont très largement répandues dans l'environnement et se retrouvent de façon normale dans le lait. Ce sont des champignons chez lesquels la forme unicellulaire est prédominante. La forme la plus fréquente est ovale ou sphérique. Elles sont classées par genres et espèces et sont regroupées aussi au sein de famille selon leur morphologie et leur mode de reproduction (Bonney et al., 2002).

Les moisissures sont champignons filamenteux, hétérotrophes et aérobies. Certains entre eux vivent en symbiose et d'autre sont des parasites des animaux et des végétaux.

Les moisissures peut se vivre à des températures de 20°C à 30°C, cependant, il y a des moisissures psychrophiles qui vie à une température < 15°C et même à < 0°C. Ils peuvent se développer dans un intervalle de pH entre 3 à 7 (Guiraud, 2003).

Tableau n°11: Critères microbiologiques des glaces et crèmes glacées (JORA, 1998).

Les germes	n	c	M
Germes aérobies à 30°C	5	2	5 10
Coliformes	5	2	10
Coliformes fécaux	5	2	1
<i>Staphylococcus aureus</i>	5	2	10
<i>Salmonella</i>	10	0	Absence

n: nombre d'unités dont se compose l'échantillon.

m: valeur seuil pour le nombre de bactéries par millilitre ou par gramme ; le lot est considéré comme satisfaisant si le nombre de bactéries dans toutes les unités d'échantillon ne dépasse pas m.

M: valeur maximale pour le nombre de bactéries par millilitre ; le lot est déclaré non satisfaisant si le nombre de bactéries est égal ou supérieur à M dans une ou plusieurs unités de l'échantillon.

c: nombre maximal d'unités de l'échantillon (composé de n unités), dans lesquelles la présence d'un germe peut être mise en évidence et cependant conduire à la conclusion « lot ou produit considéré comme satisfaisant » ou « lot acceptable ».

PARTIE
EXPERIMENTALE

1 MATERIEL ET METHODES

1.1 Echantillonnage et prélèvement :

Dans cette étude, trois marques de crèmes glacées (Paradice, Gini et Prima) ont été choisies selon leur disponibilité dans le marché de la wilaya de Laghouat. Le prélèvement a été effectué dans trois points de vente durant le mois de Janvier 2016 dans des conditions stériles. Les crèmes glacées sont conditionnées sous forme de petits emballages individuels ou des pots en plastique et la quantité ramenée au laboratoire est de 20 boites/lot pour chaque marque, en mentionnant l'origine de crème glacée, la date de fabrication et la date de péremption ainsi que le N° de lot (cf. tableau n°12).

1.2 Transport et conservation:

Afin d'éviter les changements de texture des crèmes glacées par la décongélation et de stabiliser qualitativement et quantitativement la flore présente au moment du prélèvement jusqu'au traitement des échantillons, les crèmes glacées sont transportées dans une enceinte isotherme (glacière) avec de la glace pendant un délai aussi court que possible (quelques minutes) vers le laboratoire d'analyse bactériologique du Département de Sciences Agronomiques de l'Université Amar Telidji-Laghouat. Ensuite, Les échantillons sont conservés directement dans le congélateur de laboratoire jusqu'à l'analyse.

Tableau n°12: Échantillonnage des crèmes glacées

Marque	Date de fabrication	Date de péremption	N° Lot	Origine
Paradice	26/08/2015	25/02/2017	31	Bejaia
Gini	19/08/2015	19/02/2017	22	Tiziouzou
Prima	19/08/2015	19/02/2017	10	Bab Ezzouar

1.3 Analyse sensorielle (Profil de la texture):

L'analyse sensorielle a été menée sur l'évaluation de profil de texture car elle est la seule méthode d'analyse sensorielle qui nous permis de détecter les défauts de fabrication des crèmes glacées et les changements de texture causées par la rupture de la chaîne de froid (décongélation et recongélation). Cette analyse consiste à classer les paramètres de la texture d'un aliment non seulement selon leurs qualités mécaniques et géométriques, mais également selon les propriétés reliées à la teneur en graisses et en humidité (Poste et al., 1991). On obtient ainsi une description quantitative et qualitative de même que les renseignements sur l'intensité de chaque paramètre de texture et l'ordre dans lequel ce paramètre se manifeste, de la première bouchée jusqu'à la fin de la mastication (Poste et al., 1991).

1.3.1 Sujets :

Le panel est consisté de 12 sujets (1 de sexe masculin et 11 de sexe féminin); étudiants en Master 2 Agroalimentaire et contrôle de qualité de l'Université Amar Telidji- Laghouat. Ces sujets ont été sélectionnés selon leur disponibilité et leur motivation pour participer aux essais sensoriels ainsi que leur expérience acquise en méthodes d'analyse sensorielle des aliments car ce panel a été déjà participé en Master 1 à des tests sensoriels sur plusieurs produits alimentaires parmi eux les produits laitiers.

Avant de commencer l'évaluation sensorielle des crèmes glacées, le panel a reçu une formation théorique ou un rappel pendant une séance animée par le responsable du module de méthodes d'analyse sensorielle des aliments (ou l'encadreur) sur les règles de base de la dégustation, la compréhension de l'échelle et des descripteurs utilisés dans cette étude (cf. Tableau n°13), ainsi que la façon dont les bulletins seront remplis.

1.3.2 Déroulement de l'analyse :

L'échelle non graduée, dite aussi linéaire, a été utilisée afin d'évaluer le profil de texture des crèmes glacées et mesurer l'intensité et l'amplitude des descripteurs choisis dans cette étude.

- **L'échelle non graduée**

Cette échelle est la plus communément utilisée en analyse sensorielle, notamment pour les épreuves de profil. Elle consiste à un segment de droite dont les deux extrémités sont définies par des ancres explicites. Le sujet marque d'un trait l'endroit correspondant à l'intensité perçue et la distance entre l'origine et le trait est mesurée. Il semblerait que l'absence de

structure laisse au dégustateur la liberté de se construire lui-même sa propre échelle vérifiant la règle des intervalles (Bauer et al., 2010; Poste et al., 1991).

Tableau n°13: Descripteurs, définitions et références utilisées dans l'évaluation du profil de la texture des crèmes glacées (Martin et al., 1999)

Descripteur	Définition
Nappant/fondant	Aptitude du produit à former un film dans la bouche. Plus le produit tapisse la bouche, plus il est nappant.
Epais	Résistance du produit à l'écoulement, évalué en écrasant l'équivalent d'une cuillerée du produit entre la langue et le palais Plus la force à appliquer est importante, plus le produit est épais.
Lisse	Absence de particules solides. Moins il y a de particules détectables, plus le produit est lisse.
Astringent	Caractère râpeux du produit évalué par frottements entre la langue et le palais. Plus le produit est râpeux, plus il est astringent.
Collant	Force nécessaire pour décoller le produit adhérent aux surfaces de la bouche (langue, palais, dents) pendant la mastication. Plus cette force est importante, plus le produit est collant.
Crémeux	Qui contient beaucoup de crème; Qui a la consistance de la crème.

