

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Mouloud MAMMERY de Tizi Ouzou



Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques

Département de Biochimie-Microbiologie

MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme

DE MASTER EN ALIMENTATION HUMAINE ET QUALITE DES PRODUITS

Thème

**Essai d'élaboration d'une préparation de fruits en vue de son incorporation
dans une crème glacée.**

Réalisé par :

M^f. KENNAS Abderrezak

M^f. TAIBI Younes

Devant le jury :

Président : M^f. AMROUCHE T.

M.C./U.M.M.T.O.

Promotrice : M^{me}. SEBBANE D.

M.A./U.M.M.T.O.

Examinatrice : M^f. ABDOUNE S.

M.A./U.M.M.T.O.

Examinatrice : M^f. SENANI N.

M.A./U.M.M.T.O.

Invité : M^{lle}. MANSOURI T.

Responsable production-YETI GLACES

Année universitaire : 2014/2015

Remerciements

D'abord, nous remercions le bon dieu qui nous a donné tout ce qu'on a et nous a donné la force, le courage et la patience pour réaliser ce travail «MERCI NOTRE DIEU».

Nous remercions madame SEBBANE D. pour avoir accepté de nous encadrer ainsi que pour ses conseils, sa disponibilité, son suivi et sa gentillesse.

Nous remercions infiniment M^r. AMROUCHE T. d'avoir accepté de présider le jury.

Nos remerciements vont aussi à M^{me}. ABDOUNE S. et à M^{me}. SENANI N. d'avoir accepté de juger ce travail.

Nous tenons à remercier M^{lle}. MANSOURI T. de nous avoir accueillies au sein de l'unité YETI GLACES. Ses orientations et sa patience pour mener à bien notre mémoire de fin de cycle, nous ont été précieux.

Enfin, il nous est indispensable de remercier tous les amis(es) qui nous ont aidé de loin ou de proche durant notre cursus universitaire : Farida, Tina, Karim, Mouh, Ouiza, Souad, Kahina, Lydia, Katia, Malika, Jamel, Nourdine....



REZAK et YOUNES.

Dédicace

*A cœur vaillant rien d'impossible A conscience tranquille tout est accessible
Quand il y a la soif d'apprendre Tout vient à point à qui sait attendre
Malgré les obstacles qui s'opposent En dépit des difficultés qui s'interposent
Les études sont avant tout Notre unique et seul atout
Espérant des lendemains épiques Un avenir glorieux et magique*

*Aujourd'hui, ici rassemblés auprès des jurys,
Nous prions dieu que cette soutenance
Fera signe de persévérance
Et que nous serions enchantés
Par notre travail honoré*

Je dédie ce mémoire à

*A ma très chère mère
A mon très cher père*

A mes chers frères (Samir et Yacine)

A ma très chère grand-mère : les mots sont très loin d'exprimer réellement ce que tu représente pour moi. Tes prières et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études et ma vie.

Je vous dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu, le tout puissant, vous préserver et vous accorder santé, longue vie et bonheur.

A la famille KENNAS et HOUFEL

A tous mes amis qui m'ont aidé et m'ont encouragé tout le temps parmi je cite : Hosni Massi, Hosni Hassene, BOUSSALAH Nourdine, GAGAOUA Mohamed, HATEM Ali, et HOSNI Omar.

Ainsi qu'à mon ami avec qui je partage aujourd'hui cette honorable soutenance Younes et pour toute sa famille

REZAK

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail à :

*Mes très chers parents, pour leurs
encouragements et leurs précieux conseils.*

*Mes très chers frères (Hakim, Nouredine,
Nassim, Kamal et Sofiane)*

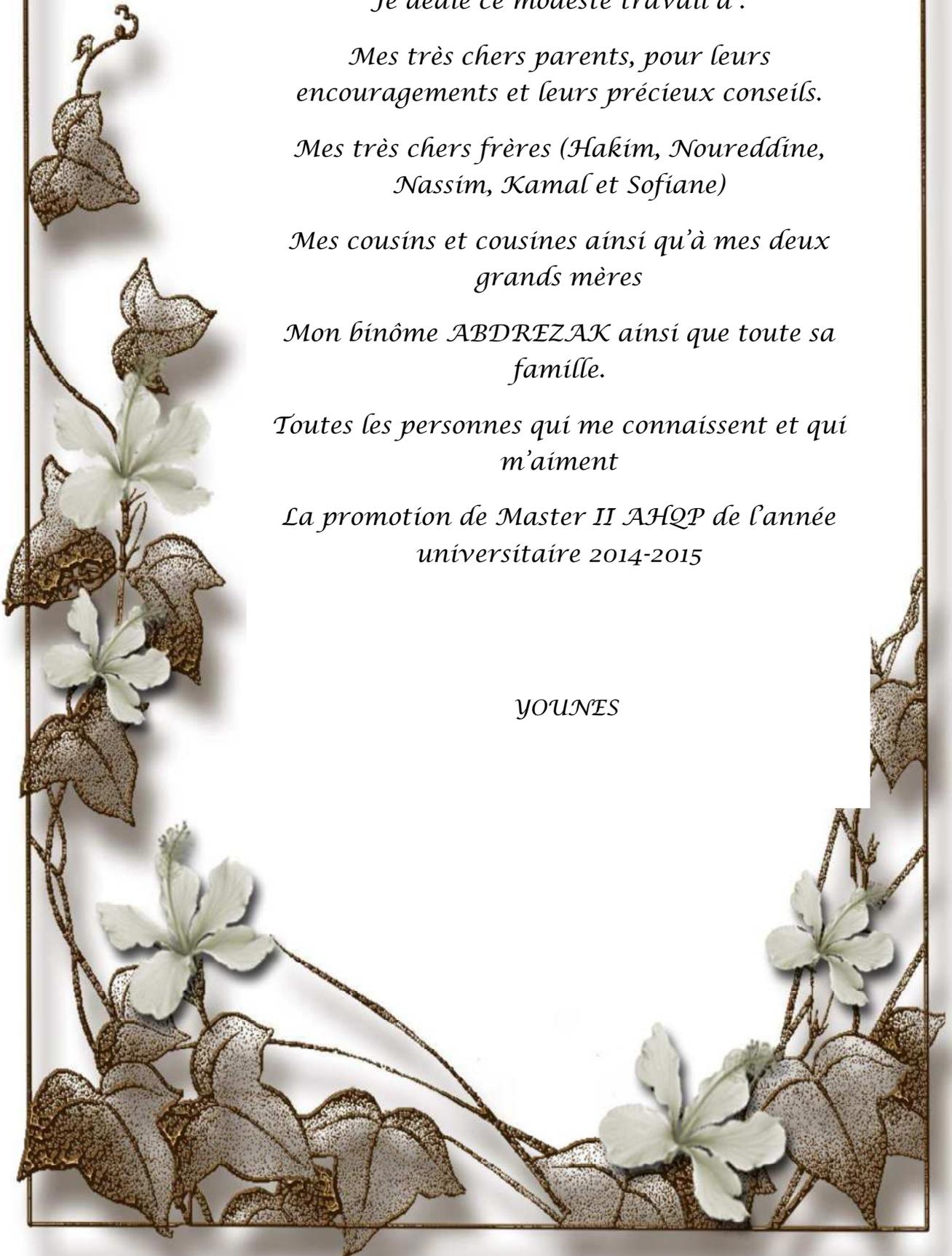
*Mes cousins et cousines ainsi qu'à mes deux
grands mères*

*Mon binôme ABDREZAK ainsi que toute sa
famille.*

*Toutes les personnes qui me connaissent et qui
m'aiment*

*La promotion de Master II AHQP de l'année
universitaire 2014-2015*

YOUNES



SOMMAIRE

Liste des abréviations.....	I
Liste des figures	II
Liste des tableaux	III
Introduction	1

Revue de littérature

Chapitre I : Généralités sur le lait et sa chimie

I.1. Définition de lait	3
I.2. Composition du lait.....	3
I.3. Structure et propriétés générales des constituants du lait	4
I.3.1. Eau.....	4
I.3.2. Lactose	5
I.3.3. Matière grasse	6
I.3.4. Protéines	7
I.3.5. Minéraux	9
I.3.6. Vitamines	9
I.3.7. Enzymes	10
I.4. Critères d'ordre microbiologique.....	10

Chapitre II : Les crèmes glacées

II.1. Historique des crèmes glacées	11
II.2. Définition.....	12
II.3. Matières premières	13
II.3.1. Matière grasse	14
II.3.2. Matière sèche dégraissée	15
II.3.3. Substances sucrantes.....	15
II.3.4. Additifs.	16
II.3.5. Fruits et dérivés.....	17
II.3.6. Œufs et ovoproduits.....	17
II.4. Technologie de fabrication	17
II.4.1. Mélange et homogénéisation	17
II.4.2. Pasteurisation	18
II.4.3. Maturation.....	18
II.4.4. Foisonnement et glaçage	18

II.4.5. Fromage	19
II.4.6. Surgélation.....	19
II.4.7. Conditionnement et stockage.....	20
II.5. Mécanismes physicochimiques de la congélation.....	21

Chapitre III : Généralités sur les préparations de fruits

III.1. Définition des préparations de fruits	22
III.2. Composition des préparations de fruits	22
III.2.1. Fruits.....	22
III.2.2. Sucres	22
III.2.3. Agents de texture.....	22
III.2.4. Arômes	23
III.3. Propriétés nutritionnelles des fruits transformés.....	23
III.4. Fabrication des préparations de fruits	23
III.4.1. Préparation des fruits à la transformation.....	24
III.4.2. Transformations et traitements thermiques	25
III.4.3. Conditionnement	25
III.5. Champ d'application des préparations de fruits.....	25

Partie pratique

Chapitre I : Matériel et méthodes

I.1. Présentation des organismes d'accueil.....	27
I.1.1. YETI GLACES	27
I.1.2. OVOLAB	27
I.2. Elaboration de la préparation de fruits.....	27
I.2.1. Choix des fruits	27
I.2.2. Traitement préalable des fruits.....	28
I.2.3. Détermination du taux d'humidité et le pH des fruits.....	28
I.2.4. Blanchiment des fruits	29
I.2.5. Préparation des sirops de saccharose et de glucose	30
I.2.6. Déshydratation imprégnation par immersion.....	30
I.3. Incorporation de la préparation de fruits dans la crème glacée.....	32
I.3.1. Incorporation des préparations de fruits	32
I.3.2. Analyses microbiologiques et physico-chimiques des crèmes glacées	33
I.3.2.1. Analyses physico-chimiques.....	33
I.3.2.1.1. Détermination de l'extrait sec total	33
I.3.2.1.2. Dosage des protéines.....	33
I.3.2.1.3. Dosage de la matière grasse	33

I.3.2.1.4. Mesure du pH.....	33
I.3.2.2. Analyses microbiologiques	33
I.3.2.2.1. Dénombrement de la flore totale aérobique mésophile	34
I.3.2.2.2. Dénombrement des coliformes totaux.	34
I.3.2.2.3. Dénombrement des coliformes fécaux	34
I.3.2.2.4. Recherche des <i>Staphylococcus aureus</i>	34
I.3.2.2.5. Recherche des salmonelles	34
I.3.3. Test de dégustation.....	35
I.4. Analyse statistique.	36

Chapitre II : Résultats et discussions

II.1. Taux d'humidité des fruits.....	37
II.2. Mesure du pH	37
II.3. Suivi de la déshydratation des fruits.....	38
II.4. Analyses physico-chimiques et microbiologiques des crèmes glacées	39
II.4.1. Analyses physico-chimiques.....	39
II.4.1.1. Détermination de l'extrait sec total.	39
II.4.1.2. Dosage des protéines	40
II.4.1.3. Dosage de la matière grasse.....	40
II.4.1.4. Mesure du pH	41
II.4.2. Analyses microbiologiques.....	41
II.5. Test de dégustation	42
II.6. Valeur marchande.....	46
Conclusion.....	48
Références bibliographiques	50
Annexes	

Liste des abréviations

Collections et lieux :

AFNOR : Association Française de la normalisation.

