

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE « MOULOUD MAMMERI » TIZI-OUZOU
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT DES SCIENCES ALIMENTAIRES

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

EN VUE DE L'OBTENTION DE DU DIPLOME MASTER EN SCIENCE
ALIMENTAIRES

OPTION : Agroalimentaire et contrôle de qualité

Thème :

**Essai de fabrication d'une crème glacée au miel
aromatisée avec un fruit de saison.**

Présenté par :

M^{lle} HADDAD Dalila

M^{elle} ADRIR Lisa

Membre de jury

Mr SADOUDI R.	M.C.A	Président	U.M.M.T.O
Mme BOUKANDOUL S.	M.C.B	Examinatrice	U.M.M.T.O
Mme MEDJKOUH L.	M.C.B	Promotrice	U.M.M.T.O

Année Universitaire : 2022/2023.

Remerciements

Tout d'abord on remercie Dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de réaliser ce mémoire.

La richesse de ce travail n'aurait pas pu voir le jour sans l'aide et l'encadrement de Mme Rezzak, on la remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant la réalisation de ce mémoire qui nous a permis d'élargir nos connaissances.

Nos vifs remerciements vont aux membres de jury pour avoir accepté d'examiner notre travail

Nous tenons à remercier le responsable de l'industrie Gini Glace, Mr Nait Kaci et tout le personnel du laboratoire qui nous ont beaucoup aidé.

Nous remercions tous ceux qui ont participé à l'accomplissement de ce mémoire et à tous ceux dont le soutien nous a été utile.



Dédicaces

C'est avec profonde gratitude et sincères mots, que je dédie ce modeste travail de fin d'étude

À toute ma famille

À ma cher maman la source d'amour et sentiments, à mon cher papa pour

Leurs patiences, soutient et leurs encouragements tout au long de mes études

Que dieu leurs procure une longue vie

À mon cher mari, ma source de joie et de bonheur pour son amour son soutien moral et ses

Conseils précieux et à tous les membres de ma belle-famille.

À mes chers sœurs Dihia et Nadia et ses 3 enfants (Jasmin, Kalane, Atina). A mon frère et ses

Enfants (Hecen et Ariam)

Son oublier mon binôme Lisa et toute sa famille

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.

Dalila





Dédicaces

En premier lieu, je remercie Allah le tout puissant qui m'a donné la santé

Et la volonté pour réaliser ce travail

Je dédie ce travail à

A mes chers parents

A mes chers frères

A mes chères amies

A mon binôme Dalila et sa famille.

Lisa



Résumé

Ce travail est réalisé au sein de l'entreprise Gini Glace, il vise dans sa première partie à étudier les différents paramètres physico-chimiques et microbiologiques analysés au cours de processus de fabrication des crèmes glacées.

Dans une seconde partie, des essais de production de crèmes glacées avec de nouvelles formules ont été réalisées. La nouvelle recette vise à écarter les arômes artificiels et les colorants introduits habituellement dans les recettes classiques et les substituer par du miel naturel, en présence d'un fruit rafraîchissant (cantaloup) apportant à la fois une valeur nutritionnelle élevée.

Les paramètres physico-chimiques de la nouvelle crème glacée répondent bien aux normes, l'analyse sensorielle (goût, couleur, odeur, consistance) montre que la majorité des dégustateurs l'ont apprécié.

Abstract

This work is carried out within the company Gini Glace, it aims in its first part to study the different physico-chemical and microbiological parameters analysed during the manufacturing process of ice cream.

In a second part, ice cream production trials with new formulas were carried out. The new recipe aims to remove the artificial flavours and colourings usually introduced in classic recipes and replace them with natural honey, in the presence of a refreshing fruit (cantaloupe) providing both high nutritional value.

The physico-chemical parameters of the new ice cream meet the standards, sensory analysis (taste, color, smell, consistency) shows that the majority of tasters appreciated it.

يتم تنفيذ هذا العمل داخل شركة Gini Glace ، ويهدف في جزئه الأول إلى دراسة العوامل الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية المختلفة التي تم تحليلها أثناء عملية تصنيع الآيس كريم.

في الجزء الثاني ، تم إجراء تجارب على إنتاج الآيس كريم بتركيبات جديدة. تهدف الوصفة الجديدة إلى إزالة النكهات والألوان الاصطناعية التي يتم تقديمها عادةً في الوصفات الكلاسيكية واستبدالها بالعسل الطبيعي ، في ظل وجود فاكهة منعشة (شمام) توفر قيمة غذائية عالية.

تفي المعلمات الفيزيائية والكيميائية للآيس كريم الجديد بالمعايير ، ويظهر التحليل الحسي (الذوق واللون والرائحة والاتساق) أن غالبية المتذوقين يقدرونه.

Liste des abréviations

Listes des figures

Liste des tableaux

Introduction01

Partie bibliographiques

Chapitre I. Généralités sur les crèmes glacées

I.1 Origine et historique	03
I.2 Définition des crèmes glacés	04
I.3 Consommation et production des crèmes glacées en Algérie et dans le monde	04
I.3.1 En Algérie	04
I.3.2 Dans le monde.....	04
I.4 Classification des crèmes glacés	06
I.4.1 Sorbet	06
I.4.2 Glace à l'eau	06
I.4.4 Crème glacée.....	06
I.4.5 Glace.....	06
I.5 Compositions	07
I.5.1 Air	08
I.5.2 Eau	08
I.5.3 Matière grasse	08
I.5.4 Extrait sec dégraissé du lait (ESD)	08
I.5.5 Sucre	09
I.5.6 Émulsifiants	09
I.5.7 Stabilisants	09
I.5.8 Colorants	10
I.5.9 Arômes	10
I.6 Structure de la crème glacée	11

I.7Propriétés des crèmes glacées	11
I.7.1Propriétés physico-chimiques	11
I.7.1.1Viscosité	11
I.7.1.2Densité	12
I.7.1.3Acidité des mélanges	12
I.7.1.4Point de congélation.....	12
I.7.2Propriétés microbiologiques	13
I.7.3Propriétés organoleptiques	13
I.8Valeur nutritionnelle	14
I.9Technologie de fabrication	16
I.9.1Mélange, homogénéisation et pasteurisation	16
I.9.2Maturation.....	16
I.9.3Glaçage ou pré-congélation et foisonnement	17
I.9.4Formage	17
I.9.5Congélation	17
I.9.6Conditionnement-Emballage	17
I.9.7Stockage et commercialisation	18
I.10 Bienfaits de la crème glacée	19
Chapitre II. Miel et cantaloup	
II.1. Miel	20
II.1.1.Définition.....	20
II.1.2Composition du miel	20
II.1.3Types de miel.....	21
II.1.5Propriétés du miel	21
II.1.5.1Propriétés physico-chimiques	21
II.1.6.Propriétés organoleptiques	22
II.1.7Propriété thérapeutique	23

II.1.8. Bienfaits physiologiques du miel	23
II.2. Cantaloup.....	24
II.2.1 Définition.....	24
II.2.2 Composition du cantaloup.....	24
II.2.3 Production du cantaloup.....	25
II.2.4 Les bienfaits du cantaloup	25

Partie pratique

I. Matériels et méthodes

I.1. Présentation de l'unité « Gini Glace ».....	26
I.2. Analyses physicochimiques.....	26
I.1.5.1. Les analyses microbiologiques.....	30
I.3. Essai de fabrication de crèmes glacées diététiques.....	33
I.3.3. Recettes utilisées à l'industrie	34
I.3.4. Préparation de la crème glacée « mix ».....	34
I.3.5. Recette utilisée pour la dégustation.....	35
I.4. Analyses du produit fini.....	35
I.4.1. Analyses physico-chimiques.....	36
I.4.2. Analyses sensorielles	37

II. Résultats et discussion.....38

II.1. Résultats des analyses physico-chimiques du mix.....	38
II.2. Résultats de l'analyse sensorielle.....	38

Conclusion.....42

Références bibliographiques

Annexes

Liste des abréviations

°D : Degré Dornic.

EST : Extrait sec total.

VRBG : Gélose glucosée biliée au cristal violet et au rouge neutre.

AFNOR : Association Française de Normalisation.

MG : Matière grasse.

HMF : hydroxy méthyl furfural

MSNF : Milk solid not fat

Liste des figures

Figure n°1 : Production annuelle des 12 premiers producteurs mondiaux en crèmes glacées...	05
Figure n°2 : Consommation annuelle des crèmes glacées dans le monde.....	05
Figure n°3 : Structure schématique d'une crème glacée.....	11
Figure n°4 : Procédé de fabrication des crèmes glacées.....	19
Figure n°5 : Compositions du miel.....	20
Figure n°6 : Composition moyenne du melon.....	24
Figure n°7 : Le comparateur.....	29
Figure n°8 : Le réfractomètre.....	30
Figure n°9 : Diagramme de fabrication de différents mix de crème glacée à base de miel et de purée de cantaloup.....	36
Figure n°10 : Présentation des échantillons de la crème glacée et déroulement de du test sensoriel.....	37
Figure n°11 : Résultats d'appréciation de la couleur de la recette.....	39
Figure n°12 : Résultats d'appréciation de l'odeur de la recette.....	39
Figure n°13 : Résultats d'appréciation de du goût de la recette.....	40
Figure N°14 : Résultats d'appréciation de la texture de la recette.....	41

Liste des tableaux

Tableau I : Composition de la crème glacée.....	07
Tableau II : Composition moyenne des glaces, crèmes glacées et sorbets.....	15
Tableau III : Teneurs moyennes en vitamines des crèmes glacées.....	15
Tableau V : Résultats des analyses physico-chimiques du mix.....	38



Introduction

Rien de plus banal, maintenant, que de déguster à tout moment une glace. Une appétence gourmande pour ces produits qui ne datent pas d'hier puisqu'elle remonte à des temps ancestraux. Jusqu'à l'apparition de la réfrigération, au XIX^{ème} siècle (Neyrat, 2021).

Il est difficile de connaître précisément l'histoire des glaces, mais l'attrait pour les douceurs glacées a commencé bien avant l'invention des sorbetières et turbines dernier cri, en particulier en Chine (Lasser, 2022). A l'époque, la neige provenant des montagnes est conservée dans des glaciers creusés dans le sol, et on la dégustait avec des fruits et du miel, les Chinois savaient créer un froid artificiel.

La crème glacée, aliment surgelé sucré principalement consommé en collation ou en dessert. C'est un mélange congelé d'une combinaison de composants de lait, stabilisants, émulsifiants, aromatisants et des édulcorants naturels tels que le miel peut être utilisés dans les crèmes glacées. D'autres ingrédients tels que des ovo- produits et des colorants peuvent être ajoutés. Ce mélange, appelé mix, est pasteurisé et homogénéisé avant congélation tout en incorporant de l'air, conférant ainsi l'onctuosité et la douceur souhaité du produit congelé (Goff et *al.*, 2003).

Néanmoins, les crèmes glacées disponibles sur le marché sont généralement pauvres en éléments nutritifs bénéfiques pour la santé. En effet, il est très intéressant d'explorer la possibilité d'améliorer la valeur nutritionnelle des crèmes glacées en utilisant des ingrédients bienfaisants pour la santé (Van Kleef et *al.*, 2002).

Les attentes des consommateurs à l'égard de la qualité des produits alimentaires ont augmenté au cours de la dernière décennie (Ahmad *et al.*, 2019). En vue de répondre à leurs attentes en matière de tendances alimentaires, l'industrie laitière multiplie ses efforts en développant une nouvelle gamme de produits connus diététiques. En exploitant les propriétés nutritionnelles des produits naturels tel que le miel, les fruits, en les incorporant dans différentes recettes industrielles.

Dans ce contexte, l'objectif du présent travail consiste à améliorer les propriétés nutritionnelles de la crème glacée, en incorporant le miel dans sa formulation et de l'enrichir avec « purée de cantaloup » pour une meilleure aromatisation et l'obtention de la couleur souhaitée.

Afin de répondre à cet objectif, nous avons structuré ce mémoire comme suit :

Une première partie consacrée à une synthèse bibliographique présentant des généralités sur les crèmes glacées, miel et melon.

Une deuxième partie expérimentale contenant :

- Une présentation du matériel, les méthodes d'analyses et de préparation des produits ;
- Une caractérisation physico-chimique de la crème glacée ;
- Une caractérisation physicochimique et organoleptique des produits finis élaborés ;
- L'interprétation des résultats obtenus ;
- Enfin une conclusion.



Partie bibliographique

I.1. Origine et historique

Difficile de connaître précisément l'histoire des glaces, mais on sait que l'attrait pour les douceurs glacées a commencé bien avant l'invention des sorbetières et turbines dernier cri, en particulier en Chine (Lasser, 2022).

Dès l'Antiquité, grâce à des récits les mets glacés étaient très appréciés, notamment par Alexandre le Grand (- 356 avant J.-C). A l'époque, la neige provenant des montagnes est conservée dans des glaciers creusés dans le sol. On la dégustait avec des fruits et du miel. Les Chinois savaient créer un froid artificiel. En mélangeant du salpêtre (nitrate de potassium) et de l'eau, ils obtenaient un mélange à -10 °C qui leur permettait de refroidir une préparation à base de lait de chèvre, de miel et d'écorces aromatiques (Marchetti, 2018) .

Au XIVe siècle, une technique importée en Italie par Marco Polo, revenu d'Extrême-Orient, rapporte cette technique du froid en Italie. Un certain Ruggieri l'utilise ensuite pour des sorbets qu'il propose aux Médicis. Suite à son mariage avec Henri II, Catherine de Médicis et ses pâtissiers introduisent la spécialité à Paris, où Bernardo Buontalenti, devient le « faiseur d'eau » à la maison du roi. Au XVIIe siècle, l'Italien Francesco Procope dei Coltelli ouvre un restaurant à Paris, le Procope, qui compte plus de 80 parfums sur sa carte (Marchetti, 2018).

En 1846, une ménagère Américaine, Nancy JOHNSON, invente l'une des premières machines à glace à manivelle baptisée sorbetière (Boutonnier, 2001).