- **Description de la tâche des dégustateurs**

Afin de ne pas gêner les dégustateurs dans leur travail et pour le bon déroulement des analyses sensorielles, le laboratoire n° 1 de département des Sciences Agronomiques a été choisi pour ce type d'analyse car toutes les conditions sont réunies en termes d'éclairage, de température et de propreté ainsi que l'absence de bruit et des odeurs désagréables. On présente aux dégustateurs trois échantillons représentant les trois marques choisis pour cette étude. Ces échantillons sont présentés aux même temps dans des contenants en plastique de 12 cl, codés avec des numéros aléatoires à 3 chiffres. Pour éviter la décongélation des échantillons et la déformation de la texture, tous les échantillons sont enlevés du congélateur au moment de l'analyse. Les sujets doivent tracer un petit trait vertical sur la ligne horizontale pour indiquer le pointage que les accordent à chaque descripteur de texture sachant que

chaque unité de mesure est égale 1 cm (cf. figure n°3). Ils doivent rincer la bouche régulièrement avant et entre chacun des échantillons qu'ils goûtent.

FICHE D'ÉVALUATION POUR L'ÉTABLISSEMENT DU PROFIL DE LA TEXTURE

Produit: Crème glacée

Nom : ----- Date : -----

Veuillez évaluer la texture de ces échantillons de crème glacée. Tracez un petit trait vertical sur la ligne horizontale pour indiquer le pointage que vous accordez à chaque descripteur de texture sachant que chaque unité de mesure est égale 1 cm. A chaque trait vertical, faites correspondre le numéro de code de l'échantillon testé.

Veuillez goûter les échantillons dans l'ordre suivant: **101** (Gini), **212** (Paradice), **330** (Prima)

	Très peu intense		Très intense
Astringent			
	Très peu intense		Très intense
Epais			
	Très peu intense		Très intense
Nappant			
	Très peu intense		Très intense
Collant			
	Très peu intense		Très intense
Lisse			
	Très peu intense		Très intense
Crémeux			

Observations:

Figure n°3: Fiche d'évaluation pour l'établissement du profil de la texture des crèmes glacées

1.3.3 Analyse des données

Les moyennes et les écarts type (SD) ont été calculés à partir des données obtenues de la dégustation de deuze sujets pour chaque marque de crème glacée et pour chaque descripteur de texture. Les données ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA) et de test de comparaisons multiples de Tukey. Toutes les statistiques ont été réalisées avec le logiciel statistique Statistix 8.

1.4 Analyse bactériologiques :

Notre étude bactériologique s'est intéressée aux critères microbiologiques fixés par l'arrêté interministériel N° 35 du 27Mai 1998 (JORADP, 1998). Les différentes flores bactériennes recherchées sont les germes aérobies totaux à 30°C, les coliformes totaux et les *Staphylococcus aureus*. Toutes nos analyses bactériologiques sont effectuées conformément à la réglementation algérienne et les normes AFNOR.

1.4.1 Préparation des suspensions mères et des dilutions décimales

Les échantillons destinés aux analyses bactériologiques sont préparés en pesant au moyen d'une balance de précision une quantité nécessaire soit : 10g de crème glacée, prélevée avec du matériel stérile à partir de 5 boîtes pour chaque marque, introduite dans des sacs stériles à proximité d'un bec bunsen. Ensuite, la quantité préalablement pesée (10g) est homogénéisée avec 90 ml d'eau physiologique pendant 2 minutes. Cette suspension constitue la dilution mère qui correspond donc à la dilution 1/10 (ou 10^{-1}) qui est alors utilisé pour préparer les dilutions décimales successives : 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} et 10^{-5} . Tous les tubes sont agités soigneusement par des mouvements de rotation ou au moyen d'un Vortex (Bourgeois et Leveau, 1996). Dans ce cas, nous disposons de cinq dilutions décimales à partir desquelles les milieux de cultures serontensemencés.

1.4.2 Protocoles d'analyse bactériologique

1.4.2.1 Recherche et dénombrement des germes aérobies totaux à 30°C

Les microorganismes aérobies-anaérobies facultatifs se développent aisément sur le milieu PCA (plat count agar) à 30°C pendant 48 heures, les germes apparaissent sous forme de colonies de tailles et de formes différentes.

L'ensemencement se fait en profondeur. A l'aide d'une pipette stérile, 1mL de chaque dilution est transféré aseptiquement dans des boîtes de Pétri stériles. Environ 15 ml de la gélose PCA préalablement fondue et refroidie à 45°C au bain d'eau sont coulées dans chaque

boite de Pétri. Agiter le mélange soigneusement avec des mouvements circulaire en forme de huit, puis laisser refroidir en maintenant les boites couvertes sur la paillasse. Après solidification, une deuxième couche d'environ 5 ml de la gélose PCA est ajoutée afin d'obtenir des conditions de semi-anaérobiose (cf. figure n°4). Laisser se solidifier, puis incuber les boites de Pétri à 30°C pendant 48 heures. Après incubation, les colonies sont toutes dénombrées sur les boites contenant entre 30 à 300 colonies (Norme NF-V 08-51).