CE : Comité Européen.

ISO : International Organisation for Standardisation.

JO : Journal Officiel.

Techniques :

DII : Déshydratation Imprégnation par Immersion.

IQF : Individual Quick Frozen.

Milieux de culture:

TSE : Trypton Eau Sel.

PCA : Plate Court Agar.

VRBL : Gélose Lactosée Biliée au Cristal Violé et au Rouge Neutre.

SFB DC : Bouillon au Sélénite Double Concentré.

Autres :

MAT : Matières Azotées Totales.

EST : Extrait Sec Total.

ANP : Matière Azoté Non Protéique.

TS : Valeur des Solides.

MSD : Matière Sèche Dégraissée.

mV : milliVolt.

TS° : Valeur initiale des solides.

MG : Matière Grasse.

ESD : Extrait Sec Dégraissé.

WR : Eau perdue.

B° : Degré Brix.

Liste des figures

Figure 01 : Composition globale du lait de vache avec le détail de sa composition minérale	4
Figure 02 : Structure d'une molécule d'eau	5
Figure 03 : Structure de la glace.....	5
Figure 04 : Structure moléculaire du lactose.....	5
Figure 05 : Structure d'un globule de matière grasse.....	6
Figure 06 : Structure schématique d'un phospholipide	6
Figure 07 : Représentation schématique d'une micelle et d'une submicelle de caséine.....	8
Figure 08 : Influence des principaux facteurs physico-chimiques sur la structure et la stabilité des micelles de caséine	8
Figure 09 : Les dispersions dans les crèmes glacées.....	12
Figure 10 : Structure schématique d'une crème glacée.....	13
Figure 11 : Composition type d'une crème glacée	13
Figure 12 : Représentation schématique d'un batteur de freezer	19
Figure 13 : Diagramme de fabrication de la crème glacée.....	20
Figure 14 : Diagramme de fabrication des préparations de fruits.....	24
Figure 15 : Photo des fraises avant le blanchiment	29
Figure 16 : Photo d'une préparation avant la surgélation.....	31
Figure 17 : Protocole d'élaboration des préparations de fruits.....	32
Figure 18 : Taux d'humidité des fruits frais.....	37
Figure 19 : Résultats du test de préférence.....	42
Figure 20 : Photo de la crème glacée élaborée.....	42
Figure 21 : Résultats de l'évaluation de l'aspect des crèmes glacées	43
Figure 22 : Résultats de l'évaluation de l'odeur des crèmes glacées	43
Figure 23 : Résultats de l'évaluation de la couleur des échantillons.....	44
Figure 24 : Résultats de l'évaluation du goût des crèmes glacées.....	45
Figure 25 : Résultats de l'évaluation de la saveur sucrée des crèmes glacées.....	45
Figure 26 : Résultats de l'évaluation de la solubilité des fruits dans la crème glacée.....	46

Liste des tableaux

Tableau I : Composition globale du lait de différents mammifères.....	3
Tableau II : Principaux indices et constantes de la matière grasse du lait.....	7
Tableau III : Barèmes utilisés pour la pasteurisation des mix de la crème	18
Tableau IV : Composition biochimique pour 100 g des cerises et des fraises.....	28
Tableau V : Valeurs des pH des fruits frais	37
Tableau VI : Paramètres compositionnels des échantillons des fraises.....	38
Tableau VII : Paramètres compositionnels des échantillons des cerises.....	38
Tableau VIII : Taux d'extrait sec des différentes crèmes glacées.....	39
Tableau IX : Taux de protéines des crèmes glacées	40
Tableau X : Taux de matière grasse des trois produits	40
Tableau XI : Les résultats du pH des trois crèmes glacées.....	41
Tableau XII : Les caractéristiques microbiologique des produits formulés.....	42
Tableau XIII : Prix unitaires des ingrédients de la préparation de fruits.....	47
Tableau XIV : Prix de revient des différent paramètres intervenants dans le prix des crèmes glacée	47

Introduction

" Il faut laisser aux gens le soin d'inventer leurs propres valeurs en leur donnant au départ le maximum de liberté de création. Car à un certain niveau de profondeur, si une culture est réelle, elle est libératrice." Mouloud Mammeri

L'organisme a besoin d'énergie pour construire, nourrir, renouveler et entretenir les cellules qui le constituent. C'est à notre alimentation qu'il revient de couvrir ses différents besoins en vitamines, antioxydants, minéraux, protéines, lipides et glucides (CRAPLET *et al.*, 1987).

Le marché des produits alimentaires prometteurs de bien être et de nouvelles expériences gustatives pour le consommateur connaît une croissance très rapide ces dernières années. Parmi ces produits, les crèmes glacées constituent un produit à part entière et parmi les produits laitiers les plus consommés dans le monde (SUN-WATERHOUSE *et al.*, 2013). Néanmoins, les crèmes glacées disponibles sur le marché sont généralement pauvres en antioxydants naturels (vitamine C, polyphénols...etc.) et en autres 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, en se focalisant entre autres sur les antioxydants naturels, les vitamines et les fibres (VAN KLEEF *et al.*, 2002 ; GIDLEY, 2004 ; STARLING, 2005).

Actuellement, les fruits et leurs préparations occupent une place prépondérante dans le secteur agroalimentaire. En effet, l'approvisionnement de ce dernier en matières agricoles destinés à l'agro-industrie a incité les industriels à investir dans la transformation des fruits et légumes. Selon TORREGGIANI et MAESTRELLI (2006), la qualité du fruit et plus exactement sa qualité organoleptique représente l'élément déterminant le choix du consommateur. Tout de même, cette qualité est très fragile du fait de la richesse des fruits en eau, ce qui rend ces denrées relativement périssables.

L'ampleur de ce problème a fait que plusieurs techniques de conservation deviennent de plus en plus recommandées pour la préservation de la qualité originale. La surgélation représente un outil de choix pour protéger la qualité initiale des fruits et/ou de leurs préparations. Toutefois, la congélation des fruits reste une tâche délicate du fait de la transition vitreuse de l'eau libre des fruits de l'état liquide vers l'état cristallin, ce qui va affecter la structure tissulaire et va entraîner dès la décongélation des problèmes d'exsudation et engendre une perte de la qualité initiale.

De plus, la congélation des fruits change sa qualité organoleptique en modifiant essentiellement sa texture qui devient dure et croquante ce qui constitue une contrainte majeure limitant une éventuelle incorporation des préparations de fruits dans les produits congelés consommés en état. Par conséquent, plusieurs techniques de déshydratation sont de plus en plus utilisées avant toute étape de congélation pour limiter les effets néfastes du froid négatif sur les produits végétaux. Parmi ces techniques on cite la déshydratation osmotique pour laquelle plusieurs auteurs ont déjà constaté l'intérêt considérable sur la qualité finale de la préparation (ERLE et SCHUBERT, 2001 ; CASTELLÒ et *al.*, 2010 ; DE BRUIJN et BORQUEZ, 2014)

Le but de ce travail est d'élaborer une préparation des fraises et des cerises en procédant à une déshydratation osmotique dans des sirops de saccharose et de glucose et de voir l'impact de l'immersion des morceaux de fruits sur le taux d'humidité ainsi que de comparer l'effet des deux glucides et de leur concentrations sur la déshydratation partielle. Une incorporation de ces préparations va être réalisée dans une crème glacée afin d'améliorer ses qualités nutritionnelles et organoleptiques.

Revue de littérature

*«De chaque livre ouvert, il me plaît d'espérer pour le moins du plaisir, peut-être du savoir,
et, qui sait ? De la sagesse.» Georges Duhamel*

Chapitre I :
Généralités sur le lait
et sa chimie

I.1. Définition du lait

La définition adoptée par le premier congrès international pour la répression des fraudes alimentaires tenu à Genève en 1909, pour le lait propre à la consommation humaine est : « Le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum. » (POUCHEON et GOURSAUD, 2001 ; JEANTET et *al.*, 2008).

Le *Codex Alimentarius* (CODEX STAN 206-1999) le définit comme étant « La sécrétion mammaire normale d'animaux de traite obtenue à partir d'une ou de plusieurs traites, sans rien y ajouter ou en soustraire, destiné à la consommation comme lait liquide ou à un traitement ultérieur. ».

Le lait sans précision de l'espèce est du lait de vache, tout lait provenant d'une femelle laitière autre que la vache devra être clairement caractérisé (SNAPPE et *al.*, 2003).

I.2. Composition du lait

Du point de vue physicochimique, le lait est un produit très complexe. Une connaissance approfondie de sa composition (reportée dans le tableau I et la figure 01), de sa structure et des ses propriétés physiques et chimiques est indispensable à la compréhension du lait et des produits obtenus lors des différents traitements industriels.

Tableau I : Composition globale du lait de différents mammifères (ANONYME 1, 2001).

Lait	Eau (%)	Protéines (%)	MG (%)	Lactose (%)	Cendres (%)
Vache	87.5	3.2	3.7	4.6	0.8
Brebis	81.5	5.3	7.4	4.8	1.0
Chèvre	87.5	2.9	3.8	4.4	0.9
Jument	88.9	3.0	1.9	6.2	0.5
Chamelle	87.6	3,0	5.4	3.8	0.7

MG : matière grasse.

Le lait est un liquide opaque blanc mat, plus ou moins jaunâtre selon la teneur de la matière grasse en β -carotène. Il a une odeur peu marquée, mais caractéristique. Son goût, variable selon les espèces animales, est agréable et douceâtre (GOURSAUD, 1985).