En 1851, la première industrie de la crème glacée en gros a été établie par Jacob Fussel à Baltimore à l'U.S.A (Goff et Hartel, 2013) .

En 1870, un compresseur frigorifique a été inventé par l'Allemand Karl Von Linde, suivi par la découverte du principe de la production de froid par vaporisation de l'ammoniaque par le français Ferdinand Carre en 1880 (Boutonnier, 2018).

En 1978, Les crèmes glacées maison ont été commercialisées pour la première fois par Ben Cohen et Jerry Greenfield dans l'état de Vermont, et le premier prototype d'extrudeur à basse température a été innové par un équipementier allemand Gersten berg et Agger en 1993. (Boutonnier, 2018).

En 1996, les industriels glaciers publient le premier guide Européen des bonnes pratiques définissant notamment la composition des produits, c'est le code Euroglaces. En 1999, un

équipementier allemand commercialise un extrudeur de crème glacée à basse température qui permet de ce fait de supprimer le tunnel de surgélation (Boutonnier, 2001).

I.2. Définition des crèmes glacés

Les crèmes glacées sont composées d'un mélange d'ingrédients congelés parmi lesquels le lait, le sucre et/ou des produits sucrants, des hydrocolloïdes, des émulsifiants et des produits aromatisants. D'autres ingrédients tels que des colorants, des ovo produits et des maltodextrines peuvent être incorporés. Ce mélange appelé « mix » est pasteurisé et homogénéisé avant congélation. Pendant la congélation, il y a élimination rapide de la chaleur en même temps qu'un battage accéléré qui incorpore des bulles d'air et procure une texture moelleuse au produit final (Mathlouthi, 2004).

I.3. Consommation et production des crèmes glacées en Algérie et dans le monde

I.3.1. En Algérie

En Algérie, la production de glaces n'arrive pas à décoller en raison des producteurs saisonniers. L'industrie de la glace s'adapte aux coutumes alimentaires des Algériens en tournant à plein tube ses machines seulement durant l'été. Les industriels y trouvent bien leur compte. Les retombées financières dépassent largement le poids de l'investissement, nonobstant du faible niveau de consommation de l'Algérien qui reste un petit amateur de glace, comparativement aux Américains et Européens, qui atteignent des niveaux annuels de consommation très importants. Le marché de la glace en Algérie représente une moyenne approximative de 25 millions de litres de crème glacée produite par an. Une faible production si on compare avec un Américain qui consomme une moyenne de 14 kg de glace par an, contre un peu plus d'un kilo pour l'Algérien. Une industrie balbutiante, mais en constante progression Les Algériens les plus friands de crème glacée demeurent les gens de l'Ouest, notamment les Oranais, qui attirent tous les producteurs de glace (Bouaricha, 2007).

I.3.2. Dans le monde

Les **ventes mondiales des crèmes glacées** représentaient 13 milliards de litres en 2008. Parmi les plus gros consommateurs de glaces au Monde on retrouve en première position la Nouvelle Zélande avec 27 litres par an et par habitant, puis les Etats-Unis avec 22,5 litres, suivis du Canada et de l'Australie avec 17,8 litres et enfin la Suisse, la Finlande et la Suède avec 14 litres. Les pays ayant un faible niveau de vie ont une consommation par habitant bien moindre que

dans les pays riches avec par exemple la Chine pour qui la consommation est de 1,8 litre par an et par habitant (figure n°1) (Dubreux, 2014).

Les principaux producteurs mondiaux de crèmes glacées sont cités par ordre décroissant : les USA (environ 61 millions d'hectolitres par an), la Chine (24 millions) loin derrière ces quantités, on trouve le Canada (5 millions), l'Italie, l'Australie, la France, l'Allemagne, la Suède, etc. (figure n°2) (Dubreux, 2014).

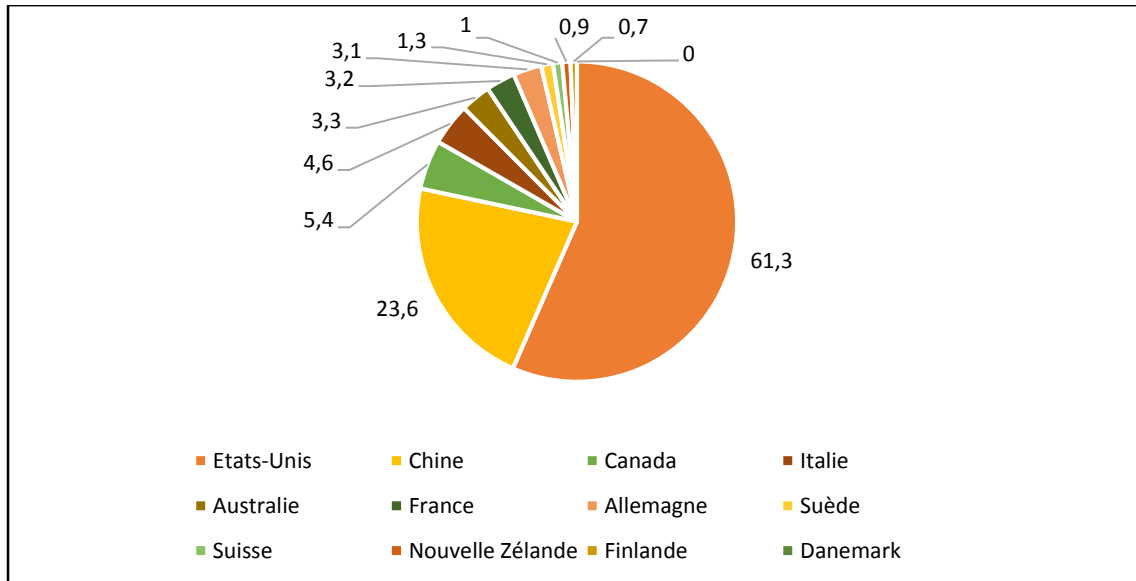


Figure n°1 : Production annuelle (million de litres) des 12 premiers producteurs mondiaux en crèmes glacées (Planetoscope, 2011).

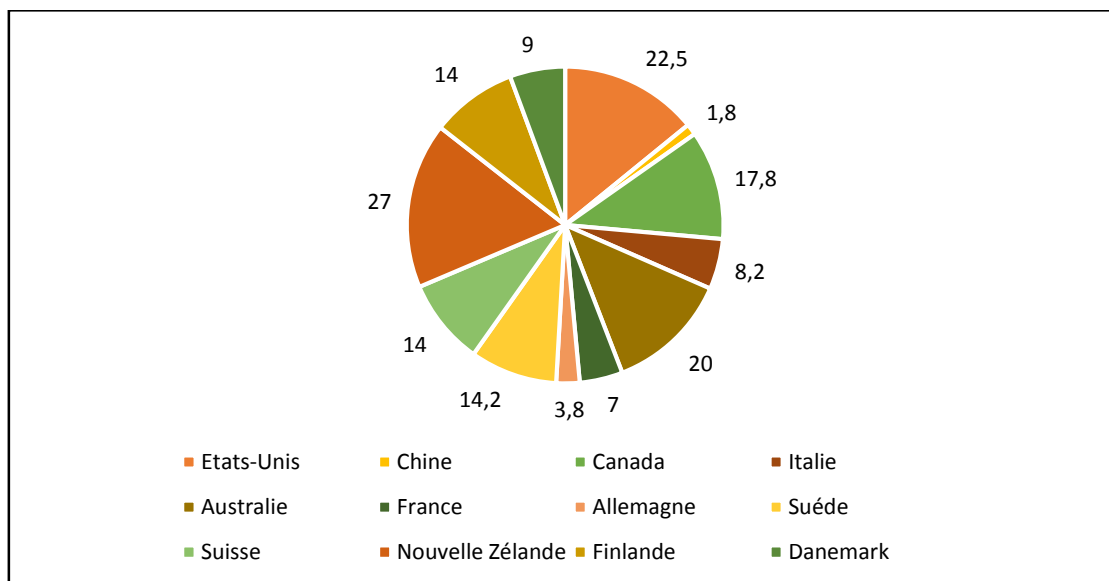


Figure n°2 : Consommation annuelle (litre) des crèmes glacées dans le monde (Planetoscope, 2011) I.4. Classification des crèmes glacés

I.4.1. Sorbet

Le sorbet est un mélange d'eau, de fruits et de sucre. Il ne contient donc aucune matière grasse. La réglementation impose un minimum de 25 % de fruits. La teneur en fruits descend toutefois à 15 % pour les agrumes (citron, orange), les fruits acides ou les fruits exotiques (ananas, banane, mangue, fruits de la passion...). Pour les sorbets à l'alcool, aux plantes ou aux épices (sorbet à la lavande, la chartreuse...), il n'existe pas de teneur minimale réglementaire. L'appellation « sorbet plein fruit » est réservée au sorbet contenant au moins 45 % de fruits et dont le poids est supérieur à 650 g par litre (Deluzarche,2020)

I.4.2. Glace à l'eau

Les glaces à l'eau sont des desserts glacés composés principalement d'eau, d'édulcorants, d'acidifiants, d'arômes, de colorants et de stabilisants. Elles peuvent être considérées comme des sorbets dans lesquels aucun ingrédient laitier n'est présent.

Le développement des glaces à l'eau a suivi un chemin similaire à celui des sorbets, en ce sens qu'elles ont évolué d'un produit froid et glacé vers des produits ayant une texture crémeuse et une douceur similaire (Tharp et Young, 2016).

I.4.3. 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 laitières supérieure à celle qui est spécifiée par la loi pour les sorbets et que celle nécessaire pour la crème glacée (Board, 2005).

I.4.4. Crème glacée

La crème glacée contient au moins 5 % de matière grasse laitière, souvent de la crème fraîche d'où son nom. Ce sont souvent soit des préparations classiques (crème glacée vanille par exemple), soit des variantes plus riches avec des inclusions de nougat, cookies, amandes grillées, sauce au caramel, etc... (Deluzarche, 2020).

I.4.5. Glace

La glace désigne une préparation obtenue par congélation et consommée sous forme glacée. C'est un mélange d'eau, de matières grasses alimentaires (crème, lait, graisse végétale ou

mélange), de protéines laitières ou non laitières (gélatine, protéines d'œuf, protéines végétales...) et éventuellement d'arômes et de fruits en proportion variable. Mais le principal ingrédient de la glace, c'est l'air. Dans un bac d'un litre, il se trouve en effet seulement 450 grammes de glace (teneur minimum). L'ajout d'air donne à la glace sa texture onctueuse (Deluzarche, 2020).

I.5. Composition

Les crèmes glacées sont constituées de :

- Composants majeurs : ils sont présents en quantités substantielles, comme le lait, le Sucre, les graisses et l'eau ;
- Composants mineurs : ils 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).

Le composant majeur des crèmes glacées est l'air, ce dernier constitue environ 55% de leurs volumes. L'eau constitue le deuxième composant après l'air avec un taux de 60%. Quant à la matière grasse, elle constitue 6 à 12% et pour le lait constitue 7.5 à 11.5%, le sucre de 13 à 18%. Les composant mineurs tels que les émulsifiants constituent 0.3% et les stabilisateurs 0.5% et enfin elle se compose de traces d'arômes et de colorants (Tableau II).

Tableau I: composition de la crème glacée (Mahaut et *al.*, 2000).

Composant	Teneur
Air	50-55% (volume)
Eau	60% (en poids)
Matière grasse	6à12% (en poids)
Extrait sec dégraissé (lait)	7.5à11.5% (en poids)
Sucre (sirop de saccharose et glucose)	13à18% (en poids)
Stabilisateurs	0.5% (en poids)
Emulsifiants	0.3% (en poids)

Aromes, colorants	Traces
-------------------	--------

I.5.1. Air

L'air, qui est incorporé à débit variable dans le mix, a été préalablement filtré. Il remplit plusieurs rôles principaux dans les glaces. Et 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 (Boutonnier, 2001).

I.5.2. Eau

L'eau est indispensable, car son rôle de solvant permet 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. 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).

I.5.3. Matière grasse

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

I.5.4. Extrait sec dégraissé du lait (ESD)

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

- Lait écrémé ou concentré.
- Lactosérum déshydraté ;
- Caséinates de sodium, de calcium ;
- Protéines de lactosérum concentrées par ultrafiltration ;
- Lacto-remplaceurs (Aliment destiné à remplacer le lait maternel dans les élevages).

Une augmentation de la teneur en matière sèche donne une plus grande résistance à la fonte en rendant la crème glacée plus compacte et crée une texture plus fondante car la quantité d'eau à congeler est moins importante. Certains auteurs ont confirmé que le diamètre des cristaux est inversement proportionnel à la teneur en matière sèche. Cependant, une teneur trop élevée en ESD du lait peut provoquer une cristallisation du lactose conduisant à un « sablage » (Mahaut et *al.*, 2000).

I.5.5. Sucre

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 (Walstra et *al.*, 2005).

I.5.6. Émulsifiants

Les émulsifiants ont plusieurs fonctions primordiales dans la technologie des crèmes glacées, comme la réduction de la durée du foisonnement, l'induction de la déstabilisation de la phase grasse globulaire, l'obtention d'une texture onctueuse, l'amélioration de la résistance à la fonte et à la rétraction du produit fini, durant sa conservation. Ainsi, les crèmes glacées font preuve de singularité avec l'utilisation d'émulsifiants qui font partie intégrante de la formulation, à la fois, pour créer puis stabiliser une émulsion ; et pour déstabiliser la phase grasse et réorganiser la microstructure de la crème glacée lors du foisonnement. Les mécanismes, intervenant durant le séjour du mix dans l'appareil de surgélation, et dans lesquels les émulsifiants sont impliqués, sont abordés dans l'article (Boutonnier,2019).