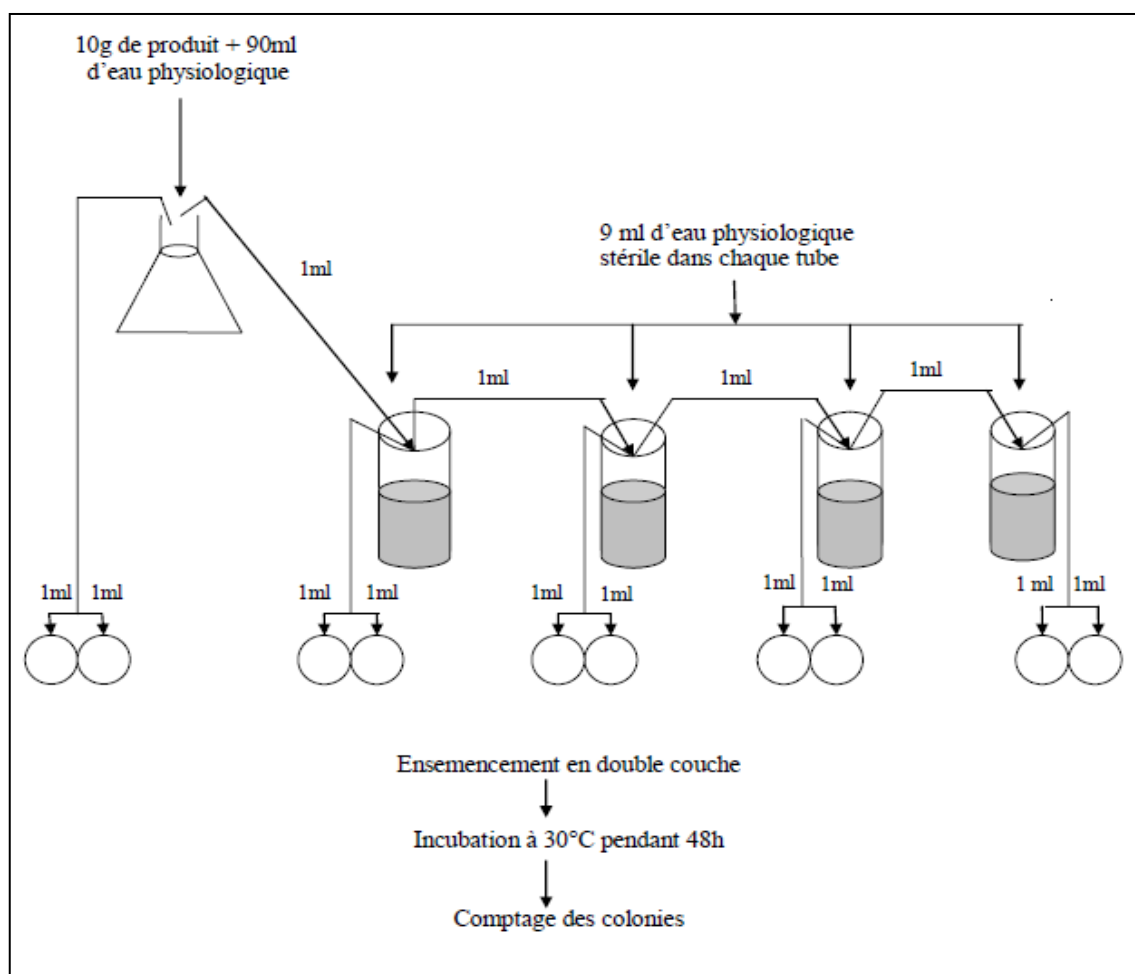


Figure n°4: Schéma récapitulatif de mode opératoire pour le dénombrement des germes aérobies totaux et des coliformes totaux.

1.4.2.2 Recherche et dénombrement des coliformes totaux

Les coliformes sont compris dans la famille des *Enterobacteriaceae* mais appartiennent à des genres différents tels que *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Escherichia* et *Enterobacter*. Ce sont des bacilles Gram (-) à oxydase négatif.

La gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre (VRBL) a été utilisée pour le dénombrement des coliformes totaux. Un millilitre de chaque dilution décimale a été transféré

dans des boîtes de Pétri en utilisant la méthode d'ensemencement en profondeur (double couches) (cf. figure n°4). Après 48 h d'incubation à 30 °C, les boîtes contenant 150 colonies maximum sont retenus pour le comptage et les colonies rouges ayant un diamètre d'au moins 0.5 mm ont été dénombrées (Norme NF-V 08-050, 2009).

1.4.2.3 Recherche et dénombrement des staphylocoques

Pour rechercher et dénombrer les staphylocoques, nous avons utilisé le milieu Baird Parker additionné de jaune d'œuf (élément nutritif et révélateur enzymatique) et de Tétrurite de potassium (indicateur de noircissement des colonies) qui est souvent le milieu le plus favorable à la sélection et la différenciation (donc au dénombrement éventuel) des staphylocoques à partir des produits alimentaires, selon la méthode décrite par AFNOR : NF-V-08-014.

Ce milieu est préparé en additionnant 1 ml de jaune d'œuf, 1 ml d'eau physiologique et 0.25 ml de Tétrurite de potassium. Une quantité de 1.25 ml de ce mélange est additionné au flacon de Baird Parker fondu. À l'aide d'une pipette stérile, 0.1 ml des dilutions décimales est transféré à la surface des boîtes de Pétri (ensemencement en surface) en étalant l'inoculum le plus rapidement possible à la surface de la gélose sans toucher les bords de la boîte. Ensuite, les boîtes sont incubées à l'étuve pendant 48 heures à 30°C (cf. figure n°5).

Après incubation, le dénombrement des staphylocoques se fait par comptage de colonies caractéristiques sur les boîtes contenant entre 1 et 100 colonies, ce sont des colonies noirâtres, brillantes, convexes, entourées d'une zone transparente.

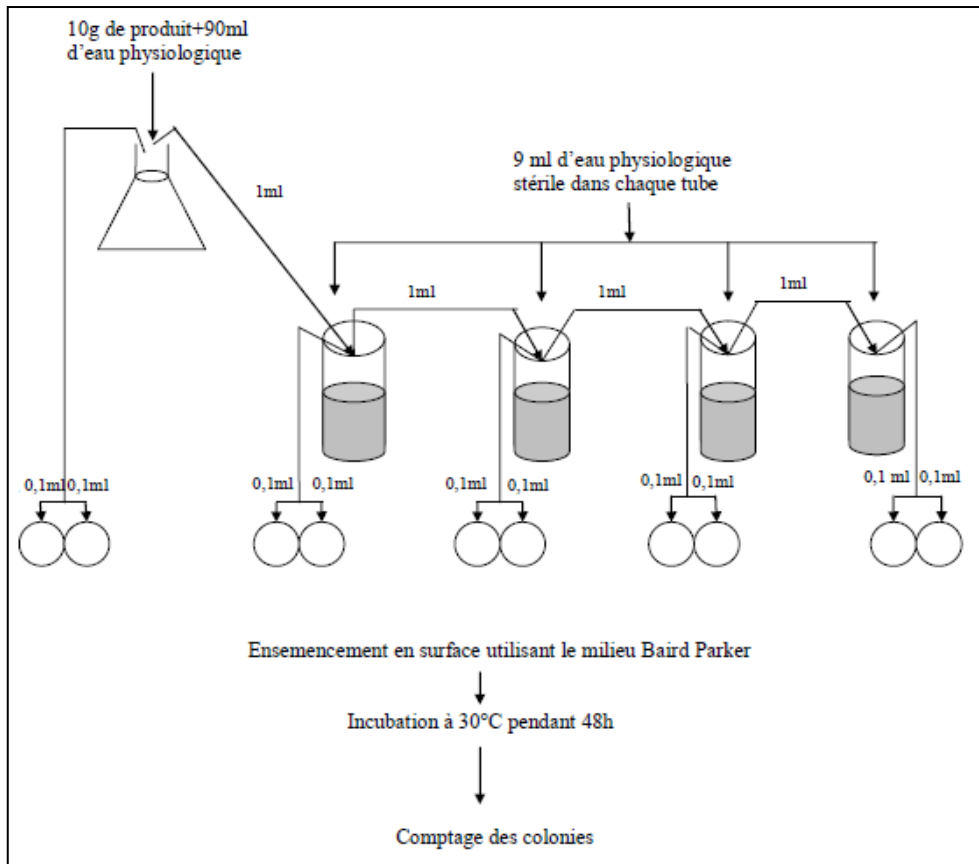


Figure n°5: Schéma récapitulatif de mode opératoire pour le dénombrement de *S.aureus*

-Expression des résultats: selon la norme NF ISO 7218

Calculer le nombre N de microorganismes présents dans l'échantillon pour essai, à l'aide de l'équation suivante :

$$N = \frac{\sum C}{V(n_1 + 0.1n_2)d}$$

N : le nombre de micro-organismes (ou UFC) présents dans 1 g d'échantillon pour essai.

$\sum C$: est la somme des colonies comptées sur toutes les boîtes retenues de deux dilutions successives et dont au moins une contient 15 colonies ;

V : est le volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte, en millilitres ;

n₁ : est le nombre des boîtes retenues à la première dilution

n₂ : est le nombre des boîtes retenues à la seconde dilution

d : est le taux de dilution correspondant à la première dilution retenue.