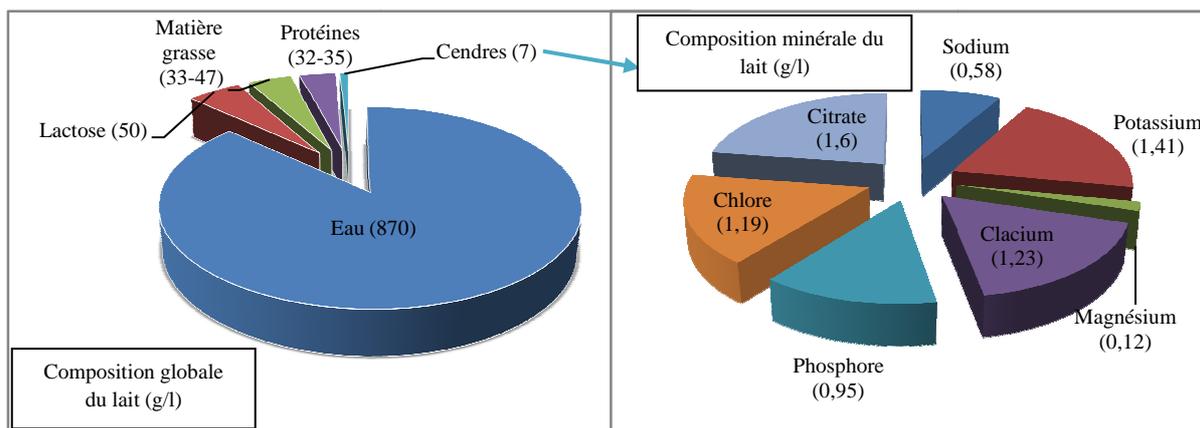


Figure 01: Composition globale du lait de vache avec le détail de sa composition minérale (JEANTET *et al.*, 2008).

Cette composition varie selon différents facteurs liés aux animaux, les principaux étant l'individualité, la race, la période de lactation, l'alimentation et l'âge (TURGEON *et al.*, 2002 *in* VIGNOLA, 2002).

Selon SNAPPE *et al.* (2003), le lait est un milieu aqueux caractérisé par différentes phases en équilibre instable :

✓ **La phase aqueuse**

Phase dispersante continue contenant des molécules (exemple : lactose) ou des ions (exemple : calcium) à l'état dissout. Cette phase est stable.

✓ **Une suspension colloïdale**

Ce sont les micelles phosphocalciques ou micelles de caséines. Ces agrégats macromoléculaires de masse variée sont chargés négativement dans le lait frais. Il en résulte une répulsion électrostatique des micelles, ce qui assure la stabilité en évitant l'agglomération.

✓ **Une émulsion lipidique**

Les globules gras sont constitués d'une goutte lipidique entourée d'une membrane lipoprotéique assurant l'intégrité et l'individualité du globule. Ces globules gras sont en émulsion grâce à la charge négative de l'enveloppe assurant la répulsion électrostatique.

I.3. Structure et propriétés générales des constituants du lait

I.3.1. Eau

L'eau est le constituant le plus important du lait (87%), en proportion. La présence d'un dipôle et de doublets d'électrons libres lui confère un caractère polaire. Ce caractère polaire (Figure 02) permet de former une solution vraie avec les substances polaires telles que les glucides, les minéraux et une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles du sérum.

Puisque les matières grasses possèdent un caractère non polaire, elles ne pourront se dissoudre et formeront une émulsion du type huile dans l'eau (H/E). Il en est de même pour les micelles de caséines qui formeront une suspension colloïdale puisqu'elles sont solides (TURGEON et al., 2002 in VIGNOLA, 2002).

Les mêmes auteurs notent que l'eau forme un arrangement hexagonal précis lorsqu'elle atteint son point de congélation. Cet arrangement fait augmenter le volume de l'eau et diminuer la masse volumique. Cette caractéristique est importante lors de la fabrication des produits laitiers glaciers, qui peut entraîner la formation de cristaux de glace (Figure 03).

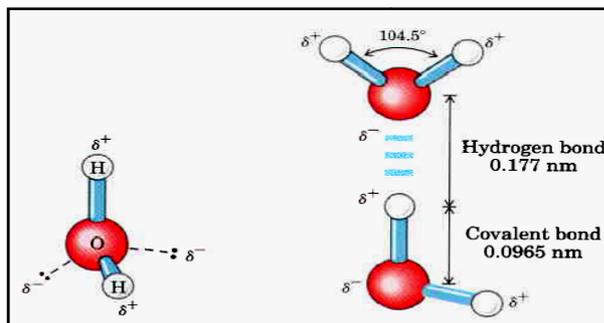


Figure 02: Structure d'une molécule d'eau (NELSON et COX, 2008).

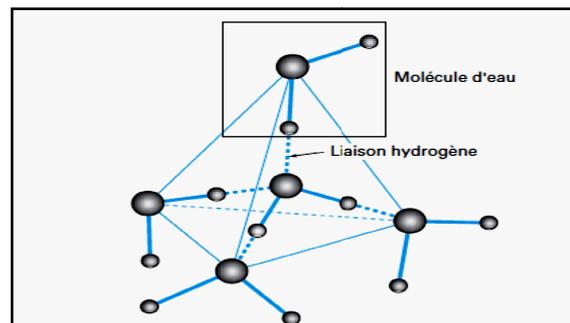


Figure 03: Structure de la glace (FAIVELEY, 2003).

I.3.2. Lactose

Selon JEANTET et al. (2008), le lactose (Figure 04) est le constituant majeur de la matière sèche du lait. Sa concentration est relativement constante et peu sujette aux variations saisonnières.

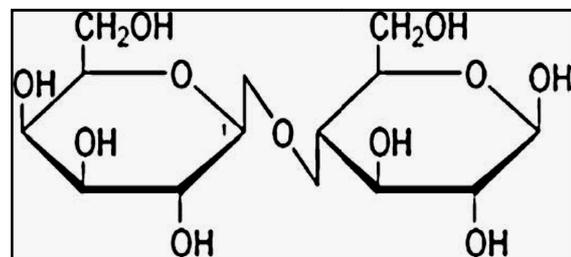


Figure 04 : Structure moléculaire du lactose (VILAIN, 2010).

Le lactose a un pouvoir sucrant faible (six fois moins élevé que celui du saccharose), il joue un rôle dans l'élaboration du système nerveux (galactosides du cerveau). Il est hydrolysé en glucose et galactose par la lactase (β galactosidase) au niveau de la muqueuse intestinale.

Il est possible de préparer des laits diététiques pour les personnes présentant des problèmes d'intolérance au lactose, et d'éviter les problèmes de cristallisation de ce produit dans les produits laitiers, notamment les glaces, dus à sa faible solubilité (LINDEN, 1998 ; COMBES et MONSAN, 2004).

I.3.3. Matière grasse

Les lipides sont constitués d'un mélange d'acides gras en suspension dans le lait sous forme de gouttelettes (Figure 05), ils forment une émulsion. Ils constituent la partie la plus variable du lait ; la concentration varie de 10 à 50 g/l suivant les espèces. Ils sont constitués à 99 % de triglycérides (VILAIN, 2010).

Les triglycérides sont des triples esters d'acides gras et de glycérol. Il s'agit de molécules très hydrophobes, constituant une forme de réserve de l'énergie très courante dans le règne animal, au niveau du cytoplasme des adipocytes (CUVELIER et *al.*, 2004).

Les acides gras, molécules peu abondantes sous forme libre dans les matières grasses fraîches, sont des acides carboxyliques à chaîne aliphatique hydrophobe, saturés ou non saturés. Ils sont notés $n : m$, où n représente le nombre d'atomes de carbone et m est le nombre de doubles liaisons. Les acides gras diffèrent donc entre eux non seulement par la longueur de la chaîne carbonée, mais aussi par le nombre, la position et la structure spatiale (*cis*, *trans*) des doubles liaisons (CUVELIER et *al.*, 2004).

Les phospholipides (Figure 06) (phosphatidylcholine, phosphatidyléthanolamine, sphingomyéline), qui représentent moins de 1% de la matière grasse, sont plutôt riches en acides gras insaturés.

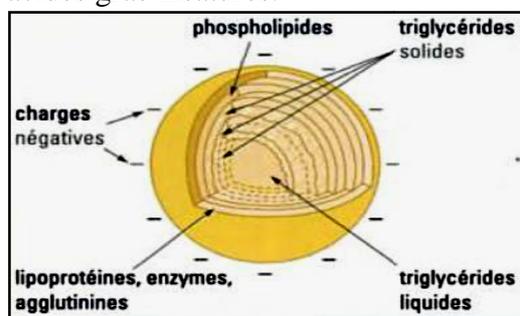


Figure 05 : Structure d'un globule de matière grasse (BYLUND, 1995).

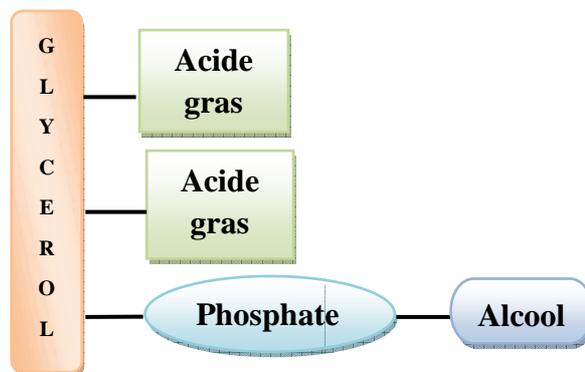


Figure 06 : Structure schématique d'un phospholipide (STRYER et *al.*, 2003).

La membrane des globules gras est constituée de phospholipides, de lipoprotéines, de cérebrosides, de protéines, d'acides nucléiques, d'enzymes et d'oligo-éléments (métaux) et d'eau. Il convient de remarquer que la composition et l'épaisseur de la membrane ne sont pas constantes car les composants sont échangés constamment avec le lactosérum environnant. Comme les globules gras ne sont pas seulement les plus grandes particules du lait mais également les plus légères (densité de $0,93 \text{ g/cm}^3$ à $15,5^\circ\text{C}$), ils ont tendance à remonter à la surface lorsque l'on laisse le lait reposer dans un récipient pendant un certain temps (BYLUND, 1995).

Le tableau II donne les principaux indices et constantes servant à caractériser les matières grasses du lait.

Tableau II : Principaux indices et constantes de la matière grasse du lait (TURGEON et *al.*, 2002 in VIGNOLA, 2002).

Chaleur spécifique	527,4 J
Masse volumique (15°C)	0,93-0,95 g/l
Point de fusion	28-35°C
Point de solidification	25-30°C
Indice de réfraction (40°C)	1,45326-1,45512
Indice de saponification	220-241
Indice d'iode	26-45
Indice d'acide	Moins de 0,3

I.3.4. Protéines

On distingue dans le lait deux groupes de matières azotées : les protéines et les matières azotées non protéiques (ANP) qui représentent respectivement 95 % et 5 % de l'azote du lait :

- l'ANP varie de 3,1 à 7 % de l'azote total, l'urée en est le principal composant ;
- les protéines se différencient de l'ANP par la grosseur de leurs molécules, édifiées par des assemblages complexes d'acides aminés qui donnent des masses molaires variant de 12 à 380 kDa. Elles sont présentes sous deux phases différentes : d'une part, une phase micellaire instable vis-à-vis de l'acide, constituée de particules solides qui sont les micelles de caséines et d'autre part, d'une phase soluble stable composée de différents polymères protéiques hydrophiles, appelés protéines solubles ou protéines sériques (SNAPPE et *al.*, 2003).

Les caséines représentent 82 % des protéines du lait de vache ; les 18 % restants sont constitués par la β -lactoglobuline, l' α -lactalbumine, la sérumalbumine et par un grand nombre de protéines diverses (enzymes, immunoglobulines, lactoferrine bovine. . .) (VILAIN, 2010).