I.5.7. Stabilisants

Les stabilisants sont un groupe de biopolymères hydrosolubles utilisés en petites quantités (généralement 0,2 %) dans les crèmes glacées, les sorbets, les glaces à l'eau et d'autres aliments. La plupart des stabilisants sont des polysaccharides d'origine végétale, par exemple les alginates et les carraghénanes (issus d'algues), la gomme de caroube et la gomme de guar (issues de graines d'arbres), la pectine (issue de fruits) et la carboxyméthylcellulose sodique (issue du coton). Le xanthane, un polysaccharide bactérien, et la gélatine, un polypeptide d'origine animale, sont également parfois utilisés (Jana et Pinto, 2016).

Sur le plan nutritionnel, les stabilisants sont une source de fibres solubles. Bien qu'ils proviennent de sources naturelles, ils sont considérés comme des additifs alimentaires par la législation européenne et sont donc associés à des numéros (E) (Jana et Pinto, 2016).

Compte tenu de l'instabilité du système « crème glacée », l'addition de stabilisants dans le mix est nécessaire car ils apportent une meilleure texture et résistance aux contraintes thermiques (Mahaut et *al.*, 2000).

Afin de renforcer notamment le rôle des gélifiants, on peut ajouter du phosphate tricalcique (E341 iii) ainsi que certains phosphates et polyphosphates (E450 ai uniquement). De même, la gélatine alimentaire et le blanc d'œuf sont autorisés dans les glaces (Boutonnier, 2001).

I.5.8. Colorants

Ils peuvent être d'origine naturelle (β -carotène, caramel, camomille, cochenille, chlorophylle, etc.) ou d'origine organique de synthèse (tartrazine, jaune, orange, etc.) (Mahaut et *al.*, 2000).

Les colorants naturels et les aliments colorants sont couramment utilisés dans les desserts glacés pour intensifier et uniformiser la nuance de couleur. La stabilité de la couleur dépend de différents paramètres qui sont importants lors du choix du bon pigment.

Pendant la production, le stockage et la durée de conservation, le pigment doit être stable contre l'oxydation, la chaleur, la force de cisaillement et d'autres réactions de dégradation. Certains pigments ne sont stables qu'à une certaine plage de pH ; par conséquent, le pH des desserts glacés est essentiel, en particulier pour les produits à base d'anthocyanes. Certaines formulations de colorants à base d'émulsions peuvent influencer la stabilité du dessert glacé. Outre l'adéquation technique, toutes les couleurs doivent correspondre aux exigences légales, qui peuvent varier en fonction des marchés cibles (Krahl et *al.*, 2016).

I.5.9. Arômes

Les quantités minimales d'arômes à employer pour la fabrication des glaces sont variables. En outre, ceux-ci peuvent être utilisés seuls ou en complément pour renforcer la saveur des fruits (Boutonnier ,2001). Les types d'arômes utilisés dans les crèmes glacées et les desserts glacés sont :

- Arômes naturels : Fruits autres que les agrumes, agrumes, fruits tropicaux, arômes naturels provenant de plantes, épices, cacao et chocolat, café, arômes naturels provenant de gousses de vanille et de noix (Jana et Pinto ,2016) ;
- Arômes synthétiques : Ils comprennent les produits chimiques aromatiques et les imitations (Jana et Pinto ,2016).

I.6. La structure de la crème glacée

La glace contient de nombreux ingrédients et constitue de point de vue physico-chimique un mélange complexe où seule la congélation (température négative) est capable de stabiliser ce système instable. La glace est à la fois :

- Une solution : l'eau qui est le solvant majoritaire solubilise les sucres, sels minéraux et autres protéines et stabilisants solubles ;
- Une suspension : des cristaux de glace d'eau et de graisses, des protéines insolubles (caséines par exemple), des molécules d'épaississant sont en suspension dans l'eau ;
- Une émulsion aqueuse (H/E) : des globules gras sont dispersées dans l'eau. Une mousse : des bulles d'air sont dispersées dans la phase liquide (figure n°3) (boutonnier, 2001).

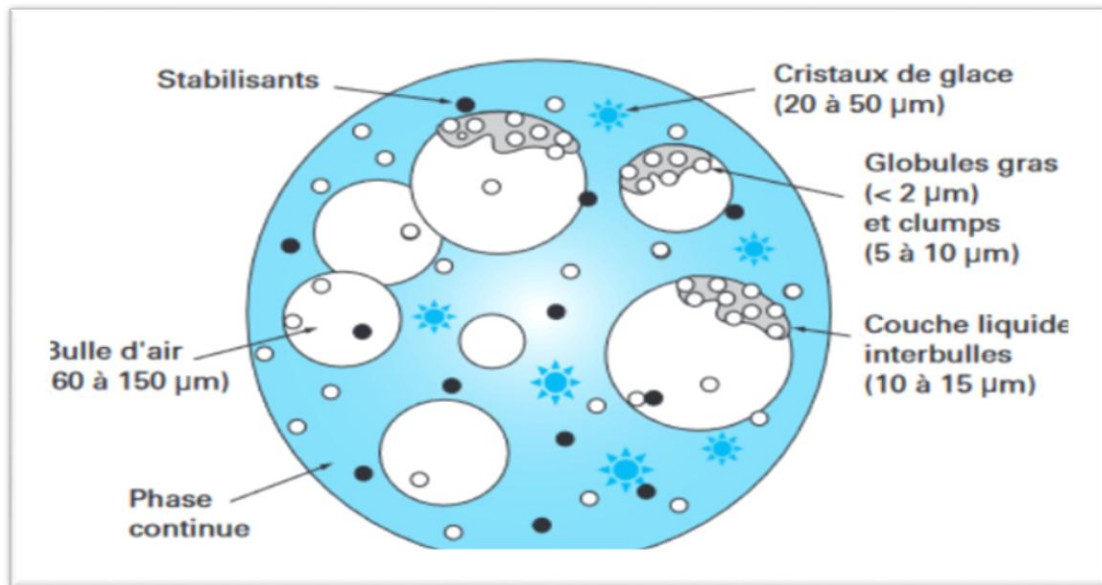


Figure n°3 : Structure schématique de la crème glacée (Boutonnier, 2001).

I.7. Propriétés des crèmes glacées

I.7.1. Propriétés physico-chimiques

I.7.1.1. La viscosité

La viscosité du liquide est importante. Si le liquide est trop visqueux, il est difficile de le battre et donc d'incorporer l'air ; s'il n'est pas assez visqueux, le film entre les bulles d'air s'écoule rapidement et les bulles coalescent. La viscosité du mélange peut être mesurée de trois façons :

- Par le temps nécessaire pour s'écouler sous une pression fixe à travers une pipette ou un tube spécialement construit ;
- En mesurant la force nécessaire pour déplacer une ou deux plaques parallèles ou cylindres coaxiaux entre lesquels une couche d'échantillon liquide est placée ;
- En mesurant la chute d'une bille à travers une colonne de mélange (Singh, 2020).

I.7.1.2. La densité

La densité ou le poids spécifique (densité par rapport à l'eau) d'un mélange pour crème glacée varie en fonction de sa composition. La densité peut être mesurée à l'aide d'un hydromètre et la masse volumique en pesant un volume connu de mélange à une température connue sur une balance gravimétrique. La densité peut également être calculée en fonction de la composition. Les recherches indiquent que la densité du mélange peut varier de 1,0554 à 1,1232 g/ml, avec une moyenne d'environ 1,1 g/ml pour un mélange à 10 % de matières grasses (Singh, 2020).

I.7.1.3. Acidité titrable

L'acidité titrable normale des mélanges varie en fonction du pourcentage de MSNF (Milk Solide Not Fat) et peut être calculée en multipliant le pourcentage de MSNF par le facteur 0,017. Ainsi, un mélange contenant 11 % de MSNF aurait une acidité titrable normale de 0,187 % d'acide lactique. Le pH normal d'un mélange pour crème glacée est d'environ 6,3. L'acidité et le pH sont liés à la composition du mélange - une augmentation des MSNF augmente l'acidité et diminue le pH (Singh, 2020).

I.7.1.4. Point de congélation

Le point de congélation de la crème glacée dépend de la concentration des constituants solubles et varie en fonction de la composition. La température de congélation peut être calculée avec une grande précision à l'aide d'une cryoscopie ou d'un osmomètre à pression de vapeur.

Un mélange moyen contenant 12 % de matière grasse laitière, 11 % de MSNF, 15 % de sucre, 0,3 % de stabilisant et 61,7 % d'eau a un point de congélation d'environ -2,5°C. Le point de congélation des mélanges à teneur plus élevée en sucre et en MSNF peut descendre jusqu'à -3°C, tandis que celui des mélanges à forte teneur en matières grasses, à faible teneur en MSNF ou à faible teneur en sucre peut monter jusqu'à -1,4°C. En général, les différences de type et de quantité de solides d'édulcorants et de concentration de lactose utilisés dans les mélanges sont principalement responsables des différences de points de congélation des mélanges (Singh, 2020).

I.7.2. Propriétés microbiologiques

La Contamination lors de la fabrication et de la manipulation (coliformes, levures et moisissures, dénombrements thermorésistantes).

Les divers ingrédients du mélange qui peuvent servir de source de micro-organismes pour la crème glacée relèvent des catégories susmentionnées. Les ingrédients ajoutés au mélange de crème glacée avant la pasteurisation ne constituent normalement qu'une faible contamination microbienne, à l'exception des spores. Cependant, l'analyse microbienne est très importante pour établir la qualité des ingrédients tels que le lait, crème, autres produits laitiers, chocolat, cacao, œufs, émulsifiants, stabilisateurs et autres additifs alimentaires. La qualité finale de la crème glacée finie dépend non seulement du nombre mais aussi du type de bactéries présentes dans le mélange (Kumar, 2020).

I.7.3. Propriétés organoleptiques

La teneur en matières grasses influence la rétention d'arômes dans une crème ainsi que son goût. Des crèmes à faible teneur en matières grasses (0 – 3%) avec de fortes concentrations en vanilline et hexanal sont perçues comme étant collantes, cristallisées, au goût de rassis et à fusion rapide. Des arômes comme les méthylcétones qui ont une flaveur grasse, de lait chaud, sont corrélés avec un goût de crème glacée riche en matières grasses (Mathlouthi et Roge, 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°C , même si on peut les servir entre -5 et -20°C . Une augmentation de la température de -14 à -7.8°C a permis une plus grande appréciation de l'arôme de vanille, de même la saveur sucrée est ressentie plus intense (Mathlouthi et Roge, 2004).

Parmi les constituants de la crème glacée, le sucre a été trouvé par un jury de dégustateurs comme étant le constituant déterminant de la texture et de la tenue en bouche. Les membres du 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 diminue la sensation de froid et la perception des cristaux de glace ainsi que la fusion en bouche (Mathlouthi et Roge, 2004).

I.8. Valeur nutritionnelle

La valeur énergétique et les nutriments de la crème glacée dépendent de la valeur nutritive des ingrédients à partir desquels elle est fabriquée. Les produits laitiers qui entrent dans le mélange contiennent les constituants du lait, mais en quantités différentes. Sur une base pondérale, la crème glacée contient trois à quatre fois plus de matières grasses et environ 12 à 16% de protéines en plus que le lait. Il peut aussi contenir d'autres produits alimentaires tel que des fruits, des noix, des œufs (Board, 2005).

La valeur nutritionnelle est très variable en fonction du type de glace considéré mais en moyenne (tableau II) :

- La valeur calorique de 100 ml de glace varie entre 60 kcal (2 boules de sorbet) et 250 kcal (bâtonnet enrobé de chocolat) ;
- Les glaces apportent environ 12 g de sucres pour 100 ml ;

- Les sorbets sont pauvres ou sans matières grasses, tandis que les autres glaces peuvent contenir jusqu'à 12 g de matières grasses pour 100 ml.

De par leur forte contenance en calcium, les glaces ont un intérêt nutritionnel particulier chez les enfants et les personnes âgées, particulièrement assujettis à des risques de carences de calcium. Toutefois, les glaces sont souvent riches en sucres ajoutés, c'est pourquoi elles sont à limiter chez les personnes diabétiques (Board, 2005).

Tableau II : Composition des glaces, crèmes glacées et sorbets (Mahaut *et al.*, 2000).

	Teneur moyenne (%)				Valeur Énergétique (Kj.100g ⁻¹)
	EST	Lipides	Glucides	Protéines	
Crèmes glacées à 10% de MG	38,30	11,20	21,4	3,64	840
Crèmes glacées à 7% de MG (origine lactique)	34,23	7,48 (7-8)	15,47 (24-26)	3,12 (3-3,2)	593(750)
Crèmes glacées à 7% de MG (origine lactique et autre)	38,63	8,54	18,42	3,88	695
Crèmes glacées aux fruits	38,64	5,49	22,07		575
Sorbets	31,30		20-31	0,1-0,30	450-500
Glaces au lait		3-3,5	26-28	2,9-3,1	624

La crème glacée est une riche source de nombreuses vitamines essentielles et une excellente source de vitamine A, vitamine B (B₁, B₂) et une assez bonne source en niacine, vitamine E, etc. Une brève description des vitamines les plus connues peut aider à souligner l'importance du lait et de la crème glacées dans l'alimentation (tableau III).

Tableau III : Teneurs moyennes en vitamines (mg) des crèmes glacées (Mahaut *et al.* 2000).

Rétinol Vit A	Thiamine Vit B1	Riboflavine Vit B2	Acide Ascorbique Vit C	Niacine	Vit E
0,07-0,16	0,03-0,00	0,20-0,30	1 à 1,5	0,1	0,3

I.9. Technologie de fabrication

La production de crème glacée comprend de nombreuses étapes classées selon les trois parties principales :

1. Fabrication du mélange de glace (mélange des ingrédients, pasteurisation et homogénéisation) ;
2. Production de glace molle (vieillessement et congélation) ;
3. Production de glace dure (emballage, durcissement et stockage) (Fehd, 2001)

I.9.1. Mélange, homogénéisation et pasteurisation

Les différents ingrédients (protéines et matière grasse du lait, émulsifiants, stabilisants, sucre et arômes supportant la pasteurisation) sont mélangés dans un mixeur à une température de 50 à 60 °C.