Calcule des attributs (Mesmoudi S. & Benamar A., 2014).

Si le résultat obtenu de chaque analyse est compris:

- ✓ Entre 0 et m : attribut = 0
- ✓ Entre m et 3m : attribut = 0,01
- ✓ Entre 3m et M : attribut = 0,4
- ✓ Entre M et S : attribut = 1,5
- ✓ Supérieur à S : attribut = 46

Résultats

et

Discussion

2 RESULTATS ET DISCUSSION :

2.1 Appréciation organoleptique

Les résultats de l'évaluation de profil de la texture des crèmes glacées commercialisées dans la wilaya de Laghouat sont rapportés dans les tableaux ci-dessous et représentés par la figure n°6

Tableau 14: Tableau récapitulatif des résultats d'analyse des données de la texture des crèmes glacées commercialisée dans la wilaya de Laghouat.

Descripteur	Marque		
	Gini	Paradice	Prima
Astringent	2.75±2.14 ^{bx}	2.83±1.47 ^b	5.92±2.81 ^a
Crémeux	9.33±2.1 ^a	7.75±1.48 ^{ab}	6.50±2.71 ^b
Lisse	7.67±2.53 ^a	8.83±1.7 ^a	3.58±2.11 ^b
Collant	4.33±2.67 ^b	1.83±0.83 ^c	6.42±1.97 ^a
Nappant	7.25±1.71 ^a	7.42±2.71 ^a	4.08±2.67 ^b
Epais	4.67±1.87 ^b	2.83±1.7 ^c	8.67±1.37 ^a

^x Moyenne ± écart-type (n = 12). Les différentes lettres minuscules (^{a-c}) dans la même ligne indiquent des différences significatives (P <0.05) entre les marques

Tout d'abord, il est important de signaler qu'au moment des analyses sensorielles aucun changement dans la texture ou la qualité géométrique des trois marques de crèmes glacées (Paradice, Gini et Prima) n'a été détecté, ce qui nous indique le respect de la chaîne de froid lors de transport ou au moment de la conservation frigorifique. L'analyse statistique des résultats de profil de texture met en évidence l'existence des différences significatives (P <0.05) entre les trois marques de crèmes glacées en terme de descripteurs épais et collant. Il apparaît clairement que la marque Prima a une texture épaisse, mais aussi collante, alors une intensité moyenne de ces descripteurs est observée pour la marque Gini. Par contre, la marque Paradice présente une texture moins collante et un épaissement faible. Une texture collante ; c'est la force nécessaire pour décoller le produit adhérant aux surfaces de la bouche. Plus cette force est importante, plus le produit est collant. Selon Gunstone et Padley (1997), la gélatine en excès ou

trop chauffée provoque l'intensité de ce caractère. Alors, la texture épaisse est la résistance du produit à l'écoulement, évalué en écrasant l'équivalent d'une cuillère du produit entre la langue et le palais. Plus la force à appliquer est importante, plus le produit est épais. Selon Luquet (1990), parmi les défauts de la fabrication des crèmes glacées, un taux de foisonnement inférieur à 60% car il donne une crème glacée compacte.

Concernant les autres descripteurs analysés au cours de cette étude, la crème glacée Prima est significativement ($P < 0.05$) plus astringente par rapport aux deux autres marques (Gini et Paradice), néanmoins sa texture lisse montre une faible intensité par rapport aux deux autres crèmes testées ($P < 0.05$). L'astringence est due à la sensation d'assèchement et de crispation sur la surface de la langue. Selon Sofjan (2004), la texture sèche est due à un excès de lait en poudre, ou de stabilisateurs, ou à une homogénéisation imparfaite. Alors, une texture lisse correspondante à une absence totale de particules solides ; moins il y a de particules détectables, plus le produit est lisse. Shanmugam et Sathishkumar (2009) ont rapporté que plus la quantité de lactose présente dans le mix est importante, plus grand sera le risque de développer dans le produit fini une texture sableuse, due à la cristallisation de ce dernier. Pour le descripteur nappant, l'analyse statistique montre que l'intensité de descripteur nappant est significativement ($P < 0.05$) plus faible dans la crème glacée Prima par rapport aux autres marques testés. Une texture fondante; c'est l'aptitude du produit à former un film dans la bouche. Plus le produit tapisse la bouche, plus il est nappant. Selon Jeantet et al (2008), plus la quantité d'extrait sec dégraissé lactique (ESDL) est importante, la crème glacée fond dans la bouche.

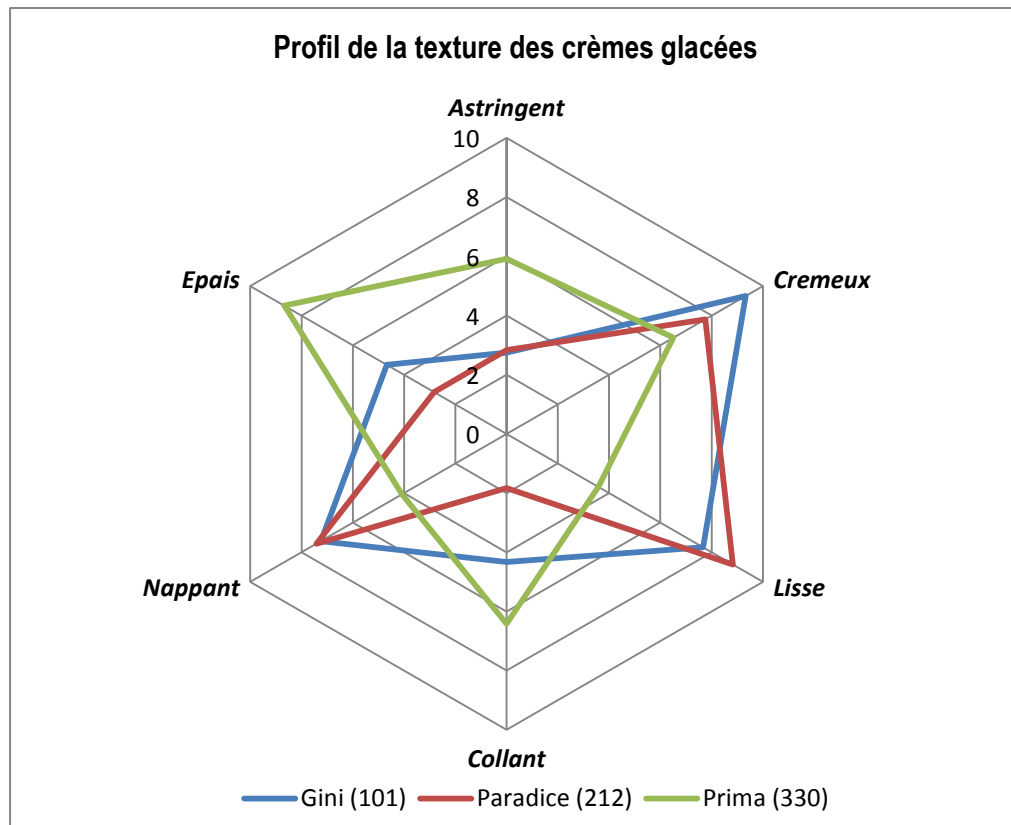


Figure n°6: Résultats d'analyse de texture des crèmes glacées commercialisées dans la wilaya de Laghouat présentée sous forme de graphique en étoile

Enfin, la crème Gini est significativement ($P < 0.05$) plus crémeuse par rapport à la marque Prima. La texture de beurre est caractérisée par une crème glacée trop onctueuse. Une déstabilisation poussée de la matière grasse donnant au produit une structure qui maintient sa forme et cela par la formation d'un réseau gras. La teneur en matière grasse influe sur le volume des bulles d'air ; une teneur élevée en matière grasse provoque des petites bulles d'air, qui donne une texture crémeuse, cependant une teneur faible en matière grasse provoque des grosses bulles d'air, qui donne une texture neigeuse (Jeantet et al., 2008). Selon Arsac et Barriquault (2006), les critères importants pour la qualité des glaces alimentaires sont le pourcentage d'extrait sec total et le pourcentage de la matière grasse.