✓ Caséines

Les caséines, parmi lesquelles il faut distinguer les caséines α S1, α S2, β et κ (proportions relatives : 4/1/3,7/1,4) représentent 80 % de la matière azotée totale du lait. Elles se présentent sous la forme de particules sphériques ou micelles, d'un diamètre moyen de 180 nm, en suspension dans le lait frais. Les micelles de caséines sont constituées d'un noyau hydrophobe et d'une enveloppe périphérique hydrophile (Figure 07). Le noyau, fortement hydrophobe, est composé exclusivement des caséines α S et β , reliées entre elles par des ponts salins de phosphate de calcium, et par des liaisons hydrophobes et électrostatiques.

L'enveloppe hydrophile, de 5 à 12 nm d'épaisseur, contient majoritairement des caséines κ et α_S , et quelques monomères de caséine β . Elle développe une charge négative, caractérisée par un potentiel zêta de -15 à -20 mV. Cette charge maintient les micelles en suspension, à l'écart les unes des autres (BÉAL et SODINI, 2003).

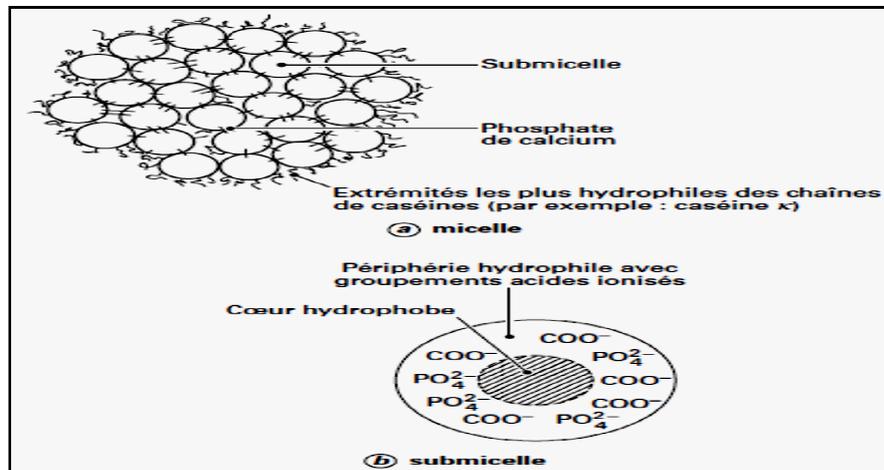


Figure 07 : Représentation schématique d'une micelle et d'une submicelle de caséine (SIRET, 2004).

L'influence des principaux facteurs physico-chimiques sur la structure et la stabilité des micelles de caséines sont représentées sur la figure ci-dessous.

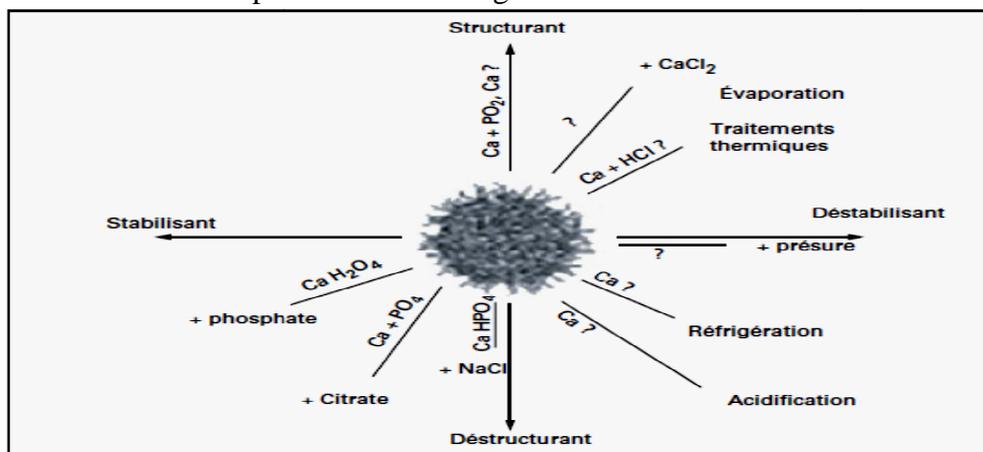


Figure 08 : Influence des principaux facteurs physico-chimiques sur la structure et la stabilité des micelles de caséine (GAUCHERON, 2005).

✓ Protéines solubles

Elles englobent toutes les protéines solubles à pH 4,6. À la différence des caséines, les protéines solubles sont sous forme d'une chaîne enroulée, très serrée en pelote. Ce sont majoritairement des protéines globulaires présentant une grande sensibilité aux traitements thermiques. Elles sont globalement riches en acides aminés sulfurés et possèdent des résidus tryptophane leur conférant une excellente valeur nutritionnelle en particulier l' α -lactalbumine (SNAPPE et *al.*, 2003).

Les principales protéines de lactosérum sont : la β -lactoglobuline (50%), l' α -lactalbumine (12%), les immunoglobulines (10%), le sérum bovin albumine (5%) et la fraction protéose-peptones (23%), laquelle est composée de fragments protéiques (MORR, 1989).

Les micelles de caséines et les protéines solubles résistent différemment aux évolutions physico-chimiques et aux traitements technologiques appliqués au lait.

I.3.5. Minéraux

Le lait et les produits laitiers sont les principales sources alimentaires de calcium et de phosphore (JEANTET et *al.*, 2008). Le rapport calcium/phosphore (120/85) est de 1,4. $\frac{1}{4}$ de litre de lait (soit environ un bol) apporte 300 mg de calcium et couvre ainsi environ 30% des apports nutritionnels conseillés en calcium. Le lait contient des quantités non négligeables de sodium (45mg/100ml) (FERDOT, 2005). Le lait apporte également des oligo-éléments à l'état de traces : zinc ($3,5 \cdot 10^{-3}$ g/l), iode (2 à $10 \cdot 10^{-5}$ g/l), cuivre. Par contre, il est carencé en fer ($0,3 \cdot 10^{-3}$ g/l) : un régime exclusivement lacté serait anémique, car il ne fournit que 2% des quantités de fer dont les adultes ont besoin (JEANTET et *al.*, 2008).

I.3.6. Vitamines

Les vitamines sont des substances organiques, indispensables à la croissance et aux différentes fonctions de l'organisme, sans valeur énergétique propre et incapable d'être synthétisées par l'homme (GUILLAND et *al.*, 2007).

Parmi les nombreuses vitamines que contient le lait, trois méritent une attention particulière :

- ✓ la vitamine A (croissance, protection de la peau et des muqueuses, mécanisme de la vision crépusculaire) avec une teneur d'environ 40 μ g/100ml ;
- ✓ la vitamine D (anti rachitique, meilleure fixation du calcium) environ 2.4 μ g/100ml ;
- ✓ la vitamine B2 (utilisation des glucides, protides et lipides) environ 175 μ g/100ml.

La teneur en vitamines dépend de plusieurs facteurs exogènes (race, alimentation, radiations solaires...etc.) (JEANTET et *al.*, 2008).

Cette présence dans le lait de tous les éléments essentiels de l'alimentation humaine a fait dire, pendant longtemps, que le lait est un aliment complet. Grâce aux progrès de la chimie et de la nutrition, on s'est rendu compte de sa pauvreté en fer, en certains oligo-éléments et vitamines, en fibres (KONTE, 1999).

I.3.7. Enzymes

On en a répertorié plus d'une soixantaine dans le lait. Toutes ne proviennent pas des cellules lactogènes ou des leucocytes et ne sont pas des constituants natifs. De nombreuses sont produites par les micro-organismes du lait (MATHIEU, 1998).

Selon DEBRY (2001), l'importance des enzymes du lait découle de cinq propriétés principales qui sont :

- ✓ Certaines sont des facteurs de dégradation (lipase, protéase) avec des conséquences importantes sur le plan technologique et les qualités organoleptiques.
- ✓ La mesure de leur activité peut être un indicateur hygiénique du lait.
- ✓ Certaines ont une action bactéricide ou bactériostatique qui peut apporter aussi une protection au lait (lactoperoxydase et lysozyme).
- ✓ La thermo stabilité de la phosphatase alcaline et de la peroxydase permet le contrôle des traitements techniques industriels du lait.
- ✓ Comme les laits ne présentent pas les mêmes concentrations pour certaines enzymes. Les laits de différentes espèces peuvent être distingués.

I.4. Critères d'ordre microbiologique

Le lait, même provenant d'une traite effectuée dans des conditions de propreté et d'hygiène normales, renferme de nombreux germes dont le développement rapide est assuré par sa température à la sortie de la mamelle (35°C) ainsi que par sa richesse en eau et en glucides (FERDOT, 2005).

Les types de bactéries qui apparaissent dans le lait sont les bactéries lactiques, coliformes, butyriques, propioniques et de putréfaction (BLEYUND, 1995). Les bactéries lactiques sont un groupe hétérogène de microorganismes produisant de l'acide lactique comme produit principal du métabolisme (DORTU et THONART, 2008).

Chapitre II :

Les crèmes glacées

II.1. Historique des crèmes glacées

Les glaces sont des préparations alimentaires relativement ancestrales qui ont connu une évolution parallèle à celle de l'utilisation du froid par les hommes. Pendant plusieurs siècles, durant l'ère du froid naturel, c'est la neige et la glace qui furent mélangées à des fruits, du miel, de l'eau de rose, etc. C'est semble-t-il sous le règne de l'empereur Néron en l'an 52. En l'an 1292, Marco Polo, de retour de son périple asiatique, rapporte les premières recettes de glaces refroidies par ruissellement sur le récipient contenant le mélange à glacer, d'eau additionnée de salpêtre. En 1530, c'est un Sicilien qui met en pratique les découvertes chinoises, d'où la revendication des « gelati » par les Italiens.

Au XVIII^e siècle Gérard TIRSAIN, grand cuisinier français au service de Charles I^{er}, roi d'Angleterre, a l'idée d'ajouter à ses glaces du lait et de la crème. En 1673, on recense à Paris pas moins de 250 glaciers et la vogue s'étend à différentes grandes villes européennes. En 1785, Bonaparte, grand amateur de glaces, fréquente le célèbre café PROCOPE à Paris qui compte plus de quatre-vingts variétés de glaces et de sorbets. Produits réservés au départ à la cour des rois, puis à la noblesse, la révolution aidant, la glace peu à peu se démocratise.

En 1846, une ménagère américaine, Nancy JOHNSON, invente l'une des premières machines à glace à manivelle baptisée sorbetière, tandis que Jacob FUSSEL en 1857 crée le premier atelier de fabrication de crèmes glacées à Baltimore. La véritable première grande usine de crèmes glacées au monde est lancée aux USA en 1864 sous le nom de HORTON Ice Cream and Co. En 1870, l'Allemand Karl VON LINDE met au point un compresseur frigorifique, suivi en 1880 par le Français Ferdinand CARRE, qui lui, découvre le principe de la production de froid par vaporisation de l'ammoniaque.