L'homogénéisation peut s'effectuer avant ou après pasteurisation. Généralement, elle est effectuée entre le préchauffage à 70°C, la pasteurisation pour minimiser les risques de contamination bactérienne et elle se fait généralement en 2 étapes :

- la première, de 14 à 21.10⁶ Pa en fonction du taux de matière séchée, pour réduire la taille des globules gras ;
- la deuxième, à 3.5-5.0.10⁶ pour empêcher la coalescence des nouveaux globules gras formés et désolidariser les agrégats.

La pasteurisation (à 85-90°C pendant 15 seconds) détruit la flore pathogène, réduit la flore totale et favorise la dénaturation des protéines. Elle permet une meilleure hydratation et favorise la dissolution des sucres, émulsifiants et stabilisateurs (Mahaut et *al*, 2000).

I.9.2. Maturation

Cette opération consiste à maintenir la préparation à une température de l'ordre de 4 à 6°C pendant au moins 3 heures sous lente agitation (elle peut aller de 3 à 24 heures).

Elle a pour but de cristalliser partiellement la matière grasse : la membrane externe du globule gras constituée d'acide gras à haut point de fusion se durcit alors que le cœur du globule reste liquide. Le temps de maturation sera plus au moins long selon le type de MG utilisée. Elle est de 3 à 5 heures pour la matière grasse butyrique et seulement de 1 h 30 pour l'huile de copra ou de palme, car leur richesse en acide gras à chaîne longue et saturés se traduit par une température de fusion plus élevée (Mahaut et *al.*, 2000).

I.9.3. Glaçage ou pré-congélation et foisonnement

Cette opération, fondamentale dans la fabrication, s'effectue dans un freezer : le mix est simultanément foisonné, congelé et cisailé dans un échangeur à surface raclée dont la paroi est à moins 40°C. Le produit est extrudé à -2 /-7°C avec un taux de foisonnement fixé. Pendant cette étape, les cristaux de glace sont formés (30 à 70% de la quantité d'eau initiale) et il en résulte une cryo-concentration des globules gras, sucre, protéines, et stabilisants.

Sous l'effet de l'agitation, la matière grasse peut être déstabilisée : il y a une rupture des membranes globules gras et la matière grasse liquide ainsi libérée se répartit dans la masse sous forme d'un film entourant partiellement les bulles d'air. Cette MG liquide va enfin agglomérer certains globules gras : c'est le « grappage », recherché car il améliore les qualités organoleptiques de la glace (Mahaut et *al.*, 2000).

I.9.4. Formage

Au cours de cette opération, les glaces acquièrent leurs présentations définitives depuis les bacs mono parfums jusqu'à la composition complexes inspirée de recette pâtisseries, en passant par les portions individuelles comme les cornets, les bâtonnets ou les barres glacées (Mahaut et *al.*, 2000).

I.9.5. Congélation

La congélation se fait par deux méthodes :

- Passage en tunnel de congélation à -40°C avec une vitesse d'air de 3 à 8 m.s⁻¹ : cette technique permet de congeler des produits de différentes formes ;

Contact : cette technique est applicable pour des produits présentant au moins deux faces planes parallèles. Les produits sont serrés entre deux plaques creuses à l'intérieur desquelles

- on produit une détente d'ammoniac à -40°C : cette technique ne peut s'appliquer qu'à des moules étanches et de petit formats (bâtonnets).

Ces procédés permettent de descendre rapidement la température à -15°C au cœur du produit afin d'éviter la croissance des cristaux et atteindre 80% de congélation de l'eau (Mahaut et *al*, 2000).

I.9.6. Conditionnement-Emballage

Le conditionnement et l'emballage sont réalisés sur des lignes industrielles classiques. Afin d'éviter les chocs thermiques, les opérations sont effectuées dans des chambres froides (Mahaut et *al.*, 2000).

I.9.7. Stockage et commercialisation

Le respect de la chaîne du froid négatif est une condition indispensable au maintien de la qualité physico-chimique et bactériologique des glaces. Toute remontée de la température se traduit inévitablement par un processus de recristallisation. En effet, tout apport de chaleur au produit provoque la fusion de petits cristaux avec libération d'eau liquide, qui lors d'un nouvel abaissement lent de température vient entraîner un accroissement des gros cristaux. Il s'ensuit une augmentation de leur taille moyenne avec pour conséquence une sensation granuleuse et aqueuse lors de la dégustation. C'est la raison pour laquelle les températures d'entreposage des glaces se situent entre -25 et -30°C et si celles-ci sont respectées sans faille, on peut espérer des durées de vies de l'ordre de 18 à 24 mois, mais cela à tous les niveaux (stockages, transports, présentation en linéaires) (Boutonnier, 2001).

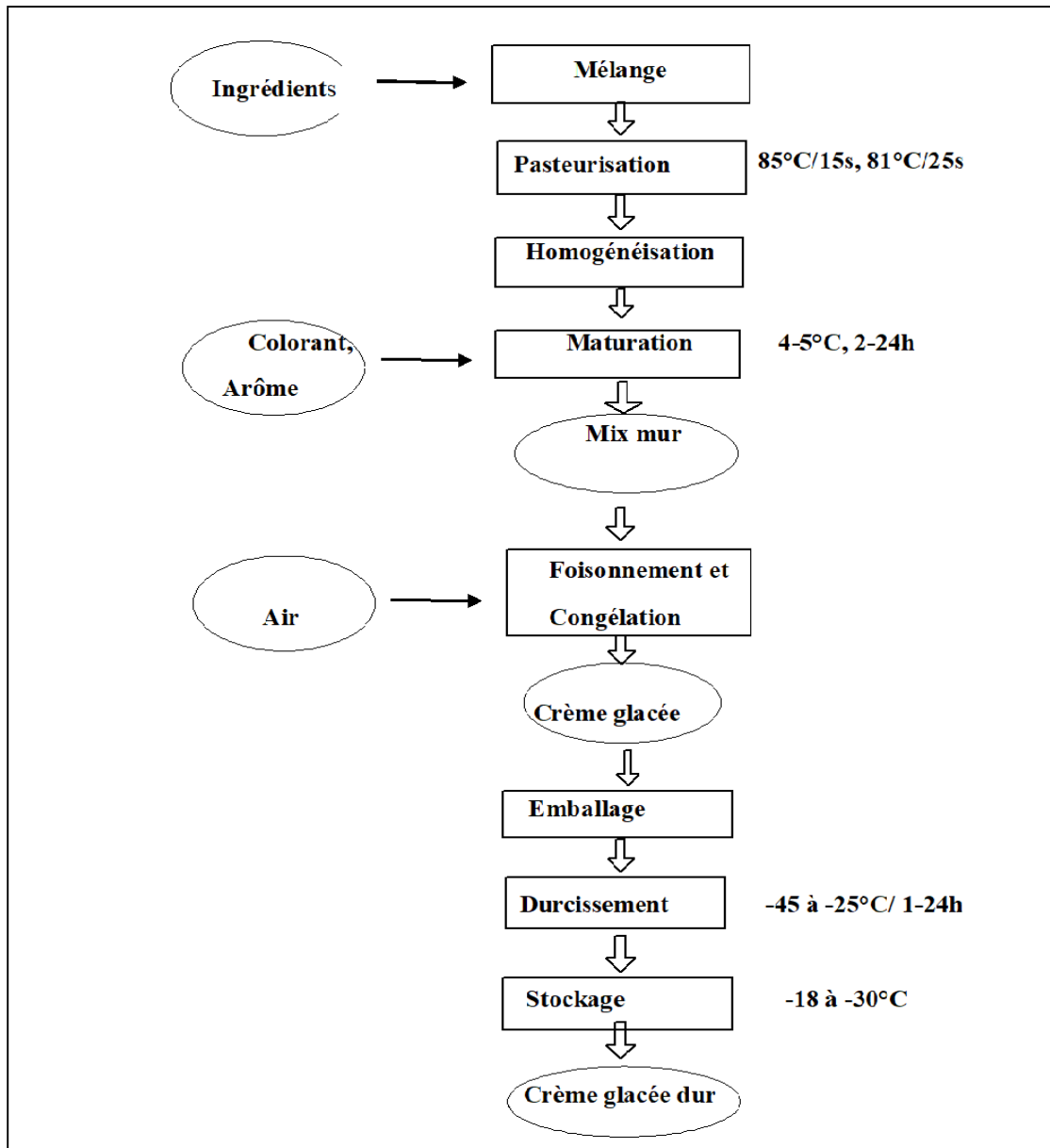


Figure n°4 : Procédé de fabrication des crèmes glacées (Edgar, 2002).

I.10. Les bienfaits de la crème glacée

Manger de la glace nous fournit des vitamines A, B₆, B₁₂, C, D et E, des vitamines essentielles à notre organisme, contient une grande quantité de calcium. Les glaces ont la capacité de nous rafraîchir et de nous hydrater, surtout pendant les mois chauds. Et comme la plupart des crèmes glacées contiennent du calcium et du phosphore, elles peuvent aider à renforcer la santé des os et des muscle (Jourdan, 2022).

II.1. Miel

II.1.1. Définition

Le miel est la substance sucrée naturelle produite par les abeilles de l'espèce *Apis mellifera* à partir du nectar de plantes, ou des sécrétions provenant de parties vivantes des plantes, ou des excréments laissés sur celles-ci par des insectes suceurs, qu'elles butinent, transforment, en les combinant avec des matières spécifiques propres, déposent, déshydratent, entreposent et laissent mûrir dans les rayons de la ruche. Cette définition est extraite de la Norme européenne recommandée pour le miel (Décret n°2003-587 du 30 juin 2003), et permet d'exclure toute fabrication à partir de produits non naturels, comme l'ajout de sucre en tant qu'aliment pour les abeilles.

II.1.2. Composition du miel

La composition du miel dépend de différents facteurs comme les espèces végétales butinées, la race des abeilles, l'état de la colonie, etc. La coloration du miel varie en fonction des espèces végétales visitées par les abeilles et peut aller du blanc au noir, en passant par toutes les tonalités de jaune et d'orangé. En moyenne, le miel contient, selon Michel Gonnet (1985) les hydrates de carbones (sous formes de sucres divers) (79,5%), l'eau (17%) et d'autres constituants (3,5%) (Figure n°5).

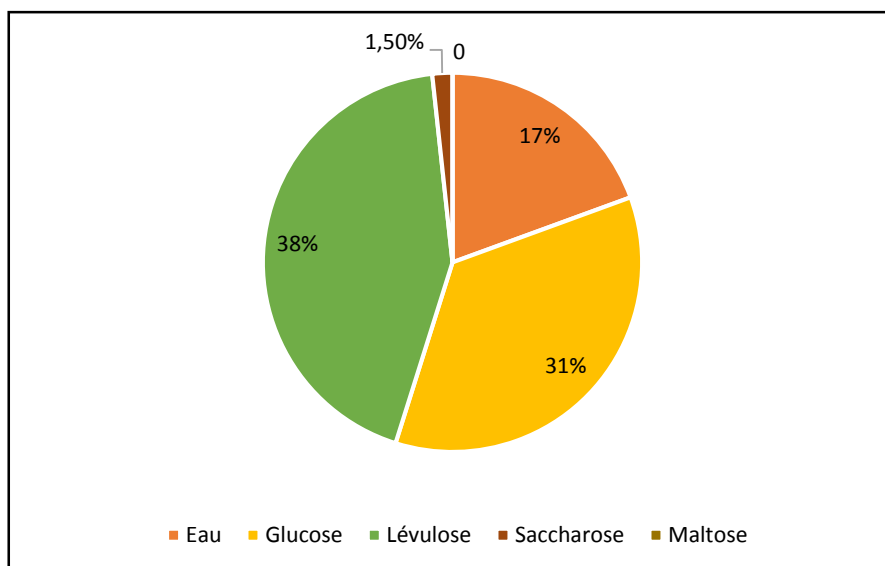


Figure n°5 : Compositions du miel (Gonnet et Vache, 1985).

II.1.3. Types de miel

En fonction de la composition, plusieurs types de miel existent (Bakchiche *et al.*, 2018) :

- **Monoflorale** : Les miels dits « monofloraux » sont élaborés à partir d'une seule espèce végétale, qu'il s'agisse de miel de nectar ou de miellat. Ils sont relativement difficiles à obtenir car pour que les abeilles s'intéressent à une variété en particulier, il faut que sa floraison soit abondante et localisée sur une étendue suffisante. Pour qu'un miel soit considéré comme monoflorale, il doit être composé à 80 % d'une même espèce végétale (Cavalier, 2013).
- **Polyfloral** : Proportions très variables de différentes espèces végétales ;
- **De forêt (Miel de miellat)** : Il se différencie des précédents au fait que les abeilles ne recueillent pas le nectar d'autres plantes mais qu'il provient pour l'essentiel d'excrétions d'insectes suceurs de plantes (pucerons, ...) présents dans les parties vives des plantes ou de sécrétions des parties vives des plantes.

II.1.4. Propriétés du miel

II.1.4.1. Propriétés physico-chimiques

II.1.4.1.1. pH

Le pH du miel est important au cours du processus d'extraction, car il affecte la texture, la stabilité et la durée de vie. Le pH du miel est suffisamment bas pour ralentir ou empêcher la croissance de nombreuses espèces bactériennes. Le pH des miels étudiés est compris entre 3,97 et 4,65 avec une moyenne de 4,3 (Avisse, 2014).

II.1.4.1.2. Teneur en eau

La teneur en eau est un facteur hautement important car il permet l'estimation du degré de maturité des miels et peut renseigner sur la stabilité contre la fermentation et la cristallisation au cours de stockage ; donc elle conditionne la conservation du produit (De Rodriguez *et al.*, 2004 ; kuçuk *et al.*, 2007). En effet, la variation de l'humidité peut s'expliquer par la composition et l'origine florale du miel. La forte interaction du sucre avec les molécules d'eau permet de réduire l'eau disponible au développement des micro-organismes (Avisse, 2014).