Sur la base de ces observations, il peut donc être conclu que la fabrication des crèmes glacées nécessite un savoir-faire et une maîtrise des quantités de divers ingrédients et/ou additifs ajoutés tels que l'eau, l'air, le lait, la gélatine...etc., et des étapes de transformation entre autre le fusionnement et la congélation. Toutes modifications ou non-respect de ces paramètres pourraient influencer par la suite sur la texture de produit fini.

2.2 Analyses bactériologiques

Les résultats bactériologiques obtenus au cours de cette étude sont rassemblés dans le tableau n°15 et représentés par les figures n°7 et 8. Les résultats des différentes flores étudiées sont interprétés selon les critères microbiologiques des glaces et crèmes glacées fixés par l'arrêté interministériel N° 35 du 27 Mai 1998 (JORADP, 1998), utilisant le plan d'échantillonnage de trois classes.

Tableau n°15: Tableau récapitulatif des résultats de l'analyse bactériologiques des crèmes glacées commercialisées dans la wilaya de Laghouat.

Germes		FMAT	CT	SA
Résultats (UFC/g)	Gini	$2.4 \cdot 10^{4x}$	66 ^x	Absence
	Paradice	$2.7 \cdot 10^4$	88.6	Absence
	Prima	$2.2 \cdot 10^4$	77.2	Absence
m		$5 \cdot 10^4$	10^2	10
3m		$15 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^2$	30
M		$5 \cdot 10^5$	10^3	10^2
S		$5 \cdot 10^7$	10^5	10^4
Attribut		0	0	0

^xMoyenne UFC/g (n=2). **FMAT** : flore mésophile aérobie totale, **CT** : coliformes totaux, **SA** : *Staphylococcus aureus*. **m**: valeur seuil pour le nombre de bactéries par millilitre ou par gramme, **3m** : seuil limite de qualité satisfaisante, **M = 10 m** : seuil limite d'acceptabilité, **S = 1000 m** : seuil de toxicité.

Selon Mesmoudi S. & Benamar A., (2014) , si la somme des attributs est:

- ✓ Egale à 0 : excellente qualité du produit.
- ✓ Comprise entre 0.01 et 0.3 : qualité satisfaisante.
- ✓ Comprise entre 0.4 et 1.08 : qualité acceptable.
- ✓ Comprise entre 1.5 et 45: qualité non satisfaisante.
- ✓ > 45 : produit dangereux.

D'après les résultats des analyses bactériologiques, les charges bactériennes enregistrées au cours de cette étude montrent que la somme des attributs est égale à 0, et certains germes pathogènes, tels que les *Staphylococcus aureus*, ne dépassent pas les normes imposées par la réglementation nationale en vigueur. Dans la présente étude, les charges bactériennes enregistrées par la flore mésophile totale sont $2.4 \cdot 10^4$, $2.71 \cdot 10^4$ et $2.2 \cdot 10^4$ unité formant colonie (UFC)/g pour les trois marques Gini, Paradice et Prima, respectivement (cf. figure n°7). Donc, ces valeurs ne dépassent pas la limite d'acceptabilité décrite par la réglementation nationale qui est de l'ordre de $5 \cdot 10^4$ UFC/g. Le dénombrement de la flore totale aérobie mésophile reflète la charge bactérienne d'un produit naturel et permet d'en suivre l'évolution. C'est un indicateur spécifique d'aspect défectueux de la qualité des opérations de production, des traitements technologiques, de transport, d'entreposage etc. (Louis. 2007). Le nombre de germes totaux donne une indication sur l'état de fraîcheur ou l'état de décomposition du produit. Selon Leyral et Vierling (2001), la congélation à -18°C provoque la lyse d'une partie des cellules microbiennes et entraîne une mortalité plus au moins importante selon le germe et la vitesse de refroidissement durant la période de stockage.

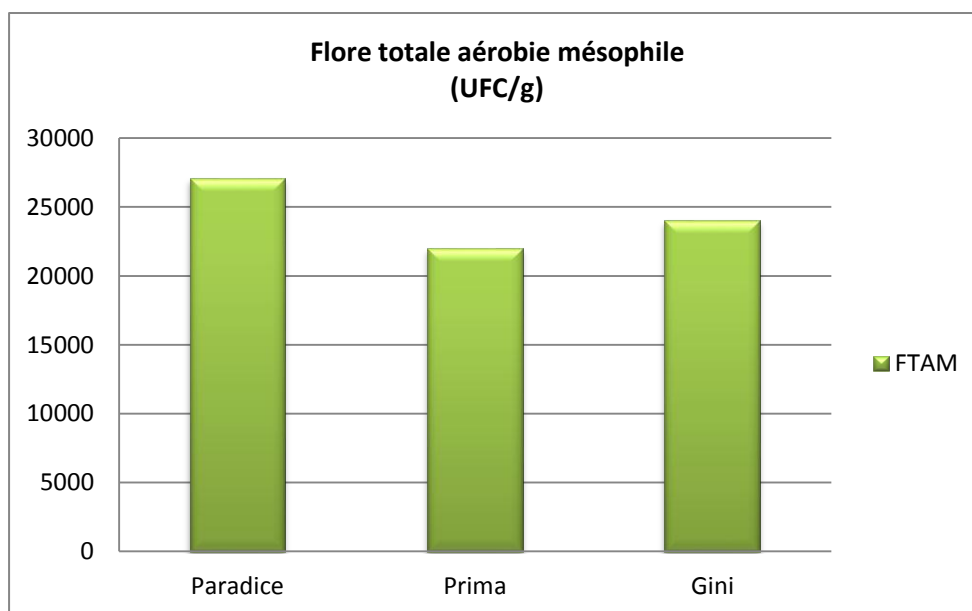


Figure n°7: Représentation graphique de taux de contamination par la flore mésophile totale

Pour les coliformes totaux, les charges bactériennes enregistrées dans les crèmes glacées Gini, Paradice et Prima sont 66, 88.6 et 77.2 UFC/g, respectivement (cf. figure n°8), donc en dessous de la limite d'acceptabilité décrite par la réglementation nationale qui est de l'ordre de 10^2 UFC/g. Le dénombrement des coliformes totaux sert à évaluer la qualité hygiénique (Louis. 2007). Il met en évidence la contamination d'origine fécale (manipulation avec des mains mal ou non lavées) et/ou l'utilisation de denrées crues mal nettoyées ainsi que le traitement thermique insuffisant (la pasteurisation ou la congélation) ou la conservation inadéquate ou trop longue (Louis. 2007). Selon Guiraud (2003), la numération des coliformes permet de mettre en évidence un défaut de process ou de mauvaise condition de fabrication (contamination). La diminution des coliformes totaux est dû à l'effet critique du froid sur la matière grasse, c'est -à-dire ; les globules gras qui ont tendance à se réunir et à remonter en surface emprisonnant un certain nombre de germes d'une part et à la lyse cellulaire d'autre part.