En 1921, un glacier de l'Iowa lance le premier chocolat glacé qu'Harry BUST présente sur bâtonnet à partir de 1923. Le freezer réfrigéré par compression et expansion d'ammoniaque dans la chemise du cylindre de congélation, ramène la durée de congélation à 5 ou 6 min. C'est en 1924, qu'en France s'ouvre la première usine de crème glacée de conception américaine, et le freezer continu révolutionne l'industrie de la crème glacée. Le premier décret définissant les glaces, crèmes glacées et sorbets est promulgué en France en 1937, et le 1^{er} janvier 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).

II.2. Définition

Selon RAPIN (2013), les crèmes glacées sont définies comme étant « Une préparation gelée ou semi-gelée obtenue à partir de lait, de produits laitiers, d'eau potable, de sucres, d'ovoproduits, de fruits, de jus de fruits ou de graisses végétales, ou à partir de mélanges. ».

D'un point de vue physico-chimique, les glaces sont des préparations alimentaires extrêmement sophistiquées en raison des nombreuses formes sous lesquelles leurs constituants sont dispersés dans l'eau. Cette complexité dans l'organisation rend fragile ces systèmes dispersés et seule une température négative est capable en figeant le dispositif de stabiliser ces produits dans le temps. Ainsi tout écart de température accélère l'évolution des processus de désintégration, par conséquent la maîtrise de ce paramètre est fondamentale dans toute la filière pour assurer une qualité irréprochable et durable au consommateur (Figure 09) (BOUTONNIER, 2001).

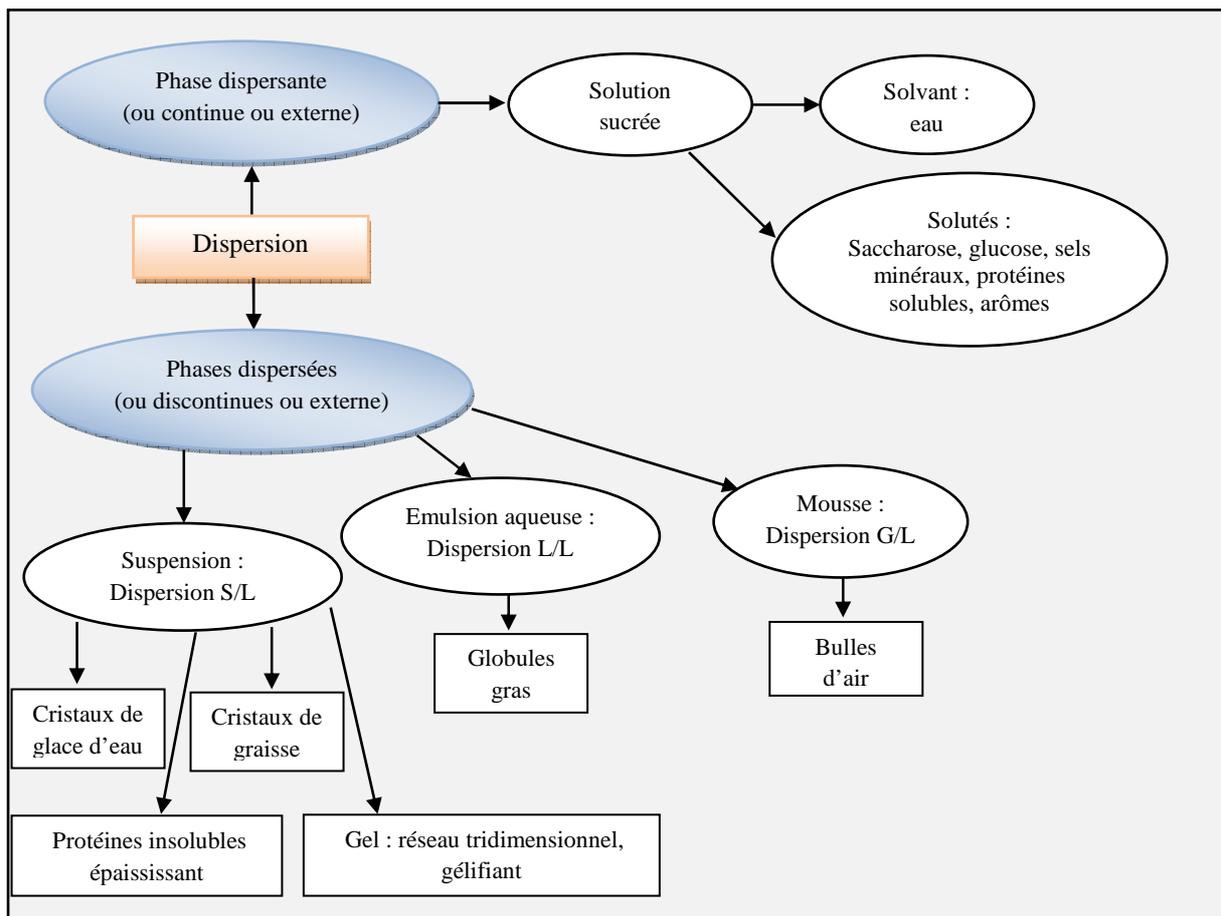


Figure 09 : Les dispersions dans les crèmes glacées
(ARBUCKLE, 1990 *in* VIGNOLA, 2002).

La crème glacée est un système quadriphasique complexe (Figure 10) : c'est une mousse partiellement congelée contenant environ 50% d'air en volume (la teneur en air dépend du

type de glace). Les bulles d'air sont maintenues en suspension par la matière grasse partiellement coalescée et par un réseau de cristaux de glace, le tout étant dispersé dans la phase aqueuse, dite continue, contenant les sucres, les protéines et les stabilisants (JEANTET et *al.*, 2008).

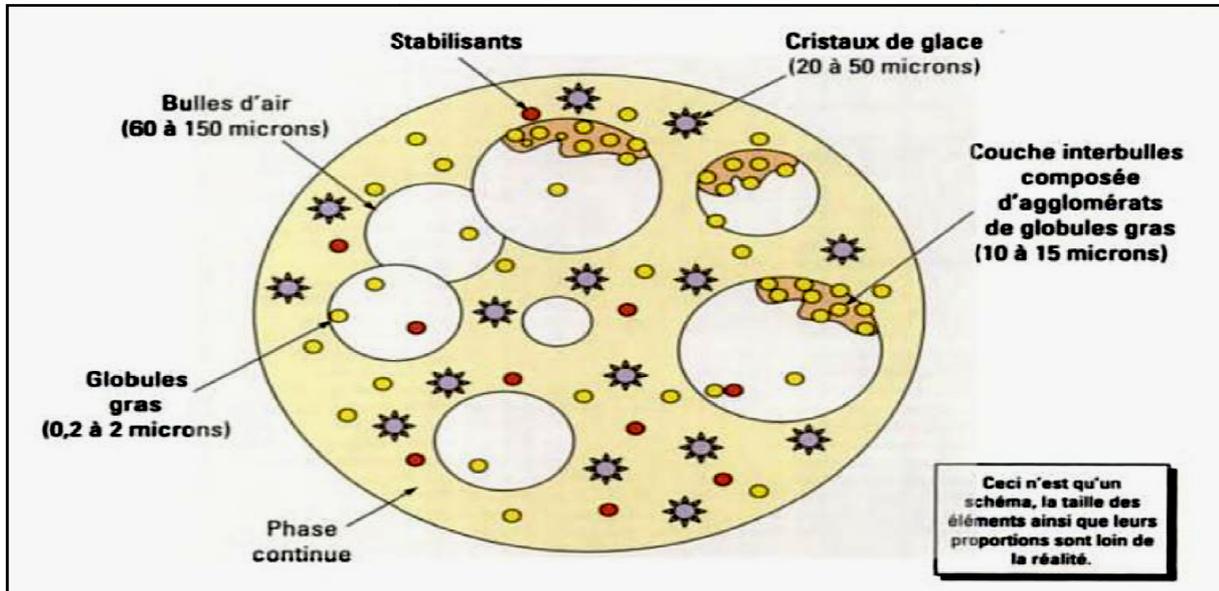


Figure 10 : Structure schématique d'une crème glacée (BOUTONNIER, 2001).

II.3. Matières premières

Les constituants structuraux : eau, lipides, protéines, glucides et minéraux (Figure 11) en raison soit de leur non miscibilité soit de leur état physique génèrent trois types d'interfaces : solide/liquide, solide/air et air/liquide. Chaque constituant a un rôle essentiel dans l'élaboration, la conservation et la texture finale du produit (JEANTET et *al.*, 2008).

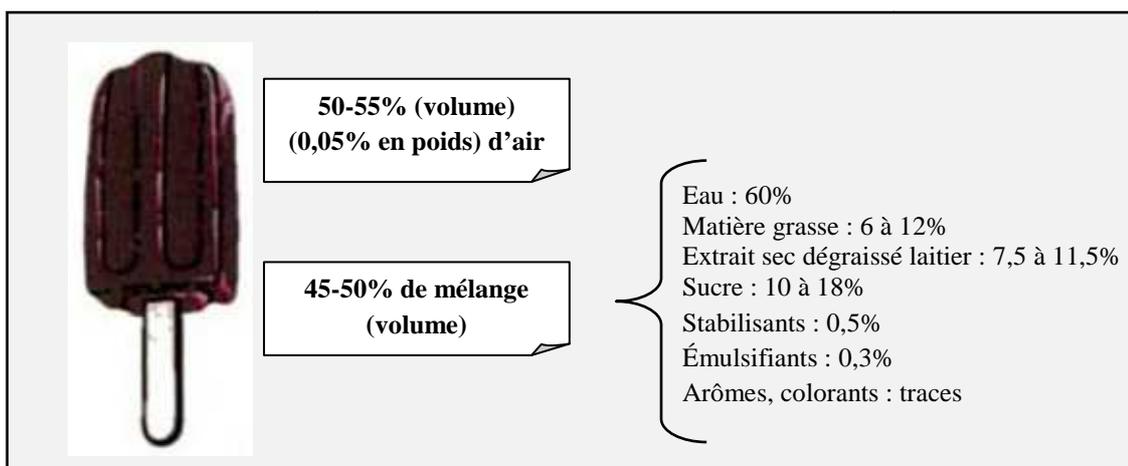


Figure 11 : Composition type d'une crème glacée (BERGER et *al.*, 1972).

Le raisonnement pour la formulation consiste, dans un premier temps, à fixer les objectifs recherchés pour chaque type de produit fini, puis dans un deuxième temps à traduire ces

objectifs en caractéristiques pour le mix à préparer (mélange dans le jargon professionnel) et enfin dans un troisième temps à sélectionner les ingrédients à mettre en œuvre en fonction du cahier des charges.

II.3.1. Matière grasse

Cette matière grasse est exclusivement d'origine laitière ; elle peut être apportée par de la crème fraîche, du beurre ou encore des beurres concentrés. Certaines formulations incorporent depuis quelques années des matières grasses végétales, qui peuvent être soit des graisses végétales, soit des huiles partiellement hydrogénées. Cette tendance qui vise à réduire les coûts matières interdit la dénomination «crème glacée» qui est alors remplacée par la dénomination «dessert glacé» (BOUTONNIER, 2001).