II.1.4.1.3. Conductivité électrique

La conductivité électrique est une mesure indirecte de la minéralisation des miels. Les miels de nectar faiblement minéralisés ont une conductivité inférieure à 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Les miels de

châtaignier et de miellat, fortement minéralisés, ont, en général, une conductivité électrique supérieure à 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Avisse, 2014).

II.1.4.1.4. Fluidité et viscosité

Le miel est un liquide visqueux. Sa viscosité dépend de sa teneur en eau, sa composition chimique et de sa température. La viscosité est très élevée à basse température et décroît rapidement lorsque la température augmente. Pour 30 à 35°C, la viscosité est minimale (<100 poises) (Bogdanov *et al.*, 2004).

II.1.4.1.5. Taux d'HMF (Hydrox -Méthyle-Furfural)

Un miel naturel, qui n'a subi aucun traitement thermique particulier, ne contient pas plus de 5 mg / kg d'HMF. La concentration en cet indice d'un miel stocké à température ambiante augmente d'environ 5 à 10 mg / kg /an. La DLUO (Date Limite d'Utilisation Optimale) des miels qui contiennent plus de 30 mg /kg la première année sera courte (Avisse, 2014).

II.1.4.1.6. Activité de l'invertase (ou saccharase)

Intervenant dans l'hydrolyse du saccharose en glucose et fructose, l'invertase est une enzyme digestive de l'abeille ; contrairement à l'activité diastasique aucune disposition légale ne la régleme. L'activité de l'invertase étant en bonne corrélation avec la teneur en saccharose du miel, elle est particulièrement faible dans les miels possédant une forte teneur en saccharose le dosage de son activité permet d'évaluer la fraîcheur d'un miel (Avisse, 2014).

II.1.4.2. Propriétés organoleptiques

Les miels peuvent être très divers, tant par leur coloration que par leur consistance et leur arôme.

II.1.4.2.1. Couleur

En fonction de ses origines florale et géographique, le miel peut présenter différents coloris. Il existe des miels limpides comme de l'eau, des miels jaunes, ambrés, verdâtres, rougeâtres, et certains presque noirs. À l'exception du violet et du bleu la couleur des miels varie à l'infini.

Le miel est une substance complexe d'un point de vue organoleptique ; sa richesse odorante et gustative distille une palette étendue d'odeurs qui se perçoivent au nez d'effluves aromatiques qui se décèle en bouche (Hoyet, 2005).

II.1.4.2.2. Texture

Cristallisé finement ou grossièrement, dur ou souple, pâteux ou liquide, le miel peut se présenter sous de nombreux aspects (Hoyet, 2005).

II.1.4.2.3. Goût et les arômes

Suivant son origine florale, le miel peut présenter une grande variété de saveurs et d'arômes différents (Hoyet, 2005).

II.1.5. Propriété thérapeutique

Le miel posséderait des « vertus » considérées comme « magiques » dans de nombreuses civilisations. Autrefois, on utilisait le miel, certes dans l'alimentation, mais aussi dans de nombreux rites.

Les minéraux les plus courants qu'il contient sont le calcium, le cuivre, le fer, le magnésium, le manganèse, le zinc, le phosphore et le potassium. Sont également présents environ la moitié des acides aminés existants, des acides organiques (acide acétique, acide citrique,) et des vitamines du complexe B, vitamines C, D et E. Le miel contient aussi une grande variété d'antioxydants (flavonoïdes et composés phénoliques).

II.1.6. Bienfaits physiologiques du miel

Le miel possède des bienfaits physiologiques divers, notamment :

- **Régulation de la glycémie :** Il semble contre-intuitif que le miel régule la glycémie. Mais le secret de sa capacité à le faire réside dans l'équilibre du fructose et du glucose. Ainsi, si lors de sa consommation, la portion de fructose permet au glucose d'être absorbé par le foie pour former du glycogène, qui devient disponible pour le cerveau, le cœur, les reins et les globules rouges. Cela améliore le fonctionnement des organes et des tissus essentiels, éliminant le glucose de la circulation et abaissant ainsi la glycémie. Des études ont montré que le miel augmente à peine les taux de sucre dans le sang ou d'insuline, produisant plus de glycogène par gramme de miel que tout autre aliment ;
- **Le miel naturel améliore la fonction cérébrale :** Avoir un cerveau fonctionnel et sain est essentiel. Pour cela, ses cellules ont besoin d'être alimentées en énergie pour remplir correctement leurs fonctions. La fonction du calcium dans le cerveau est très importante, car les neurones l'utilisent pour générer les signaux électriques conduits entre les neurones pour communiquer des messages. S'il n'y a pas assez de calcium, le cerveau ne fonctionnera pas correctement. Des recherches scientifiques montrent que le miel naturel aide à absorber et à fixer le calcium dans le corps, favorisant ainsi le bon fonctionnement du cerveau. En plus du cerveau, il aide également à prévenir l'ostéoporose et aux problèmes osseux ;
- **Booster du système immunitaire :** Le miel est doté de propriétés antibactériennes et antifongiques, il est donc idéal pour stimuler le système immunitaire, non seulement

lorsqu'il est ingéré, mais également lorsqu'il est appliqué localement sur la peau. Ces propriétés aident à garder les plaies et les coupures propres et exemptes d'infections, ce qui en fait un bon antiseptique naturel.

II.2. Cantaloup

II.2.1. Définition

Le cantaloup (*Cucumis melo var. cantalupensis*) est un fruit de la glorieuse famille des Cucurbitaceae, d'origine d'Afrique. Les melons, comme le cantaloup et le melon miel, sont des fruits rafraîchissants. Ils agrémentent admirablement tant les petit-déjeuner que les desserts, les apéritifs ou les salades. C'est un aliment phare de l'été. Le nom cantaloup provient du village de Cantalupo, près de Rome (Conan, 2021).

II.2.2. Composition du cantaloup

Le cantaloup est très riche en eau (il en renferme près de 90 %), il est particulièrement rafraîchissant. Sa valeur énergétique moyenne est de l'ordre de 34 calories aux 100 g. Elle dépend directement du taux de glucides (ou sucres), qui peut varier de 6 à 14 % mais se situe le plus souvent, aux alentours de 8 à 10 %. Ces glucides sont constitués en majorité par du saccharose (les 3/4 du total), glucose et fructose étant présents en moindres proportions. Comme la plupart des fruits, le cantaloup ne renferme que des traces de lipides (ou graisses) et moins de 1 % de protides (figure n° 6) (Lester, 1997).

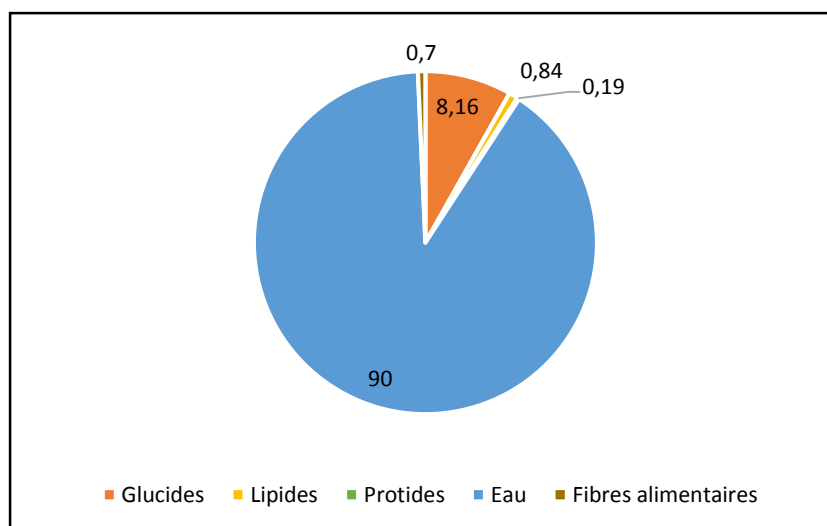


Figure n°6 : Composition moyenne du cantaloup (par 100g) (Anonyme, 2010).

II.2.3. Production du cantaloup

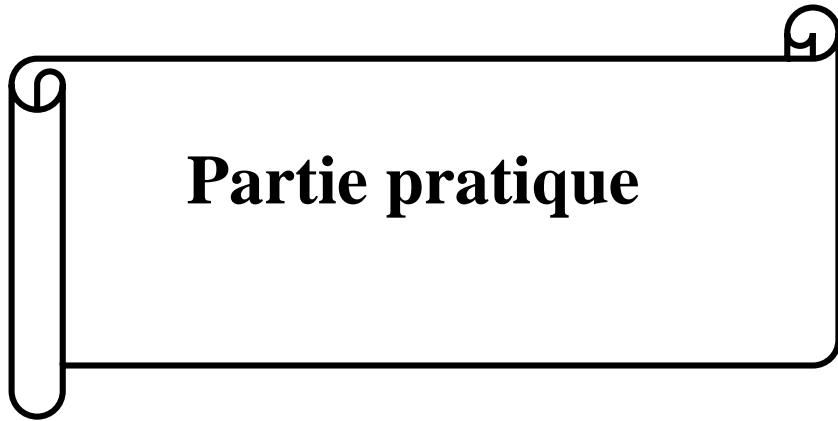
Le cantaloup pousse sur une liane rampant le long du sol, à vrilles et à grandes feuilles de couleur bleu-vert. Sa culture se fait par semis de graines. Sous abris chauffés de mi-avril à mai, sous abris froids de juin à août et en plein champ de mi-juillet à début octobre. Ce dernier mode représente 51% des surfaces cultivées. Après la pollinisation, les fruits se développent sous le soleil et se gorgent de sucre. La récolte a lieu selon les différentes variétés et types de cultures. Elle se fait à la main, tôt le matin, aux heures les plus fraîches de la journée pour ne pas l'endommager. Les fruits sont rapidement acheminés dans des stations de conditionnement. Ils y sont contrôlés puis emballés selon leur calibre, préalablement défini (Prisca et Biowallonie, 2017).

II.2.4. Les bienfaits du cantaloup

Le cantaloup est une bonne source de vitamine A et C qui possède des propriétés anti-oxydantes et pourrait être en partie responsable des effets bénéfiques associés à une consommation élevée de fruits et légumes. La vitamine C dans le sang contribue à diminuer l'oxydation et l'inflammation dans l'organisme, un effet protecteur contre l'apparition de certaines maladies dégénératives associées au vieillissement.

Ce fruit est aussi une source de vitamine B6 (pyridoxine), cette vitamine joue un rôle dans la formation de certaines composantes des cellules nerveuses (Conan, 2021).

Source de bêta-carotène, le cantaloup est l'un des fruits qui contient le plus de bêta-carotène (ou provitamine A), un antioxydant intéressant qui protège la rétine et améliore la vision nocturne, et qui protège la peau tout en favorisant le bronzage. C'est l'allié idéal pour obtenir un joli teint doré (Ouicher, 2021).



Partie pratique

I. Présentation de l'unité « Gini Glace »

L'unité GINI GLACE est une entreprise privée familiale à responsabilité limitée (SARL), sous forme d'un établissement pour la fabrication des glaces et crèmes glacées. Elle est située dans la localité de FREHA à 30 Km de Tizi-Ouzou sur la route nationale N° 73, sa superficie atteint 10 000m².

1978 est la date de création de l'unité avec une surface de production de 200m², elle s'étale aujourd'hui à 800 m². L'activité de l'entreprise est saisonnière (Avril-Septembre), avec un effectif de 300 employés, dont 50 permanents et 250 saisonniers ; formés en interne permettant ainsi d'atteindre une capacité de production de 30.000 litre de mix/jour.

Présente sur le territoire national, Gini Glace dispose d'une douzaine de dépôt principalement dans les grandes villes telles qu'Oran, Constantine, Annaba, et autre. Ces dépôts sont approvisionnés par une flotte de 80 véhicules spécialement aménagés pour le transport des crèmes glacées.

I.1. Présentation des laboratoires

L'unité Gini Glace possède trois laboratoires, une salle de préparation des milieux de cultures et un bureau du responsable de la qualité.

I.1.1. Laboratoire de physico-chimie

Il est équipé d'un matériel qui nécessaire pour toutes les analyses physico-chimiques à savoir l'extrait sec total, le pH, la température, le poids, la teneur en matière grasse etc.

I.1.2. Laboratoire microbiologie

Il sert à suivre toutes les analyses microbiologiques, qui portent essentiellement sur la recherche et le dénombrement des flores et des germes pathogènes nocifs.

I.1.3. Laboratoire de traitement des eaux

Le suivi permanent des eaux de lavage et les eaux utilisées dans le processus de fabrication ainsi que celui de la chaudière est nécessaire.

I.1.4. Salle de préparation des milieux de culture

Cette salle est utilisée pour le rangement et la stérilisation de la verrerie ainsi que la préparation des milieux de cultures et notamment leur stérilisation.

I.1.5. Bureau du responsable de qualité

Le responsable de qualité se charge de la révision des résultats d'analyses effectuées quotidiennement puis rangées par ordre chronologique. Les résultats des analyses sont consignés sur le cahier des charges qui est présenté aux agents de contrôle de la qualité et de la répression des fraudes de la wilaya lors de leurs visites.

II. Analyses physicochimiques**II.1. Les analyses physicochimiques portent sur la matière première****II.1.1. La poudre du lait écrémé****II.1.1.1. Détermination de l'humidité**

Le principe de la méthode consiste à utiliser un rayonnement halogène mis en œuvre dans le dessiccateur XM 60. La majeure partie du rayonnement pénètre dans l'échantillon où il se transforme en une chaleur rayonnant de l'intérieur vers l'extérieur.

5g de poudre du lait sont placés dans un dessiccateur électrique, la température est réglée à 102°C. Le taux d'humidité est exprimé en pourcentage comme suit :

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

EST : extrait sec total lu sur le dessiccateur.

II.1.1.2. Détermination de l'acidité DORNIC

Le principe est basé sur le titrage par une solution alcaline (NaOH) 1/9 en présence d'un indicateur coloré (la phénolphtaléine).