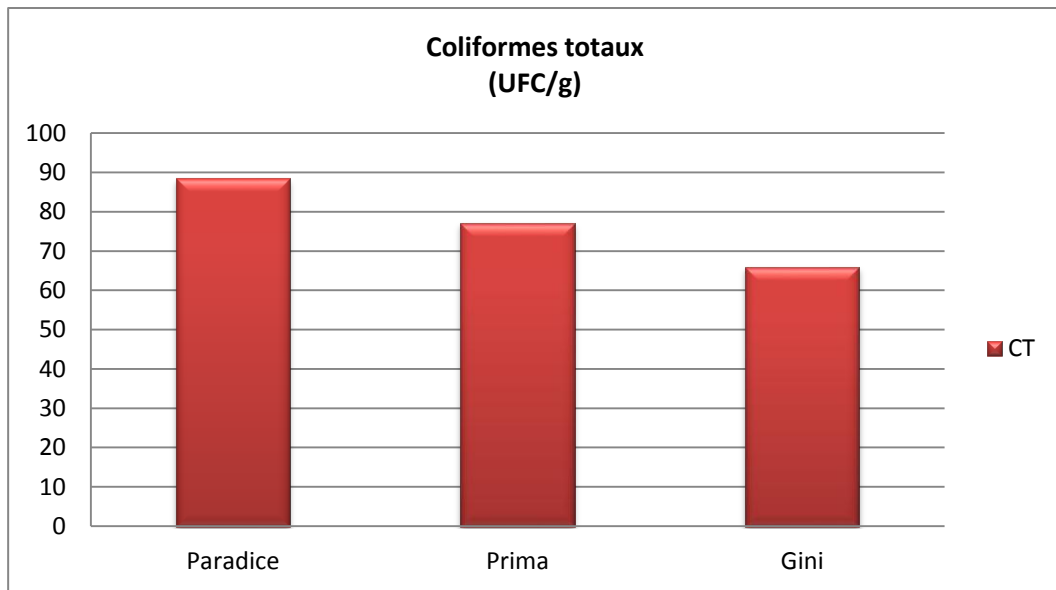


Figure n°8: Représentation graphique de taux de contamination par les coliformes totaux

Pour les *Staphylococcus aureus*, le taux de contamination est de 0% pour les trois marques de crèmes glacées testées. Ce taux indique l'absence d'une contamination par les manipulateurs infectés au cours de la manutention, l'entreposage et lors du transport de la produit fini. L'absence de *Staphylococcus aureus* s'explique également par la qualité du la matière première et de l'eau utilisée dans le process ainsi qu'au respect scrupuleux des traitements réalisés en amont (pasteurisation) et en aval (congélation, surgélation). Dans une étude réalisée par Bostan et Akin (2001) sur 300 types de crèmes glacées, aucune *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, ou *Escherichia coli* n'a été isolé dans l'un des échantillons de crème glacée testées. Les charges moyennes des bactéries aérobies mésophile, des coliformes et des levures sont $8.810^2 - 2.5 \cdot 10^3$ UFC/g, 0.3-0.6 MPN/g et <10-35 UFC/g, respectivement. D'après Sofjan (2004), même si les crèmes glacées sont considérées comme un produit à risque modéré, les conditions de vente surtout au niveau des chariots influent grandement sur leur qualité microbiologique. Kokkinakis et al. (2008) ont rapporté que l'application d'un système d'analyse des risques (HACCP) dans une usine de crème glacée présente à la fois des effets positifs sur la qualité microbiologique du produit fini et même sur la gestion totale de la qualité/hygiène. Sur la base de ces observations, on peut donc être conclu que les trois marques de crèmes glacées (Gini, Prima et Paradice) commercialisées dans la wilaya de Laghouat sont d'excellente qualité bactériologique et cela pourrait être lie à la conformité de la matière première, particulièrement le lait, ainsi que les autres ingrédients tels que les additifs alimentaires (aromes, colorants, épaississants...). De plus, l'ensemble des conditions de fabrication, d'hygiène, de transport et stockage ont été convenablement respectés.

Conclusion

CONCLUSION

L'analyse de profil de texture a permis d'identifier les défauts de fabrication des crèmes glacées ainsi que les changements causée par le non respect de la chaîne de froid. Les trois marques testées au cours de cette étude ne présentent aucun changement dans la qualité géométrique ce qui nous indique le respect de la chaîne de froid lors de transport ou au moment de la conservation frigorifique. La texture des crèmes glacées est significativement variable selon les fabricants de trois marques. La marque Prima a une texture épaisse, plus astringente, mais aussi collante, par contre sa texture lisse montre une faible intensité par rapport aux deux autres marques. La crème Paradice présente également une texture moins collante et un épaississement faible, tandis que la crème Gini est significativement ($P < 0.05$) plus crémeuse par rapport à la marque Prima. La texture des crèmes glacées est fortement lié aux quantités de divers ingrédients et/ou additifs ajoutés ainsi qu'à la maîtrise des étapes de transformation entre autre le fusionnement et la congélation. Toutes modifications ou non respect de ces paramètres pourraient influencer par la suite sur la texture de produit fini.

L'analyse bactériologique a permis également d'évaluer le niveau de contamination par le dénombrement des différentes flores recherchées dans les crèmes glacées. Les charges bactériennes enregistrées par la flore mésophile aérobie totale et les coliformes totaux sont en dessous des limites d'acceptabilité décrite par la réglementation nationale. De plus, aucune contamination par *Staphylococcus aureus* n'a été détectée dans les trois marques de crèmes glacées testées. Ces résultats indiquent que les crèmes glacées commercialisées dans la wilaya de Laghouat sont d'excellente qualité bactériologique et cela pourrait être lié à la conformité des matières premières ainsi que le respect de l'ensemble des conditions de fabrication, d'hygiène, de transport et/ou de stockage. Ils suggèrent également la maîtrise des différentes étapes de préparation et de transformation des crèmes glacées afin d'avoir une texture proche aux préférences de consommateurs.

La recherche de la qualité est actuellement une préoccupation fondamentale pour l'industrie agro-alimentaire. Tout fabricant de produit alimentaire doit instaurer et appliquer un système d'autocontrôle couvrant la sécurité de ses produits. Même si les crèmes glacées sont considérées comme un produit à risque modéré, la mise en place d'un système préventif d'analyse des dangers selon le programme HACCP dans les usines de fabrication des crèmes glacées reste toujours un outil fondamental pour améliorer l'assurance de la qualité hygiénique de produit fini et atteindre un niveau satisfaisant de sécurité sanitaire alimentaire.