Depuis le développement des gras-structurés dans les produits laitiers, beaucoup ils sont en état d'émulsion, il est crucial de comprendre le comportement de la matière grasse du lait émulsionnée à la cristallisation. Par exemple, la morphologie des globules gras cristallisés influencent les caractéristiques de la crème glacée au cours du fouettage. Dans ces systèmes, la dimension particulière des globules gras est typiquement dans l'ordre de micro (TRUONG *et al.*, 2015).

La cristallisation de la matière grasse influence les propriétés rhéologiques et texturales des produits finis. De plus, les corps gras dans les produits alimentaires se présentent rarement sous forme d'un système monophasique mais sont plus souvent dispersés dans la matrice alimentaire soit sous forme d'une émulsion eau dans l'huile, comme la margarine et du beurre, soit sous forme d'une émulsion huile dans l'eau, par exemple : la crème chantilly et les crèmes glacées (BAUER, 2005; CANSELL, 2005).

Le comportement thermique de la matière grasse incorporée dans des émulsions est différent de celui observé dans la matière grasse non émulsionnée. Ainsi, dans les mêmes conditions d'analyse (masse et historique thermique), le comportement de la matière grasse émulsionnée diffère de celui de la matière grasse en phase unique. Cette différence se traduit par une chute importante de la température de début de cristallisation (dont la valeur dépend de divers facteurs tel que la taille des gouttelettes dispersées) et par la modification des mécanismes de nucléation et croissance des cristaux (REKLIN, 2006).

II.3.2. Matière sèche dégraissée

La matière sèche dégraissée d'origine laitière (protéines, minéraux et lactose) 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 ;
- ✓ lactoreplaceurs (citons l'exemple du lait de soja).

Une augmentation de la teneur en matière sèche permet d'obtenir une plus grande résistance à la déformation en rendant la crème glacée plus compacte et la texture plus fondante car la quantité d'eau à congeler est moins importante.

Cependant, une teneur trop élevée en ESD du lait peut provoquer une cristallisation du lactose à l'origine du défaut de «sablage» (JEANTET *et al.*, 2008).

II.3.3. Substances sucrantes

BOUTONNIER (2001), note que les glaces, étant des produits consommés en fin de repas ou durant l'après-midi, sont des aliments par excellence sucrés. En outre, les sucres représentent une source d'extrait sec peu onéreuse. Enfin, ils jouent un rôle très important sur la quantité d'eau liée c'est-à-dire non disponible pour la congélation. Autrement dit, la nature et les doses des sucres apportés dans la formulation vont influencer de manière prépondérante la stabilité thermique de la glace et sa vitesse de fonte à la sortie du congélateur. En contrepartie, ils limitent le taux de foisonnement du mix, et ils peuvent en cas de dosage important générer une texture collante en bouche et entraîner une cristallisation excessive et grossière.

En solution, le saccharose provoque un abaissement de la pression de vapeur, ce qui entraîne une augmentation significative du point d'ébullition et un abaissement du point de congélation. Ces propriétés ont une importance pour la fabrication des produits sucrés qui comportent une ébullition ou une congélation dans leur process (exemple : confiseries, crèmes glacées) (MATHLOUTHI, 2010).

II.3.4. Additifs

✓ Emulsifiants

Selon la directive 95/2/CE du parlement européen et du conseil du 20 février 1995 concernant les additifs alimentaires autres que les colorants et les édulcorants définie les émulsifiants comme «toutes substances qui, ajoutées à une denrée alimentaire, permettent de réaliser ou de maintenir le mélange homogène de deux ou plusieurs phases non miscibles telles que l'huile et l'eau.».

Les émulsifiants ont un rôle important dans la rhéologie des émulsions. Ils permettent de réduire la tension entre deux liquides non-miscibles (IBRAHIM et *al.*, 2008 ; ABOKE et *al.*, 2008 ; O'BRIEN, 2009). On distingue trois types d'émulsifiants (mono et diglycérides, polysorbates et phospholipides ou lécithines). Par ailleurs, lors de l'étape de maturation au froid du mix, ils déplacent les protéines adsorbées à la surface des globules gras, ce qui favorisera l'incorporation d'air dans le mix au cours de l'étape de foisonnement (JEANTET et *al.*, 2008).

✓ Epaississants et gélifiants

Les gélifiants sont les substances qui, ajoutées à une denrée alimentaire, lui confèrent de la consistance par la formation d'un gel (directive 95/2/CE du parlement européen et du conseil du 20 février 1995 concernant les additifs alimentaires autres que les colorants et les édulcorants). La gélatine est la plus connue et la plus utile. Son avantage est qu'elle forme un gel thermoréversible qui fond à un degré voisin de celui de la température du corps humain, sans modifier la qualité gustative du produit dans lequel elle entre. Elle fait partie de la famille des hydrocolloïdes dont les fonctions principales sont d'épaissir, de gélifier et de stabiliser. Grâce à son fort pouvoir gonflant, plongée dans l'eau froide, elle gonfle en absorbant 5 à 10 fois son volume d'eau. Ces propriétés fonctionnelles d'épaississement ou de gélification des systèmes aqueux sont à la base de son utilisation dans les applications alimentaires (ANONYME 2, 2001).

✓ Autres additifs

Selon BOUTONNIER (2001), de nombreux additifs sont autorisés par la réglementation tels que les stabilisants (par exemple : phosphate tricalcique) ;

- Les acidifiants : Correction du pH du milieu peut être réalisée par addition d'acides organiques ou de leur sels) ;

- Les colorants : Toute une série de substances sont autorisées afin de renforcer les couleurs des produits du jaune au noir) ;
- Les 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.

II.3.5. Fruits et dérivés

Les préparations de fruits spécialement élaborées pour les glaciers peuvent se présenter réfrigérées et conditionnées sous atmosphère modifiée, surgelées ou plus rarement déshydratées voire lyophilisées. Les fruits sont également ajoutés en continu par des distributeurs d'ingrédients en sortie du freezer, de manière à proposer des produits finis avec des morceaux et renforcer ainsi l'attrait des fruits pour le consommateur (BOUTONNIER, 2001).

II.3.6. Œufs et ovoproduits

L'ovoproduit est le produit obtenu à partir de l'œuf, après élimination de la coquille et des membranes (LAFON et LAFON, 1999). Les ovoproduits ne sont utilisés que dans la fabrication de la glace aux œufs (JEANTET et *al.*, 2008).

II.4. Technologie de fabrication

La fabrication des glaces comprend deux grandes étapes :

- ✓ La préparation d'un mélange couramment appelé mix dans le vocabulaire industriel à partir des diverses matières premières et additifs mis en œuvre ;
- ✓ La transformation du mix en crème glacée, glace ou sorbet grâce à deux opérations principales que sont le foisonnement (incorporation d'air contrôlée) et la surgélation (abaissement rapide de la température à cœur du produit à -30 °C).

Ces deux étapes sont délimitées par une phase d'attente qui permet la maturation du mix indispensable à l'obtention d'un produit de qualité, mais qui rompt ainsi la continuité du processus de fabrication (BOUTONNIER, 2001).

II.4.1. Mélange et homogénéisation

Les ingrédients liquides et solides (mix) sont placés dans une cuve bien agitée sous une température de 55 à 65°C pendant 30 à 60 min pour faciliter la dissolution des produits secs (poudres de lait écrémé, de lactosérum...etc.) (DOUGLAS GOFF et HARTEL, 2013 ; MERKUS et MEESTERS, 2014).

II.4.2. Pasteurisation

La pasteurisation a pour objectif de détruire tous les microbes pathogènes et leurs toxines, et donc d'augmenter la durée de conservation sans perdre les qualités du produit (OUDOT, 1999).

Cette opération qui est immédiatement suivie d'un refroidissement du mix à 4°C s'effectue en continu dans un échangeur thermique à plaques. La réfrigération du mix, quant à elle, vise d'une part à régler la température de maturation et à éviter une prolifération des micro-organismes ayant survécu au traitement thermique (DOUGLAS GOFF et HARTEL, 2013). Plusieurs barèmes peuvent être adaptés à la pasteurisation du mix (Tableau III).

Tableau III : Barèmes utilisés pour la pasteurisation des mix de la crème (ANONYME 3, 2011).

Méthode	Temps	Température °C
Batch	30 min	69
High-Temperature Short-Time (HTST)	25S	80
	15S	83
Higher-Heat Shorter-Time (HHST)	1-3 S	90
Ultra-High temperature (UHT)	≥2S	138

II.4.3. Maturation

Cette maturation physico-chimique du mélange a pour vocation de cristalliser partiellement la matière grasse globulaire liquéfiée par le traitement thermique, de favoriser l'adsorption des protéines sur les globules gras, de poursuivre et d'achever l'hydratation des hydrocolloïdes (BOUTONNIER, 2001). Le mélange est mûré pendant au moins 4 heures à une température de 2 à 5°C avec une agitation continue et modérée (BYLUND, 1995).

II.4.4. Foisonnement et glaçage

Le foisonnement est l'une des étapes les plus importantes dans la fabrication des crèmes glacées (DOUGLAS GOFF et HARTEL, 2013). Cette opération, qui se déroule au freezer (Figure 12) consiste à injecter de l'air filtré sous pression, se réalise avec un débit régulé automatiquement de façon à maîtriser le taux de foisonnement et par conséquent la masse volumique du produit fini (BOUTONNIER, 2001).

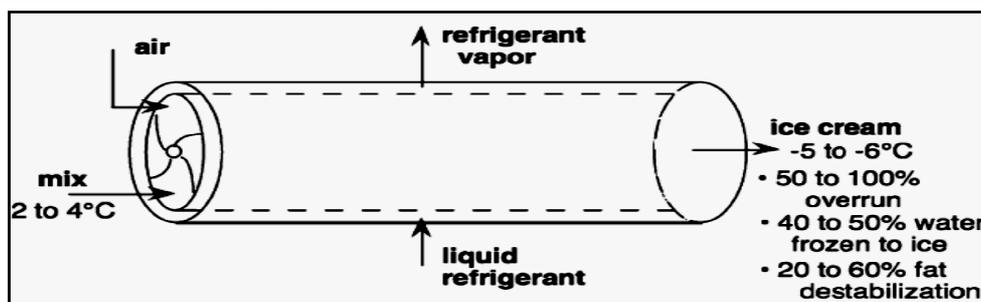


Figure 12 : Représentation schématique d'un batteur de freezer (DOUGLAS GOFF et HARTEL, 2013).

Lors de l'étape d'aération au cours de laquelle une phase gaz est dispersée dans l'aliment, les interactions complexes entre ces variables et paramètres permettent de définir un large panel de microstructures, c'est-à-dire d'organisations des ingrédients aux échelles moléculaires et microscopiques, qui vont régir des propriétés fondamentales de l'aliment, telles que sa stabilité dans le temps, sa tenue en bouche, ainsi que la libération des arômes lors de sa consommation (NARCHI, 2009).

Le mélange en cours d'agitation va être refroidi grâce à une double enveloppe externe au cylindre dans lequel circule le produit, à l'intérieur de laquelle on réalise un refroidissement grâce à l'évaporation d'un fluide frigorigène. La température d'évaporation du fluide étant comprise entre -20 et -30°C, celui-ci capte à travers la paroi d'échange une fraction de la quantité de la chaleur de cristallisation de l'eau du mix. Ce dernier entrant dans le freezer entre 2 et 4°C va sortir avec un temps de séjour inférieur à une minute entre -5 et -6°C, c'est-à-dire dans un état pâteux (BOUTONNIER, 2001).