10g de poudre du lait sont introduits dans un Becher. Après avoir ajusté le volume jusqu'à 100ml avec de l'eau distillé, le mélange est homogénéisé et laissé au repos pendant 5mn.

10ml de ce mélange sont prélevés et titrés avec la soude en présence de quelques gouttes de phénolphtaléine jusqu'au virage de la couleur au rose pale. L'acidité est exprimée en degré DORNIC (°D)

$$A=V (°D)$$

A : acidité de la poudre de lait ;

V : volume de NaOH versé.

II.1.1.3. Mesure de pH

Le Ph est déterminé à l'aide d'un pH mètre. La valeur du pH est lue directement sur l'appareil.

II.1.1.4. La solubilité

Un mélange poudre de lait/ eau distillée est préparé et centrifugé à une température de 50°C pendant 5mn à une vitesse de 1200 tr/mn.

Un mélange homogène indique une poudre de lait qui se dissous facilement dans l'eau. Le cas contraire est constaté la présence des grumeaux.

II.1.2. Poudre de cacao et chocolat**II.1.2.1. Détermination de l'humidité**

La détermination de ce paramètre est faite de la même façon que pour la poudre du lait. Un chocolat de bonne qualité doit présenter une humidité $\leq 2\%$. Concernant la poudre de cacao, elle est considérée de bonne qualité son taux d'humidité est inférieur ou égal à 6%.

II.1.3. L'eau de procès**II.1.3.1. La dureté totale ou titre hydrométrique**

La dureté totale d'une eau renseigne sur la concentration en cation Ca^{2+} et Mg^{2+} . Le principe de la méthode consiste à un dosage volumétrique par le réactif EDTA. Ce dernier possède la propriété de se combiner avec les ions de calcium et magnésium (Anonyme, 2009).

Le TH est donné par la loi suivante :

$$TH = [Ca^{++}] + [Mg^{++}]$$

100ml d'eau sont chauffés à une température de 65°C, puis ajouter 5ml de solution tampon : chlorure d'ammonium, Ammoniac, Eau distillé (pH 9,5 à 10) et une quinzaine de gouttes de noir d'ériochrome T. Si la coloration vire au bleu, cela indique un TH=0. La dureté totale, exprimé en degrés Français sera égale au volume d'acide éthylène diamine tétra-acétique (EDTA) versé en ml.

$$TH = V (\text{°F})$$

II.1.3.2. Détermination du titre alcalimétrique (TA)

Le titre alcalimétrique (TA) renseigne sur la concentration en ions hydroxydes (OH^-) et en carbonates (CO_3^{2-}), il est calculé selon la formule suivante :

$$\text{TH} = [\text{OH}^-] + 1/2[\text{CO}_3^{2-}]$$

Prélever 100ml d'eau à analyser, ajouté 3 à 4 goutte de phénolphtaléine à 1% ; puis titrer avec une solution d'HCL (0.1N) jusqu'au passage du rose à incolore. Enfin, noter le volume d'HCL écoulé. Les résultats sont exprimés comme suit :

$$\text{TA} = \text{V}(\text{°F})$$

V : volume d'HCL écoulé.

Remarque : 1°F correspond à 10mg de carbonate de calcium.

II.1.3.3. Titre alcalimétrique complet (TAC)

Le titre alcalimétrique complet (TAC) renseigne sur la concentration en ions hydroxydes (OH^-), carbonates (CO_3^{2-}) et hydrogénocarbonates (HCO_3^-) selon l'équation suivante :

$$\text{TAC} = [\text{OH}^-] + [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{HCO}_3^-]$$

Le principe de déterminations de (TA et TAC) est basé sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué, en présence d'un indicateur coloré (Rodier et Coll, 2005).

Sur le même échantillon utilisé pour la détermination de TA, On ajouter 3à5 gouttes de méthyle orange la couleur devient jaune, puis titrer avec l'acide chlorhydrique (HCL à 0.1N) jusqu'au virage de la couleur orange. S'assurer qu'une goutte d'acide en plus provoque le passage de la coloration orange au rose orangé (p4H). Le TAC est calculé selon la formule suivante :

$$\text{TAC} = [(\text{V1} + \text{V2}) - 0.5] (\text{°F})$$

V1 : volume de HCL écoulé au TA ;

V2 : second volume de HCL écoulé.

II.1.3.4. Dosage des chlorures

Deux échantillons de 10ml sont prélevés. Le premier sert de témoin et au deuxième on ajoute un comprimé diéthyl-p-phénylènediamine (DPD), qui est un réactif coloré servant à mesurer la quantité de chlore dans l'eau.

Si on a une coloration transparente la concentration en chlorures est nulle. S'il ya apparition d'une coloration, les deux cuves sont placées dans un comparateur devant un disque avec échelle chromatique permettant d'obtenir une correspondance de couleur exacte entre l'étalon coloré et l'échantillon.



Figure n°7 : Le comparateur

II.1.3.5. Mesure de pH

La mesure est faite par lecture directe sur le pH mètre.

II.1.4. Le mix

II.1.4.1. Extrait sec total (EST)

L'extrait sec totale est la masse restante après la dessiccation complète d'un certain volume de mix.

II.1.4.2. Le pH

Mesure directe par un pH mètre.

II.1.4.3. L'acidité

10g de mix sont mises dans un bécher puis ajouter quelques gouttes de phénolphtaléine. Titrer avec une solution de NaOH N/9 jusqu'au virage de la couleur en rose. L'acidité est exprimée en degré DORNIC.

$$A=V$$

Les résultats physicochimiques concernant les mix (blanc et cacao) sont comparés aux normes de l'entreprise.

II.1.3.4.4. Le degré Brix

Ce paramètre est mesuré seulement pour le mix sorbet. On met une goutte de produit sur le réfractomètre. La lecture se fait directement sur le réfractomètre horizontalement dans la direction de la lumière. Il sert à évaluer la teneur en sucre des sorbets.



Figure n°8: Réfractomètre

II.1.5. Le produit fini

II.1.5.1. Détermination du taux de foisonnement

Le principe de la méthode est de quantifier le volume d'air injecté dans la crème glacée, il est exprimé en pourcentage.

Remplir une capsule du mix et peser le poids puis remplir la même capsule de glace obtenue par le mix foisonné et peser son poids. Le taux de foisonnement (TF) est exprimé comme suit :

p_1 : poids du mix(g) ; $TF (\%) = [(p_1 - p_2) / p_2] \cdot 100$

p_2 : poids du mix foisonner(g).

II.1.5.2. Analyse microbiologique

La qualité microbiologique d'un produit alimentaire est d'une grande importance, elle renseigne sur le degré de propreté d'un aliment de point de vue microbiologique ; c'est-à-dire la possibilité d'ingérer l'aliment en question sans nuire à sa santé.

II.1.5.2.1. Échantillonnage et techniques de prélèvement

Les prélèvements doivent être réalisés dans des conditions aseptiques, il s'effectue sur les produits liquides, solides et sur le produit fini.

- a. Prélèvements des produits liquides :** Pour l'eau de préparation le mix (aux différents stades de fabrication), on flambe le robinet pendant quelques minutes avant le prélèvement, laisser couler, puis remplir des sachets stériles types stomacher avec le produit à analyser ;
- b. Prélèvements des produits solides :** Le prélèvement des poudres de (laits écrémé et cacao) est réalisé au laboratoire à partir d'un sac en vrac pris aléatoirement, en stérilisons leurs surfaces externes et l'essuyant avec de l'alcool à 80°C. Ensuite à l'aide d'une sonde on prélève 100g de poudre dans les sachets stériles ;
- c. Le produit fini :** Le produit fini est directement prélevé après son conditionnement, transporté au laboratoire et transféré par la suite dans un sachet stomacher stérile.

II.1.5.2.2. Contrôle de l'équipement et de matériel

Il s'agit du contrôle microbiologique du matériel entrant en contact direct avec le produit à différents stades de fabrication, à savoir les tanks de maturations, le doseur, le tapis d'envois et le bac de chocolat. Ces prélèvements s'effectuent par le balayage des surfaces à analysées à l'aide d'écouvillons.

II.1.5.2.3. Contrôle de l'ambiance

L'évaluation de la qualité microbiologique de l'air a est effectuée au niveau de la salle de pesée, salle de maturation et la salle de conditionnement. La technique la plus simple pour déterminer la bio contamination aéroportée, consiste à disposer des boites de pétri ouvertes aux endroits que l'on veut étudier. Dans les boites de pétri, nous avons préalablement coulé les milieux de culture correspondant aux germes que l'on veut détecter, les particules en suspension dans l'air se développent par sédimentation à la surface du milieu.

II.1.5.2.4. Préparation des milieux de culture

- a. Gélose de Sabouraud au chloramphénicol :** Mettre en suspension 45.5g de milieu déshydraté dans 1L d'eau distillée. Porter à ébullition lentement en agitant jusqu'à dissolution complète. Répartir en tubes à raison 20ml. Puis stériliser à autoclave 121°C pendant 15 min ;
- b. Gélose glucose viande foie :** Mettre 48g de la poudre déshydraté dans 1Ld'eau distillé ,puis porter à ébullition lentement en agitant jusqu'à dissolution complète .Répartir en tubes de 20mL puis stériliser à l'autoclave à121°C pendant 15 min ;
- c. Agar plate count (PCA) :** Pour la détermination de flore microbienne totale. Ajouter 22.5g à 1L d'eau déminéralisé par chauffage dans un bain marie bouillant ou dans un courant de vapeur, passer à l'autoclave 15min à 121°c ;
- d. Eau peptonée :** Suspendre 20g de poudre dans 1litre de d'eau distillée ou déminéralisée, chauffer jusqu'à dissolution complète et stériliser à l'autoclave à 121°C pendants 15 min ;
- e. Bouillon sélénite cystine :** Mettre en suspension 23g de milieu déshydraté dans 1L d'eau distillée. Puis porter à ébullition lentement avec agitation jusqu'à dissolution complète. Maintenir à ébullition pendants 2 min, ne pas refroidir rapidement puis répartir en tubes ou en flacons.

II.1.5.2.5. Recherche et dénombrement des différents germes

Avant d'effectuer la recherche et le dénombrement des germes, la préparation des solutions mères est une étape primordiale à effectuer. Il s'agit de prélever aseptiquement 10g de produit à analyser (pour les produits solides), on le met dans un sachet stomacher stérile et on ajoute 90ml de l'eau peptonée. Dans le cas des produits liquides, l'eau de dernier rinçage sont considérées comme des solutions mères.

a. Coliformes totaux et coliformes fécaux

Porter aseptiquement 1ml de chaque dilution dans une boite de pétri, verser ensuite environ 20ml de milieux de culture VRBG en surfusion, homogénéiser, laisser se solidifier sur la paillasse et ajouté une deuxième couche de VRBG.

- La première série de boites sera incubée à 37°C pendant 24h à la recherche des coliformes totaux ;
- La deuxième série de boites sera incubée à 44°C pendant 24h à la recherche des coliformes fécaux.

Les coliformes apparaissent sous forme petites colonies foncées dues à la dégradation du lactose.

b. Flore aérobie mésophile totale (FMAR)

Il s'agit de l'ensemble de microorganismes capables de se multiplier en aérobiose à des températures optimales de croissance situées entre +20°C et +45°C. Le dénombrement de la FMAR nous renseigne sur la charge microbienne du produit (degré de contamination) et le risque de présence de germes pathogènes.

Quatre boites de pétri sont inoculés et deux autres témoins par 1ml d'eau, le milieu PCA maintenu en surfusion est ensuite coulé et mélangé avec des mouvements de huit, une fois solidifiées, deux boites sont incubées 72h à 22°C et les 2 autres 48h à 37°C.

Les colonies des germes totaux se présentent sous forme lenticulaire en masse. Le nombre de colonies exprime le nombre de bactéries aérobies mésophiles contenus dans 1ml de l'échantillon.

c. Staphylocoques

La recherche de staphylococcus aureus passe par l'enrichissement et l'isolement.

- **L'enrichissement** : Il est réalisé sur un milieu Gioliti Contoni additionné de tellurite de potassium, à partir de dilution décimale, porter aseptiquement 1ml dans un tube stérile. Ajouté 15ml du milieu d'enrichissement, homogénéiser puis incubé à 37°C pendant 48h. Les tubes ayant virés en noir sont considérés positifs. Cette couleur est due à la réduction de tellurite en tellure ;
- **L'isolement** : Pour bien s'assurer que cette couleur due à la présence de staphylococcus aureus, on réalise l'isolement sur le milieu de Chapman qui est préalablement coulé dans les boites de pétri. Prélever 0,5ml des tubes positifs et on ensemencement en stries sur le milieu Chapman solidifié, puis incubé à 37°C pendant 48h.

d. Salmonelle

La recherche des salmonella nécessite une prise d'essai à part ; elle se fait en trois étapes : pré-enrichissement, enrichissement et l'isolement. Le pré-enrichissement consiste à prélever 25g

ou 25ml, de produit à analyser, que l'on introduit dans un flacon contenant 225ml de (tryptone sel eau). Incuber à 37°C pendant 18h. L'objectif de cette étape est de revivifier les salmonelles.

II.2. Essai de fabrication de crèmes glacées diététiques

L'objectif de cette étude est l'essai de fabrication d'une crème glacée à base de miel, aromatisée avec un fruit de saison (cantaloup), tout en gardant les mêmes caractéristiques du produit fini industriel. Ainsi que l'étude de ses caractéristiques physico-chimiques et sensorielles. L'utilisation du miel (naturel) à la place du sucre permettra d'obtenir une crème glacée qui n'est pas trop sucrée, de plus l'aromatisation avec le fruit naturel (cantaloup) confère une valeur nutritionnelle élevée ainsi des effets bénéfiques pour les personnes diabétiques et les enfants.

Dans notre étude, nous avons procédé par l'essayage de nombreuses recettes jusqu'à obtention d'une recette désirée et satisfaisante.