ANNEXES

Annexe 1: Résultats d'analyse de la texture d'échantillon Gini

Dégustateur	Descripteur					
	Astringent	Crémeux	Lisse	Collant	Nappant	Epais
1	1	10	10	4	6	8
2	2	9	8	6	7	4
3	1	3	2	3	4	5
4	5	10	10	2	8	5
5	3	11	9	4	9	4
6	3	10	8	2	9	2
7	2	10	4	6	6	4
8	1	10	9	1	5	4
9	7	10	6	9	7	7
10	6	10	7	9	9	7
11	1	9	9	4	9	4
12	1	10	10	2	8	2
Totale	33	112	92	52	87	54
Moyenne	2,75	9,33	7,67	4,33	7,25	4,67
Ecarttypes	2,14	2,06	2,53	2,67	1,71	1,87

Annexe 2: Résultats d'analyse de la texture d'échantillon Paradice

Dégustateur	Descripteur					
	Astringent	Crémeux	Lisse	Collant	Nappant	Epais
1	2	8	9	1	8	1
2	5	8	10	1	10	1
3	2	8	8	1	7	3
4	1	9	9	1	10	2
5	2	10	10	3	6	2
6	2	8	10	3	9	5
7	4	5	8	2	2	2
8	2	9	9	2	9	2
9	3	6	10	3	3	3
10	3	6	10	2	10	3
11	6	7	4	2	6	7
12	2	9	9	1	9	3
Totale	34	93	106	22	89	34
Moyenne	2,83	7,75	8,83	1,83	7,42	2,83
Ecart types	1,47	1,48	1,70	0,83	2,71	1,70

Annexe 3: Résultats d'analyse de la texture d'échantillon Prima

Dégustateur	Descripteur					
	Astringent	Crémeux	Lisse	Collant	Nappant	Epais
1	4	9	2	7	2	10
2	8	7	4	4	3	7
3	5	1	1	7	2	10
4	9	7	6	5	3	9
5	7	9	7	2	3	8
6	1	5	4	8	5	7
7	7	9	2	9	9	7
8	4	8	2	6	2	7
9	10	2	2	7	10	10
10	9	8	4	6	4	10
11	3	5	2	8	3	9
12	4	8	7	8	3	10
Totale	71	78	43	77	49	104
Moyenne	5,92	6,50	3,58	6,42	4,08	8,67
Ecart types	2,81	2,71	2,11	1,98	2,68	1,37

**Annexe 4: JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 35
du 27 Mai 1998 (JORA. 1998).**

Produit	n	c	m
Lait déshydraté destiné aux industries alimentaires	1	–	2.10 ⁵
Germes aérobies à 30 °C	1	–	1
Coliformes	5	2	Absence
Clostridium sulfito- réducteurs à 46 °C	1	0	Absence
Antibiotiques			
Cacao poudre déshydratée :	5	2	10 ⁵
Germes aérobies à 30 °C	5	2	1
Entérobactéries	5	2	10 ²
<i>Staphylococcus aureus</i>	5	2	10 ²
Levures	5	2	10 ³
Moisissures	5	0	Absence
<i>Salmonella</i>			
Chocolat et végécao	5	2	10 ³
Germes aérobies à 30 °C	5	2	1
Entérobactéries	5	2	10
<i>Staphylococcus aureus</i>	5	2	10 ²
Levures	5	0	10 ²
Moisissures	5	2	Absence
<i>Salmonella</i>			10
Clostridium sulfito réducteurs			
Eau de reconstitution			
Germes totaux			
Conformes totaux			
Conformes fécaux			
<i>Staphylococcus aureus</i>			
Clostridium sulfito- réducteurs à 46 °C			
Glaces et crèmes glacées			
1. Glaces et crèmes glacées de consommation	5	2	5.10 ⁴
Germes aérobies à 30 °C	5	2	10 ²
Coliformes	5	2	1
Conformes fécaux	5	2	10
<i>Staphylococcus aureus</i>	10	0	Absence
<i>Salmonella</i>			
2. Préparation pour glaces et crèmes glacées		2	2,5.10 ⁴
Germes aérobies à 30 °C	5	2	10
Coliformes	5	2	1
Conformes fécaux	5	2	10
<i>Staphylococcus aureus</i>	5	0	Absence
<i>Salmonella</i>	10		

Annexe 5 : Principaux ingrédients et fonctionnalisés dans les produits laitiers glacés

Ingrédient ou additif	Fonctionnalité attendue dans le dessert glacé
Matière grasse laitière	Réduction du taux et de la vitesse de foisonnement (anti mousse) Stabilisation de la mousse par enrobage des bulles d'air avec un film gras cristallisé solide Amélioration de la texture Amélioration de la flaveur
Extrait sec dégraissé lactique	Accroissement de la viscosité et de la résistance du mélange Abaissement du point de congélation Réalisation de la structure (corps du produit)
Glucides et hydrolysats d'amidon	Amélioration de la consistance et du foisonnement Abaissement du point de congélation Obtention d'une saveur sucrée recherchée dans les desserts glacés
Hydrocoloïdes	Augmentation de la viscosité Amélioration de la texture Amélioration de la résistance à la fusion Stabilisation de l'émulsion jusqu'à la consommation
émulsifiants	Amélioration de la fonte Obtention d'une texture lisse et d'une consistance optimale Amélioration de la dispersion de la matière grasse non émulsifiée

Annexe 6: Références pour le mix blanc aromatisé

Paramètres	Références
Extrait sec total	33,4±0,5 %
Densité	1,10±0,1g/l
Matière grasse	9±1%
Acidité	16±1°D
Ph	6±0,8
Température	2-5 °C

Annexe 7 : Références pour le produit fini fabriqué par le mix cacao

Paramètres	Références
Taux de foisonnement	100 – 110 %
Volume net	Goblet : 120 ml Skipper : 100ml Corneo:100ml Boite familial ¹ / ₂ L:500 ml Boite familial 1L: 1000 ml Crustibar: 88 ml
Poids net	Goblet : 68 – 74gg Skipper : 75 Corneo:70 -75 g Boite familial ¹ / ₂ L:300g Boite familial 1L: 450 g Crustibar: 55g
Extrait sec total	36±0,5
Densité	1,11±0,1 g/l
Matière grasse	11±1%
Température	-6±1°C à la sortie du freezer

RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A

Andreasen T. G., Nielsen H., (1998). Ice cream and aerated desserts. Dans R. Early (ed.), The technology of dairy products. Blackie Academic and professional – Thomson Science. , G. B., P.:301 – 326.

Apfelbaum M., Forrat C. et Nillus P., (1999). Diététique et nutrition. 5^e édition Masson. P : 363

Alais C., Linden G. et Miclo L., (2008). Additifs. Biochimie alimentaire. 6 Edition. Edition Dunod .P : 249

Arsac S. et Barriquault M., (2006). La glace un marché français de 1,685 milliard d'euros. Dossier de Mois. N° 307. P : 54.