II.4.5. Formage

Selon JEANTET et *al.* (2008), à la sortie du freezer, la crème encore malléable reçoit sa forme définitive avant congélation par deux moyens différents :

- ✓ Moulage-démoulage ;
- ✓ Remplissage direct des conditionnements commerciaux, à l'aide de doseuses volumétrique.

II.4.6. Surgélation

Cette opération, appelée également durcissement, a pour principaux objectifs de poursuivre la cristallisation de l'eau libre congelable, ce qui nécessite un abaissement de la température à cœur à -20°C, et d'assurer une stabilisation microbiologique au produit fini (BOUTONNIER, 2001).

II.4.7. Conditionnement et stockage

Les emballages ont pour rôle de contenir le produit, de le préserver de toute contamination, de permettre son transport, sa distribution, son stockage, son étalage, son utilisation et enfin sa disposition finale (ANONYME 4, 2008). Le respect de la chaîne du froid négatif est une condition indispensable au maintien de la qualité physico-chimique et bactériologique des glaces (BOUTONNIER, 2001).

L'ensemble des opérations est schématisé sur la figure 13.

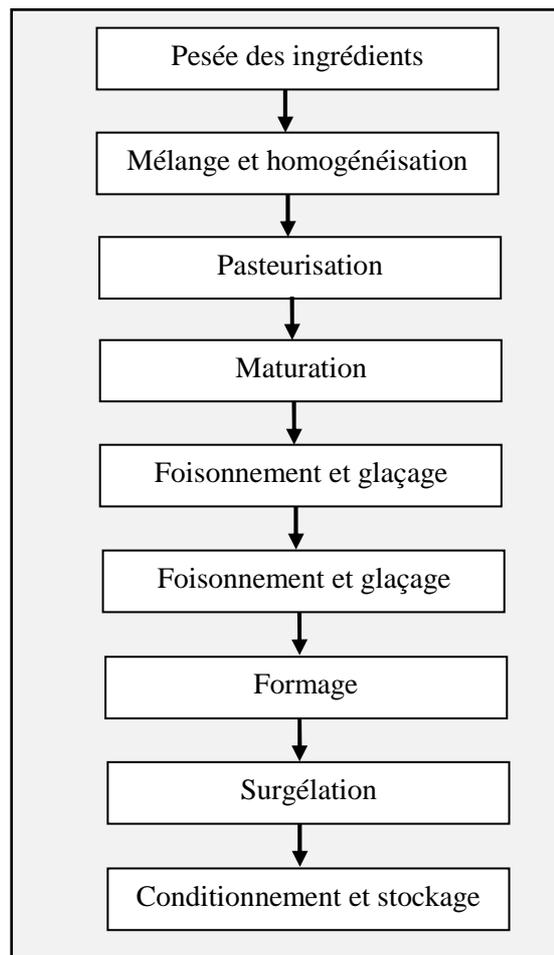


Figure 13 : Diagramme de fabrication de la crème glacée.

II.5. Mécanismes physicochimiques de la congélation

À l'état amorphe, les molécules ne peuvent plus se déplacer. Les phénomènes de diffusion sont stoppés et les réactions chimiques, ou biochimiques sont bloquées, notamment les réactions de dégradation aromatique ou d'oxydation. En revanche, lors d'une transition vitreuse, les phénomènes de diffusion reprennent avec une vitesse accrue, et il peut se produire une dégradation rapide des qualités organoleptiques du produit. Afin d'assurer au produit la meilleure qualité possible, il est donc nécessaire d'obtenir une phase amorphe et de la maintenir au cours du stockage, quelle que soit l'opération de transformation qu'a subi le produit (GENIN, 1995).

OUDOT (1999), note deux étapes importantes dans le phénomène de la congélation :

✓ La nucléation

Formation du premier cristal de glace. Il sera le déclencheur du processus : il va catalyser la réaction autour de son centre.

✓ La croissance des cristaux

L'eau migre vers le cristal « initiateur » et les cristaux grandissent. La taille, le nombre des cristaux dépendra beaucoup de la vitesse de congélation.

La crème glacée est refroidie aussi rapidement que possible jusqu'à une température de moins que -25°C . Les températures et la période du refroidissement dépendra du type de congélateur de stockage, la forme et l'arrangement des paquets, l'emballage, débit d'air et de température environnante. Le refroidissement rapide favorisera la cristallisation de l'eau (PATEL et *al.*, 2013).

Chapitre III :
Généralités sur les
préparations de fruits

Créées en 1952 à Reinach en Suisse, les préparations de fruits ont permis aux laiteries suisses de se différencier et d'anticiper les attentes des consommateurs. Ce n'est que dans les années 1970 que les préparations de fruits arrivent en France. Puis, dès 1990, les yaourtiers commencent à surfer sur l'image santé des ferments (probiotiques) et des fruits. Les yaourts aux fruits rencontrent un franc succès et leur commercialisation s'accroît de façon considérable (ETIEVANT et DELOLME, 2011).

III.1. Définition des préparations de fruits

Les préparations de fruits sont des produits alimentaires intermédiaires utilisés en tant que supports d'arômes (ETIEVANT et DELOLME, 2011). Cette intervention conduit à une modification importante des qualités organoleptiques du produit (CROUZET, 1998).

II.2. Composition des préparations de fruits

II.2.1. Fruits

La teneur en fruit d'une préparation est variable, elle s'élève en moyenne à environ 75 %. Les fruits sont présents sous forme de fruits entiers découpés, de purée ou jus concentrés, et parfois, sous forme déshydratée (ETIEVANT et DELOLME, 2011).

II.2.2. Sucres

Le saccharose est le sucre le plus couramment utilisé dans la fabrication des préparations de fruits. Cependant, il peut être associé à du sirop de glucose-fructose, sucre issu de l'hydrolyse enzymatique de l'amidon (ETIEVANT et DELOLME, 2011). Les édulcorants intenses sont aussi utilisés pour la formulation des préparations de fruit, ils sont des molécules obtenues à partir d'extraits végétaux ou modifiées chimiquement de façon à faire apparaître un fort pouvoir sucrant (MORTENSEN, 2006).

II.2.3. Agents de texture

Ce sont des additifs qui permettent de stabiliser, et d'homogénéiser, les préparations de fruits. Dans une préparation de fruits, on emploie généralement un épaississant et un gélifiant (ETIEVANT et DELOLME, 2011).

Compte tenu de son seuil d'écoulement, la gomme xanthane stabilise les suspensions (solides), les émulsions (liquides) et les mousses (gaz) ou une combinaison de 2 ou 3 de ces systèmes à la fois (SIMON, 2001).

Selon BOURSIER (2005), les préparations présentant peu d'eau disponible et subissant des cuissons à des températures inférieures à 100°C (préparations de fruits, charcuterie, nouilles...), les amidons stabilisés sont employés pour leur plus faible température de gélatinisation.

Les pectines sont utilisées pour les préparations de fruits pour yaourts et autres produits laitiers (TILLY, 2010).

III.2.4. Arômes

Pour de nombreux aliments, l'arôme ne peut être reproduit que par un nombre important de composés et, pour certains d'entre eux, il n'est pas possible de reproduire l'arôme même en utilisant un mélange très complexe (CROUZET, 1998).

III.3. Propriétés nutritionnelles des fruits transformés

Les fruits se caractérisent par leur faible apport calorique et leur contenu élevé en vitamines, minéraux et, dans une moindre mesure, en fibres. Les pertes dues à la transformation, ou lors du stockage, restent modérées et si l'on considère uniquement les produits sans sucre ajouté, il n'y a pas de différence nutritionnelle significative entre un fruit frais et un fruit transformé. En effet, un produit cueilli à maturité, transformé rapidement, notamment grâce au procédé IQF (*Individual Quick Frozen* : système de surgélation rapide adapté aux petits produits fragiles ou individuels), aura une teneur plus élevée en micronutriments qu'un produit destiné au marché du frais. Le fruit frais, quant à lui, subit une chaîne logistique d'une certaine durée, ainsi que des transports ultérieurs avec ruptures de chaînes du froid (CAUSSE et al., 2007).

Les mêmes auteurs rapportent que l'évolution de la teneur en nutriments, au cours du stockage et des transformations, reste cependant bien spécifique à chaque composé. Ainsi, les vitamines C, B1 et B9 sont des molécules solubles qui vont subir des pertes assez importantes ; alors que les minéraux, les fibres, et dans une moindre mesure les polyphénols, semblent être des composés assez stables.

III.4. Fabrication des préparations de fruits

Le calibre d'un fruit et l'équilibre « sucres/acides » constituent les principaux critères de qualité pour les producteurs. Les acheteurs, quant à eux, souhaitent le plus souvent se positionner sur un segment haut de gamme. Ils vont donc sélectionner les fruits d'un producteur en fonction de la maîtrise technique et de la structure de production (COURTOT et al., 2006).

Le diagramme récapitulatif du process de fabrication des préparations de fruit est résumé à travers la figure 14.

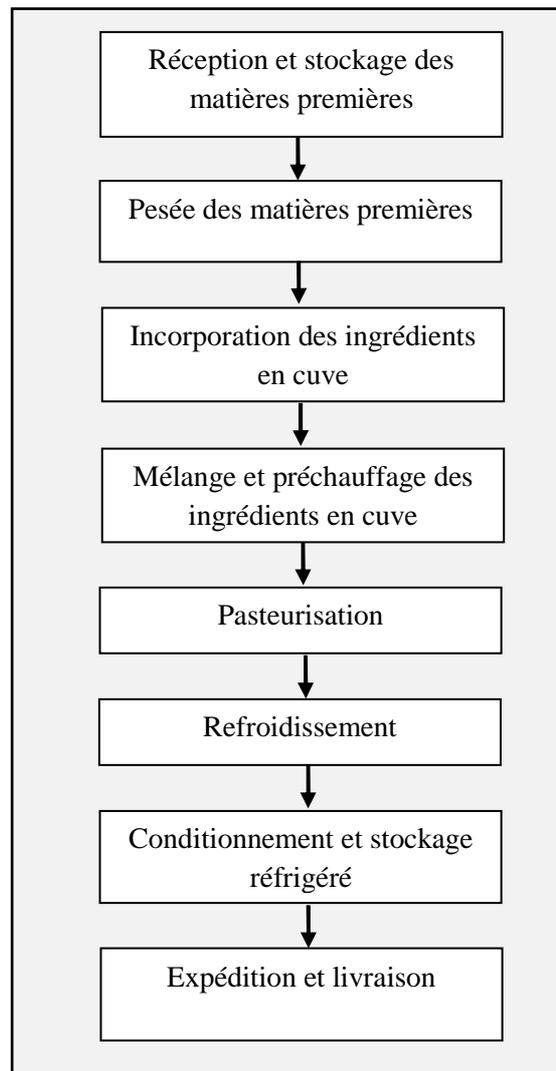


Figure 14 : Diagramme de fabrication des préparations de fruits.