La partie expérimentale du mémoire a été réalisée pendant la période des mois de Mai à Juin 2023, au niveau de l'industrie Gini Glace, dans le laboratoire physico-chimique et dans le laboratoire pédagogique de physico-chimie (département Agronomie, UMMTO).

Le miel utilisé est un miel naturel de bonne qualité, et le fruit est un fruit frais de saison (cantaloup).

II.2.1. Recettes utilisées à l'industrie

La recette que nous avons utilisée a été proposée par l'entreprise « Gini Glace ». Elle a été conçue spécialement pour la fabrication de crèmes glacées à base de sucre et d'arômes artificiels. Dans la présente étude cette recette est modifiée en remplaçant complètement le sucre par le « miel » à différentes proportions et en incorporant de « la purée de cantaloup ».

II.2.2. Préparation de la crème glacée « mix »

- ✓ Préparation de la purée de cantaloup : (voir annexe 3).
- ✓ Préparation des différentes formulations du mix :
- Nous avons préparé trois formulations de crème glacée à différentes concentrations de miel et de purée de cantaloup.

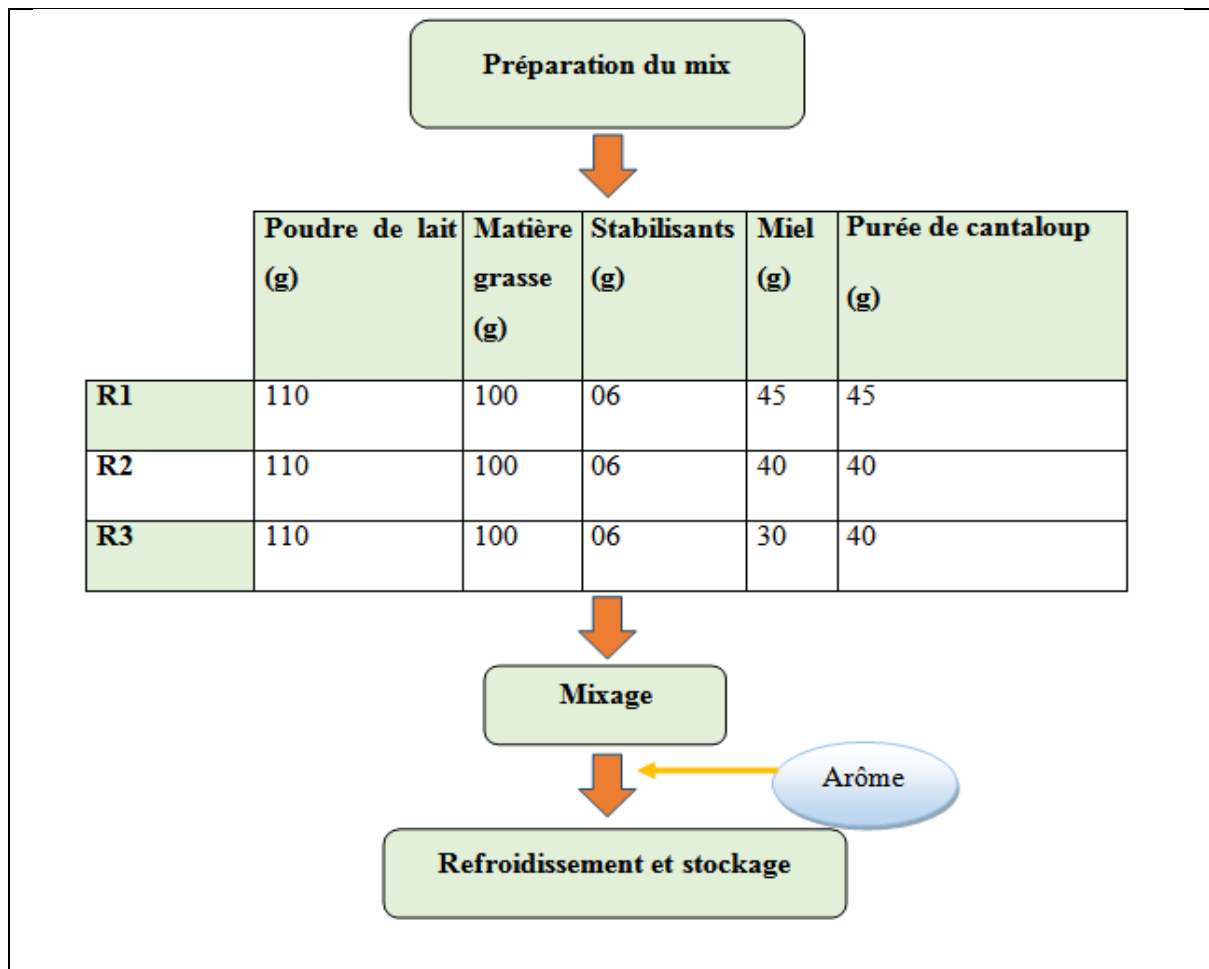


Figure n°9 : Diagramme de fabrication de différents mix de crème glacée à base de miel et de purée de cantaloup.

II.2.3. Recette utilisée pour la dégustation

Pour des raisons de panne de la machine à essayage des recettes de crèmes glacées (mini Gini Glace) à l'industrie, la réalisation de cette nouvelle recette s'avère impossible. Une sorbetière est utilisée pour pallier à ce problème. Après modification de quelques ingrédients de la recette, la crème glacée est fabriquée artisanalement. La nouvelle recette est préparée du lait partiellement écrémé, lait concentré, crème liquide à 30% de MG, miel, purée de cantaloup et arôme de melon. Les détails de préparation du produit fini sont détaillés en annexe 2.

II.3. Analyse du produit fini

II.3.1. Analyses physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques effectuées sur le mix sont : le pH, l'acidité et l'EST.

II.3.2. Analyses sensorielles

Les exigences des consommateurs en matière de propriétés sensorielles sont un facteur crucial pour le succès commercial lors du lancement d'un nouveau produit sur le marché. C'est pourquoi le test de préférences du consommateur a été effectué. L'analyse sensorielle demande de faire appel à plusieurs sujets pour conduire à des résultats significatifs (Nicod ,1998).

La séance de dégustation s'est déroulée au niveau de notre département agronomie à Bastos (UMMTO), où la plupart des conditions sont réunies. Le groupe de dégustateurs est composé de 100 personnes âgées entre 19 -58 ans, des deux sexes (hommes et femmes). L'essai a été effectué après 2 journées de stockage réfrigéré. Chaque consommateur a obtenu un ensemble d'échantillons individuels.

La crème glacée fraîchement préparée et placée dans des gobelets puis présentée aux panélistes pour la dégustation (Figure n°10). La fiche d'appréciation pour le test de dégustation inclut 4 questions (voir annexe 1). Les questionnaires dûment remplis par les dégustateurs ont été retirés à la fin de l'évaluation et les données ont été organisées puis traitées.

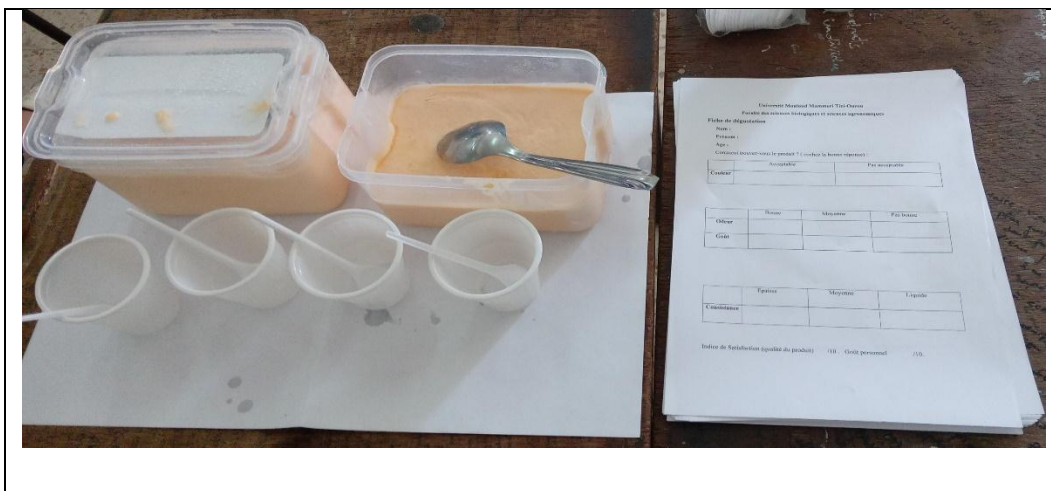


Figure n°10 : Présentation des échantillons de la crème glacée et déroulement de du test sensoriel.



Résultats et discussion

II. Résultats des analyses physico-chimiques du mix

Les différents tests physico-chimiques effectués sur le mix et sur le produit fini ont permis d'obtenir les résultats suivants récapitulés dans le tableau VI.

Tableau V : Résultats des analyses physico-chimiques des mix

Paramètre	R1	R2	R3
pH	6.65	6.67	6.66
Acidité (°D)	17	16	17
EST (%)	29.83	29.98	30.16

II.1. pH

Le pH des mix analysés se situe entre 6.65 à 6.68, il apparait que les valeurs du pH répondent toutes aux normes AFNOR établies pour les crèmes glacées, qui est de 6 à 8.

Le pH est un paramètre très important à connaître car il permet de prévenir le risque de contamination microbienne. On favorise une valeur basse de ce dernier pour freiner la croissance de la majorité des microorganismes.

II.2. Acidité

D'après les résultats obtenus, les valeurs d'acidité sont très proches les unes des autres. Elles sont comprises entre 16 et 17 degrés DORNIC (°D) située dans les normes AFNOR 16 ± 1 (°D).

II.3. Extrait sec total (EST)

Les critères les plus importants pour la qualité des glaces alimentaires sont le pourcentage d'extrait sec total et le pourcentage de la matière grasse. L'EST joue un rôle important dans la crème glacée. Il améliore la texture et la capacité de fouettage et réduit le point de congélation (Syed *et al.*, 2018).

II.2. Résultats de l'analyse sensorielle

Le panel de dégustation est composé de 100 personnes. Les réponses (Avis/appréciations) des participants concernant la couleur, l'odeur, le goût et la consistance de la nouvelle recette de crème glacée élaborée, sont représentées ci-dessous.

II.2.1. Couleur

La couleur d'un aliment est un paramètre très important qui conditionne l'acceptation ou le rejet de ce dernier par le consommateur. La figure n°11 illustre les résultats du test de l'appréciation de la couleur. D'après les résultats, la totalité des dégustateurs sont satisfaits et ont accepté la couleur de la crème glacée.

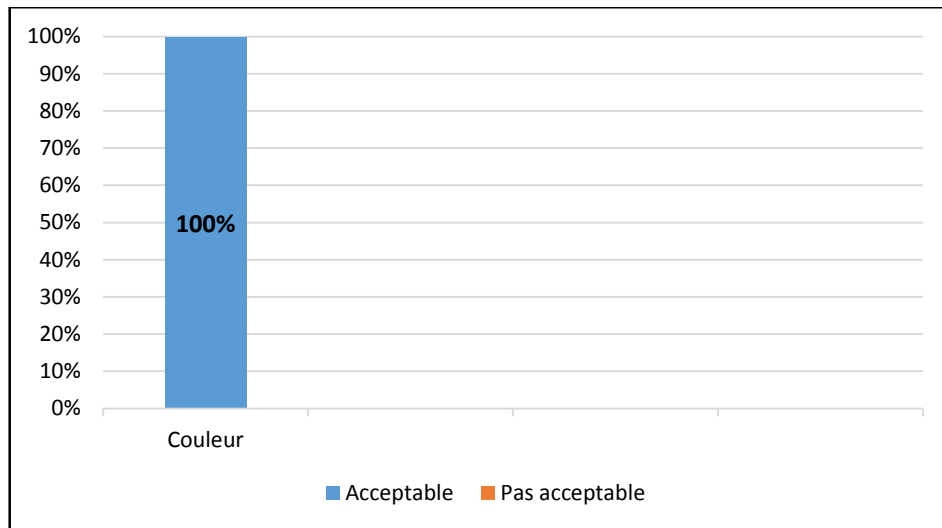


Figure n°11 : Résultats d'appréciation de la couleur de la crème glacée.

Les résultats obtenus (Figure n°11) nous montrent que la couleur de la crème glacée a été appréciée par tous les panélistes (100%). On peut donc conclure que la crème glacée a eu la meilleure appréciation sur la couleur.

II.2.2. Odeur

Les résultats de l'appréciation de l'odeur sont illustrés dans la figure n° 12

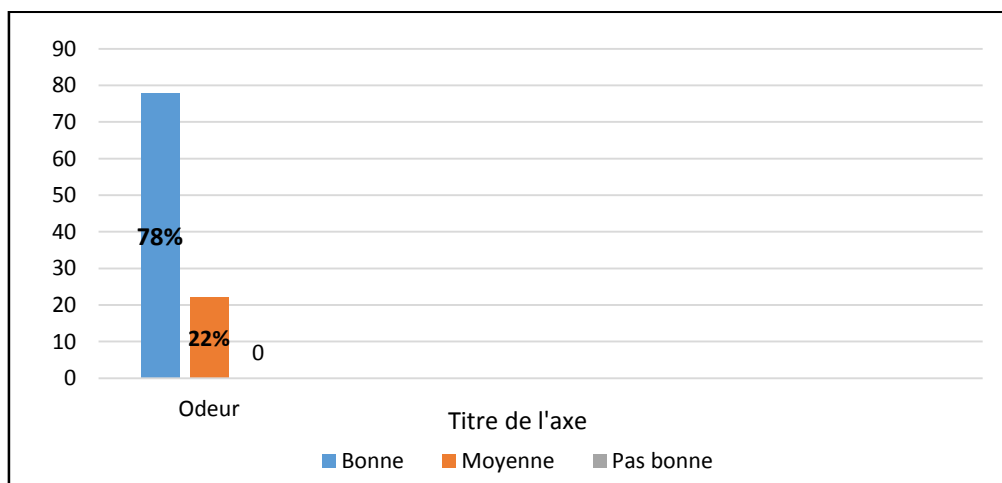


Figure n°12 : Résultats d'appréciation de l'odeur de la recette.