B

Boutonnier J.L., (2001). Transformation du lait et produits laitiers. Edition Ecole National des Industries du lait et des Biotechnologie. P : 1-10, 131-133, 418.

Bourriot S., (2002). Les additifs alimentaires que contient une crème glacée. Olympiade National de la Chimie. P : 2-10.

Bauer W. J; Badoud, R; Lölinger, J.,(2010). Science et technologie des aliments: principes de chimie des constituants et de technologie des procédés. PPUP Presses polytechniques, p 720. ISBN: 978-2880747541

Bostan K et Akin B., (2001). Study on the Microbiological Quality of Industrial Ice-Cream. Turk J V et Anim Sci 26 (2002) 623-629.

Branger A., Richer M.M. et Roustels.,(2007). La fabrication des crèmes glacées. Alimentation et processus technologique. Edition Educagari. P : 208.

Bonnefoy C., Guillet F. et Guy., (2002). Microbiologie et qualité dans les industries agroalimentaires, chapitre 4. Edition Doin. P : 100-106.

Bourgeois C.M., Mescle E.J.F., et Zucca J., (1996). Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments : 2^e édition. Collection Tec et doc. ED. Lavoisier. P : 62-272.

Bernard D.T. et Scott V.N., (1995). Risk assesment and food-borne microorganismes : the diffecultes of biological-diversity. P: 226-333.

C

Clark C.,(2004). The science of ice cream.Edition : The Royal Society of Chemistry. P: 4-7 .

D

Djardins R., (1997). Généralités et normes. Le traitement des eaux. 2^e Edition. Edition Ecole Polytechnique de Montréal. P : 8-9.

F

FAO., (1995). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Volume 28.Edition Food & Agriculture Organisation.P : 225-226.

G

Gunstone F D. and Padley F.B., (1997).Lipide technologies and application. Edition: Marcel Dekker. P 350.

Guiraud J.P., (2003). Microbiologie Alimentaire. Edition DUNOD. Paris. P : 80-97.

H

Hornych S., (2006). Maîtrise de la qualité des crèmes glacées et des glaces. Edition : Technique de l'Ingénieur. P : 5-22.

Haddad Amamou, (2009). Couplage entre écoulements, transferts thermiques et transformation lors du changement de phase d'un produit alimentaire liquide complexe – application a la maitrise de la texture. P : 11, 12.

J

JORADP (Journal officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire), n° 35, 1998, relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires.

Jeantet R., Groguennec T., Mahaut M., Scuck P. et Brule G., (2008). Glaces et crème glacées. Les produits laitiers. 2 Edition. Edition Tec et Doc Lavoisier. P : 87-100.

K

Kokkinakis E.N., Fragkiadakis G.A., Ioakeimidi S.H., Giankoulof I.B., Kokkinaki A.N., (2008). Microbiological quality of ice cream after HACCP implementation: a factory case study. Czech. J. Food Sci., 26: 383–391.

L

Luquet F.M., (1990). Lait et produits laitiers. Edition TEC & DOC. Paris.

P : 505, 507, 532, 634.

Louis J U Q., (2007). Microbiologie Alimentaire Contrôle microbiologique des Aliments Manuel Technique polytechnique Département STIA.

Leyral et Vierling., (2001). Microbiologie et toxicologie des aliments, 3^e édition. P : 147-152.

M

Martinez., (2007). Glaces et crèmes glacées. Le Syndicat National des fabricants de produits surgelés et congelés. Syndicat des Fabricants industriels de glaces et sorbets et crèmes glacées. Confédération National des Glaciers de France. N° 483-MAI 2007 : 20.

Mahaut M., Jeantet R., Brule G. et Schuck P., (2000). Glaces et crèmes glacées. Les produits industriels laitiers. Edition TEC & DOC Lavoisier. P : 151-164

Marshall R. T. & Goff D., (2003). Formulating and Manufacturing Ice Cream and Other Frozen Desserts. Food Technology, May 2003, Vol. 57, no. 5, p. 32-45.

Martin N., Skokanova J., Latrille E., Béal C. & Corrieu G., (1999). Influence of fermentation and storage conditions on the organoleptic properties of plain low fat stirred yoghurts. *Journal of sensory studies*. P: 139-160.

Montes., (2002). Effets de la formulation et des conditions de foisonnement et congélation sur la rhéologie et la structure de la crème glacée. Thèse de doctorat, INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE LORRAINE, France, P 184.

N

Norme NF-V 08-51. Technique de dénombrement de la flore aérobie mésophile totale par comptage des colonies obtenues à 30°C. Association Française de Normalisation (AFNOR), Paris.

Norme NF-V 08-050. (2009). Dénombrement des coliformes présumés par comptage des colonies à 30°C. Association Française de Normalisation (AFNOR), Paris.

Norme NF -V-08-014.,(1999). Microbiologie des aliments : méthode horizontale pour le dénombrement des staphylocoques à coagulase positive (*Staphylococcus aureus* et autres espèces). Association Française de Normalisation (AFNOR), Paris,

Norme NF ISO 7218.,(1996). Microbiologie des aliments : Règles générales pour les examens microbiologiques. Association Française de Normalisation (AFNOR), Paris,

P

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

Pontillon J., (1998). Utilisation des poudres de cacao. In : Cacao et chocolat. Edition Tec et Doc Lavoisier. P : 220.

Poste, L.M; Mackie, D.A; Butler, G; Larmond, E. (1991). Méthodes d'analyse sensorielle en laboratoire. Agriculture Canada, p 96. ISBN : 0-660-93229-6.

R

Ranadheera C.S., Baines S.K. and Adams M.C., (2009). Importance of food in probiotic efficacy. *Food Research International*. Volume 43, Issue 1. Edition: Elsevier. P: 1-5.

Roudot A.C., (2002). Rhéologie et analyse de la texture des aliments. Edition Techniques et Documentation. P : 180-185

S

Soukoulis C., Lebesi D. and Tzia C.,(2008). Enrichment of ice cream with dietary fibre: Effects on rheological properties, ice crystallization and glass transition phenomena. Food Chemistry. Volume 115, Issue 2, 15 July 2009. Edition Elsevier. P: 665-671.

Sutra L., Federighil M., et Jouve J.L., (1998). Manuel de bactériologie alimentaire, polytechniques. P: 32-39.

Sofjan R.P., (2004). Effects of overrun on structural and physical characteristics of ice cream from International Dairy Journal. Volume 14, Issue 3, March 2004. Edition Elsevier. P: 255-262.

Shanmugam S and Sathishkumar T., (2009).Enzyme Technology. Chapter 7: Enzyme applications. Application of enzymes in dairy industries.Edition I.K. International Publishing House. P 154.

V

Vignola C-L., (2002) Produits laitiers glacés. In : Science et technologie du lait- Transformation du lait. Edition Ecole polytechnique de Montréal. P : 417-422.

Vierling E., (2008). Aliments et boissons : filières et produits. 3^e édition Doin .P : 226

Z

Zalegh I., (2015). Suivi de la qualité hygiénique des crèmes glacées. Projet de fin d'études. Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Maroc, P 24.

Référence électronique

(<http://www.foodsci.uoguelph.ca>, <http://www.les-glaces.com>)