Résultats ont montré que 78 panélistes sur 100 ont trouvé l'odeur de cette recette bonne, 22 panélistes l'ont trouvée moyennement bonne et aucun n'a attribué la mention Pas bonne pour l'odeur de la crème à base du cantaloup.

II.2.3. Goût

La figure n°13 illustre les résultats du test de dégustation pour le goût.

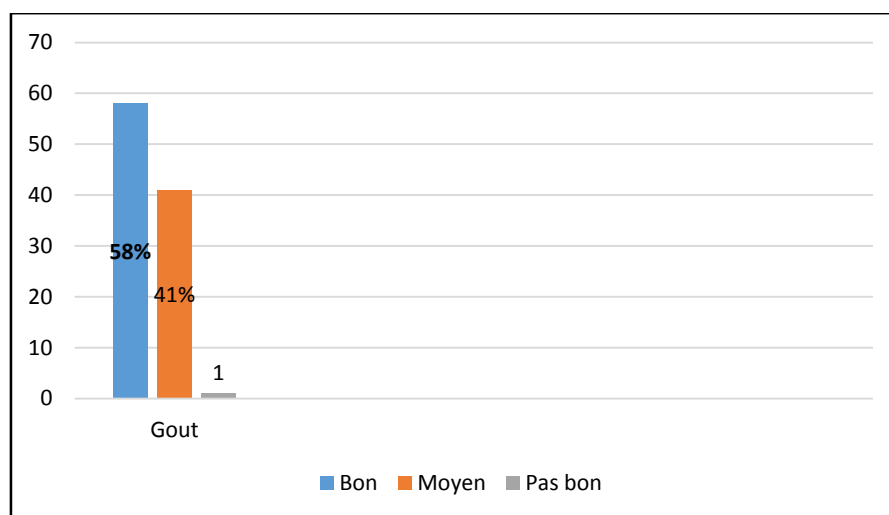


Figure n°13 : Résultats d'appréciation de du goût de la recette.

Les résultats d'analyse statistique ont montré que 58 panélistes sur 100 ont trouvé le goût de cette recette bon. 41 panélistes l'ont trouvé moyennement bon et 1 pas bon. On a constaté que la majorité des personnes qui ont trouvé la crème glacée moyennement bonne n'aiment pas vraiment le fruit du cantaloup.

II.2.4. Consistance

La figure n°14 illustre les résultats du test de dégustation pour la consistance. Les résultats d'analyse statistique du test de dégustation ont montré que 67 panélistes sur 100 ont trouvé la texture de cette recette épaisse. 33 panélistes l'ont trouvée sa consistance moyenne.

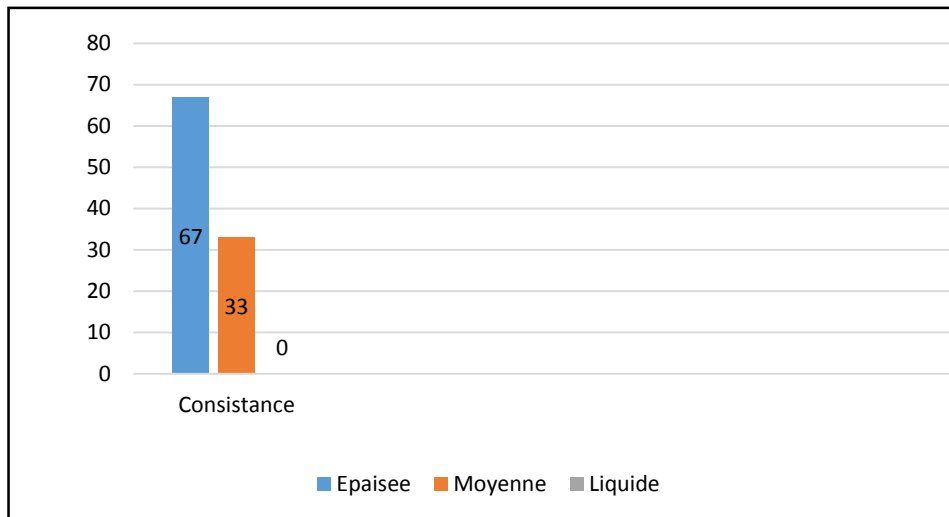
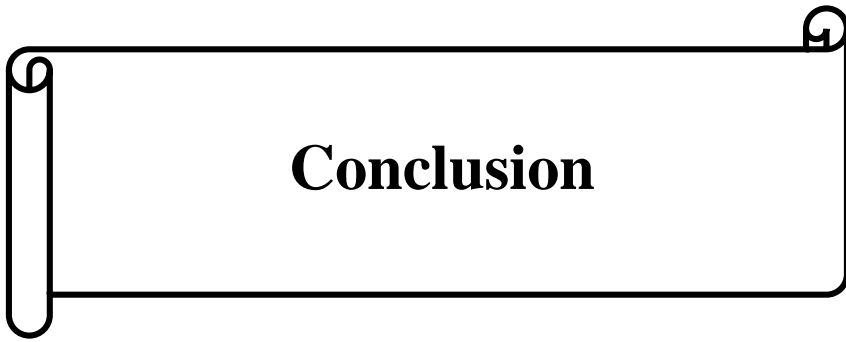


Figure n°14 : Résultats d'appréciation de la texture de la recette



Conclusion

Conclusion

Les crèmes glacées sont des produits alimentaires obtenus par congélation d'un mélange pasteurisé du lait avec des additifs, sucres et des fruits pour les aromatisés. Tant que les crèmes glacées sont des produits très sensibles, il est nécessaire de faire un ensemble d'analyses physicochimiques pour vérifier la conformité du produit aux normes, garantir la bonne qualité et préserver la santé des consommateurs contre les toxi-infections alimentaires.

L'objectif de la présente étude est essentiellement de répondre aux attentes du consommateur qui cherche la variété, la texture, le gout, et surtout moins de sucre. C'est dans ce contexte que s'inscrit la présente étude qui vise à produire une nouvelle formule de crème glacée qui répond aux attentes du consommateur notamment de point de vue nutritionnel. Ce travail se focalise sur la fabrication d'une nouvelle formule en substituant le sucre par du miel naturel en présence d'une purée de cantaloup, fruit qui confèrera au produit fini ses caractéristiques rafraîchissantes, sa valeur nutritionnelle et ses effets bénéfiques.

Les résultats physico-chimiques réalisés nous ont permis de montrer que le produit possède une valeur nutritionnelle élevée, qui répond aux normes exigées. Et en remplaçant le sucre par le miel naturel et l'utilisation d'un fruit naturel sous forme d'une purée est possible d'obtenir les mêmes caractéristiques d'une crème glacée standard, bien que leurs propriétés ont été influencées par la composition du miel.

D'après les résultats organoleptiques obtenus, il apparait clairement que cette nouvelle formule est très appréciée par la majorité des dégustateurs.



Références bibliographiques

A

Avisse, I.(2014). Grand traité des miels, Isabelle Avisse, Éditions le Sureau.

B

Bakchiche, B., Habati, M., Benmebarek, A., & Gherib, A. (2018). Caractéristiques physico-chimiques, concentrations des composés phénoliques et pouvoir antioxydant de quatre variétés de miels locales (Algérie). *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 6(1), 118- 123.

Board, N., (2005). The complete technology book of cocoa, chocolate, ice cream and other milk products. National Institute Of Industrial Re—Recherche Google. (s. d.).

Boutonnier, J.-L. (2001). Crèmes glacées, glaces et sorbets : Formulation et fabrication. *Agroalimentaire*.

Boutonnier, J.-L. (2018). Crème glacée, glace et sorbet—Aspects physico-chimiques. *Agroalimentaire*.

Bouaricha,N.(2007).La crème glacée fait des émules en Algérie, à l'adresse Djazairress website: <https://www.djazairress.com/fr/elwatan/74895>

Bogdanov S., Ruoff k. et Oddo L.P. (2004). Physico-chemical methods for the characterization of unifloral honey. *Apidol*, 35: 4-17

C

Cavelier, E. (2013). La-culture-du-melon-mai-2017.pdf. (s. d.). Consulté à l'adresse <https://www.biowallonie.com/wp-content/uploads/2020/05/La-culture-du-melon-mai-2017>.

Conan,C.(2021). Le melon : Le fruit phare de l'été aux bienfaits santé. (2011, décembre 31). Consulté7juin2023,à l'adressehttps://www.passeportsante.net/website:https://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?doc=melon_nu

D

Dubreux, P. (2014). Consommation mondiale de la crème glacée. (s. d.). Consulté 01 juin 2023, à l'adresse <http://ce-qui-nous-fait-fondre.blogspot.com/2014/12/consommation-mondial-de-la-creme-glancee.html>.

Références bibliographiques

Décret n° 2003-587 du 30 juin 2003 pris pour l'application de l'article L. 214-1 du code de la consommation en ce qui concerne le miel. , 2003-587 § (2003).

Deluzarche, C. (2020). Glace, crème glacée, sorbet : Quelle est la différence ?.

E

Edgar, B. (2002). Effets de la formulation et des conditions de foisonnement et congélation sur la rhéologie et la structure de la crème glacée.

European Ice Cream Association. (2017). Code for Edible Ices, version 2013. EuroGlaces. <https://www.euroglaces.eu/code-edible-ices>

[FEHD, \(2001\) Microbiological riskassessment of ice-cream. Risk Assessment Studies. Report No: 7. Food and Environmental Hygiene Department \(FEHD\), HKSAR. Hong Kong.](#)

G

Goff, H. D., & Hartel, R. W. (2013). *Ice Cream*. Boston, MA: Springer US.

GONNET, M. & VACHE ,G.(1985). Au Bon Miel. (s. d.). Consulté 02 juillet 2023, à l'adresse <https://www.aubonmiel.com/gonnet-michel-vache-gabriel/>

J

Janna, A.& Pinto, S. (2016) Ice Cream & Frozen Desserts. Ice Cream.

Jourdan, M. (2022). Est-ce que la crème glacée est bonne pour la santé ?, à l'adresse <https://www.synonyme-du-mot.com/les-articles/est-ce-que-la-creme-glacée-est-bonne-pour-la-sante>.

K

Krahl, T., Fuhrmann, H., & Dimassi, S. (2016). 9—Ice Cream. In R. Carle & R. M. Schweiggert (Éds.), *Handbook on Natural Pigments in Food and Beverages* (p. 197-207). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100371-8.00009-9>

L

LASSER,M.(2022).La petite histoire des glaces et des crèmes glacées.

Lester, G. (1997). Melon (*Cucumis melo* L.) Fruit Nutritional Quality and Health Functionality. *HortTechnology*, 7(3), 222- 227. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.7.3.222>

M

Mahmud-Hossain, (2012). Organoleptic and microbial quality of ice cream sold at retail stores in Mymensingh, Bangladesh. *Journal of Microbiology Research*, 2(4): 89-94.

Mathlouthi et Rogé, B., (2004) . Crème glacée, Université de Reims.

Marchetti, P. (2018). Qui a inventé la crème glacée ? .

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

Mahaut, M., Schuck, P., Jeantet, R., & Brulé, G. (2000). *Les produits industriels laitiers*. Consulté à l'adresse <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01454469>

N

Neyrat ,P . (2021). Glaces et sorbets : L'histoire d'une fraîcheur millénaire. (s. d.). Consulté 06 juillet 2023, à l'adresse L'Académie du Goût website: https://www.academiedugout.fr/articles/glaces-et-sorbets-lhistoire-dune-fraicheur-millenaire_3246

O

Ouicher, V.(2021). Vertus et bienfaits du melon. (2015, mai 29). Consulté 20 juin 2023, à l'adresse FemininBio website: <https://www.femininbio.com/content/54087>

P

Planetoscope-Statistiques (2011): Consommation de crème glacée dans le monde. l'adresse <https://www.planetoscope.com/Produits-laitiers/1298-.html>

Prisca, S. & Biowallonie (2017). La-culture-du-melon-mai-2017.pdf. (s. d.). Consulté à l'adresse <https://www.biowallonie.com/wp-content/uploads/2020/05/La-culture-du-melon-mai-2017.pdf>.

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.

T

Tirard-Collet. (1996). « Technologie des desserts congelés ». Institut de technique Agro-alimentaire de Saint –HYACINTHE 78 pages.Additifs. (s. d.).

THARP, B. et YOUNG,S. (2016). Ice Cream.

Références bibliographiques

T. G., Nielsen H. (1998). Ice cream and aerated desserts. Dan's R. Early (ed.), The technology of dairy products. blackie-Academic & Professional- Thomson Science., G. B., pp. 301-326.

V

VAN KLEEF E., VAN TRIJP H-C-M.LUNING P.et JONGEN W-M-F.(2002).Consumer oriented functional food development .How well do functional disciplines reflect the voice of the consumer, trends in food science and technology .pp.93-101.

W

Walstra, P., Walstra, P., Wouters, J. T., & Geurts, T. J. (2005). *Dairy science and technology*. CRC press.

Références bibliographiques

Annexe 01 : Fiche de dégustation**Age :**

Comment trouvez-vous le produit ? (cochez la bonne réponse) :

	Acceptable	Pas acceptable
Couleur		

	Bonne	Moyenne	Pas bonne
Odeur			
Goût			

	Epaisse	Moyenne	Liquide
Consistance			

Annexe 02 : Fabrication de la crème glacée de dégustation.



A. Préparer tous les ingrédients



B. Mélanger les produits laitiers et le miel



C. Ajouter la purée de cantaloup



D. Pasteurisation



E. Mettre dans la Sorbetière



F. le produit fini

Annexe 03 : Préparation de la purée de cantaloup.



A. Eplucher et couper le fruit



B. Mixer le fruit dans un récipient stérilisé



C. Tamiser



D. obtention d'une purée de cantaloup lisse