III.4.1. Préparation des fruits à la transformation

Comprend plusieurs opérations telles que la cueillette, le lavage, le triage et le parage. Les fruits à destination des usines de transformation sont déjà matures lors de leur récolte.

La cueillette dépend donc principalement de la maturité du fruit, mesurée par l'intermédiaire de la teneur en sucres (CHU et WILSON, 2000). Toutefois, les mesures de couleur, du calibre et de fermeté représentent également des données importantes (ETIEVANT et DELOLME, 2011).

III.4.2. Transformations et traitements thermiques

Selon le *Codex Alimentarius* (CODEX STAN 296-2009), la purée de fruit est définie comme « La partie comestible du fruit entier, le cas échéant moins la pelure, la peau, les graines, les pépins et autres particules similaires, qui a été réduite en purée par tamisage ou autre procédé. ».

Les purées et jus de fruits subissent très souvent une concentration qui consiste à évaporer une partie de l'eau de constitution. Cette concentration est limitée par la viscosité du produit, qui devient trop élevée (ETIEVANT et DELOLME, 2011).

La congélation est un moyen facile et rapide de conserver les qualités nutritives des fruits ayant atteint leur pleine maturité.

Dans le cas des préparations de fruits, le traitement thermique appliqué est une pasteurisation. Compte tenu de l'acidité du produit et de son état sanitaire initial, une température d'environ 90°C, pendant une durée de 2 à 10 minutes, est suffisante. Un traitement plus long ou à plus hautes températures risque de lui faire perdre ses qualités organoleptiques et nutritionnelles (NOUT et *al.*, 2003).

La pasteurisation est toujours suivie d'un refroidissement rapide. Ce changement brutal de température entraîne notamment une limitation du développement microbien, ainsi que l'arrêt de la cuisson (ETIEVANT et DELOLME, 2011).

III.4.3. Conditionnement

Il existe plusieurs possibilités de conditionnement pour les préparations de fruits. Dans tous les cas, cette étape est cruciale, car si elle n'est pas réalisée dans de bonnes conditions, les phases précédentes n'auront eu aucune utilité.

III.5. Champ d'application des préparations de fruits

Les préparations de fruits sont utilisées dans toute une panoplie de produits alimentaires.

✓ Yaourts

Dans le cas des yaourts fermes aromatisés ou aux fruits, les arômes ou les préparations de fruits sont introduits dans les pots, avant l'addition du lait. Pour les yaourts brassés aux fruits,

les préparations de fruits sont ajoutées en ligne, avant le conditionnement, grâce à des mélangeurs statiques ou dynamiques (BÉAL et SODINI, 2003).

✓ Glaces

On distingue les glaces aux fruits des sorbets, par leur teneur en matières grasses. En effet, le sorbet est un mélange d'eau et de sucres, dans lequel aucune matière grasse n'est ajoutée.

Les préparations de fruits ont donc un rôle dans la composition des glaces, mais elles peuvent également être utilisées en tant que nappages, coulis ou pour la fabrication de fruits semi-confits (50% de fruits/50% de sucre). Dans le cas de ces applications, l'objectif est d'obtenir une texture agréable et souple, et non pas une texture figée. Pour cela, il est nécessaire de limiter le processus de congélation. Il faut donc substituer une partie de l'eau libre des fruits par une matière sucrante (indice réfractométrique > 40°B). Cette étape est réalisée par osmose, on peut libérer jusqu'à environ 50% de l'eau de constitution des fruits (ETIEVANT et DELOLME, 2011).

✓ Fromage frais

Le développement des aliments promoteurs d'une bonne santé et de bien être est devenu l'une des priorités clés dans la recherche en industries alimentaires (CARDARELLI et *al.*, 2007).

✓ Biscuits et viennoiseries

Les préparations de fruits sont employées en biscuiteries et boulangeries, surtout en tant que fourrages pectiniques. En fonction de l'application finale, le fourrage est utilisé avant (par exemple : le chausson industriel) ou après cuisson (par exemple : la gaufrette) (ETIEVANT et DELOLME, 2011).

Partie pratique

«C'est dans la pratique qu'il faut que l'homme prouve la vérité.» Karl Marx

Matériel et méthodes

La partie pratique se divise en deux volets :

- Le premier volet traite les préparations de fruits. Ce volet a été réalisé au niveau du laboratoire pédagogique de Biochimie de la faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques de l'Université Mouloud MAMMERY de Tizi Ouzou (UMMTO) ;
- Le deuxième volet traite l'incorporation de ces préparations dans la crème glacée qui a été effectuée au niveau de YETI GLACES-Azazga.

Les analyses physico-chimiques et bactériologiques des crèmes glacées ont été effectuées au niveau du laboratoire d'analyse de la qualité OVOLAB-Tizi Ouzou.

I.1. présentation des organismes d'accueil

I.1.1. YETI GLACES

L'entreprise YETI GLACES est une entreprise créée en 2006 avec un statut de Société à Nom Collectif (SNC) à caractère familiale sa spécialité est la fabrication des crèmes glacées. En 2013, l'entreprise passe au statut d'une société à responsabilité limitée (SARL). La Société est implantée dans la ville d'Azazga à 37 km de chef lieu de la wilaya de Tizi Ouzou.

I.1.2. OVOLAB

Le laboratoire d'analyse de la qualité OVOLAB, est un laboratoire privé implanté à la cité 104 logements, Bâtiment C2 N°11 à la nouvelle ville de la wilaya de Tizi ousou. La mission du laboratoire est d'effectuer des analyses physico-chimiques et microbiologiques pour les différentes entreprises et unités de l'agro-alimentaire ou autres qui sont implantées dans les différentes régions de la wilaya de Tizi Ouzou et même des wilayas limitrophes. Le laboratoire est devenu fonctionnel depuis le 12/04/1998.

I.2. Elaboration de la préparation de fruits

I.2.1.Choix des fruits

Les fruits utilisés dans notre étude sont : La fraise (*Fragaria vesca*) et la cerise douce (*Prunus cerasus* L.). Ce choix est justifiée par :

- ✓ La fraise et la cerise douce sont hautement appréciées par les consommateurs du fait entre autres de leur couleur, leur acidité et de l'absence de brunissement de la tige.

- ✓ La cerise et la fraise contiennent un éventail de micronutriments bien diversifiés. Leur bonne teneur en vitamine C et en caroténoïdes favorise la lutte contre les radicaux (Tableau IV).
- ✓ La disponibilité de ces fruits pendant la période de la réalisation de notre mémoire (Avril-Juin). De plus, les entreprises qui fabriquent les préparations de fruits peuvent profiter de cette période (Mai à Juin pour les cerises et Mars à Juin pour les fraises) pour élaborer des quantités des préparations que les glaciers utiliseront durant la saison estivale.

Tableau IV : Composition biochimique pour 100 g des cerises et des fraises (Anonyme 5, 2015).

Nom du constituant	Unité	Teneur moyenne dans la fraise	Teneur moyenne dans la cerise
Eau	g	91,3	81,1
Protéines	g	0,7	1,2
Lipides	g	0,3	0,27
Sucres	g	5,3	14,1
Fibres alimentaire	g	2	1,7
Vitamine C	mg	57	9
Bêta-carotène	µg	24	54

I.2.2. Traitement préalable des fruits

Les cerises ont été cueillies, tôt le matin, dans la région d'Ath Douala-Tizi Ouzou et les fraises ont été achetées dans un marché à Tizi Ouzou pendant le mois de Mai 2015. Les fruits ont été rapidement transportés pour éviter leur détérioration.

Les fruits ont été nettoyés, lavés avec de l'eau de robinet et séchés puis ils ont été triés manuellement en fonction de leur couleur, de leur peau. Les fruits présentant des blessures ou des défauts ont été écartés pour avoir un échantillon qui ne se moisie pas jusqu'au blanchiment. Les fruits ont été conservés dans un réfrigérateur à 4°C à fin de garder au maximum leur fraîcheur.

Après les diverses étapes de parage qui consiste à retirer toutes les parties non comestibles (équeutage des fraises et dénoyautage des cerises), les fruits ont été découpés en petit cubes de forme régulière (environ 5mm*5mm*5mm) afin d'homogénéiser la présentation des préparations.

I.2.3. Détermination du taux d'humidité et le pH des fruits

Le taux d'humidité est la quantité d'eau contenue dans la matière végétale (AFNOR, 1986). Le contenu en humidité des fruits a été déterminé par le procédé de séchage à l'étuve à $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ (TWIDWELL *et al.*, 2002).

Pour cela, trois cerises et trois fraises ont été choisies au hasard ; nous avons pesé les fruits à raison de 3 échantillons de 2 grammes (g) pour chaque fruit. Ensuite les échantillons ont été étuvés à 105°C pendant 24 heures. Le taux d'humidité est exprimé en pourcentage et calculé par la formule suivante :

$$\mathbf{H\ (\%) = (M1 - M2) / M1 \times 100}$$

H % : Taux d'humidité exprimé en pourcentage.

M1 : Poids de l'échantillon en gramme avant la dessiccation.

M2 : Poids de l'échantillon en gramme après le séchage.

La détermination du pH par la méthode potentiométrique est réalisée à l'aide d'un pH-mètre. Le mode opératoire est détaillé en annexe 01.

I.2.4. Blanchiment des fruits

Le blanchiment est une opération qui se fait en bain d'eau bouillante quelques minutes (de 2 à 5 min maximum) (OUDOT, 1999). L'objectif principal du blanchiment est la dénaturation des enzymes responsables de la dégradation du goût et de la couleur (BAARDSETH, 1977 ; PHILLPON, 1984 ; DE SOUZA SILVA *et al.*, 2011).

Dans notre cas, nous avons effectués un blanchiment à l'eau (80°C pendant 3 minutes). Les fruits préalablement découpés ont été immergés dans de l'eau (Figure 15) dans un bécher afin de faciliter le transfert de chaleur du bain Marie jusqu'au cœur du produit.



Figure 15 : photo des fraises avant le blanchiment.

Après le traitement thermique, les morceaux ont été filtrés et égouttés afin d'éliminer le maximum d'eau.

I.2.5. Préparation des sirops de saccharose et de glucose

Le sirop est une solution de saccharose et/ou d'autres glucides dans de l'eau. Dans notre étude, Nous avons opté pour deux glucides à savoir le sucre commercial (Saccharose) produit par le complexe agro-alimentaire Cevital de Bejaïa et le sirop du glucose fourni par l'entreprise YETI GLACES.

Le saccharose est versé dans un bécher où il sera dissout dans de l'eau traitée, la température et la durée de dissolution sont de 60-80 °C pendant 30 min sur une plaque agitatrice chauffante réglée à 700 rotations par minute (rpm). Trois concentrations ont été choisies pour le sirop de saccharose avec des extraits sec soluble de 52°, 60° et 67° Brix.

Pour le sirop du glucose, une seule concentration a été utilisée (67°Brix). Un chauffage préalable était nécessaire pour réduire sa viscosité afin de faciliter l'immersion des fruits.

L'extrait sec soluble d'un sirop, déterminé par réfractométrie, est la concentration en saccharose d'une solution aqueuse ayant le même indice de réfraction que le produit analysé, dans des conditions déterminées de préparation et de température. Cette concentration est exprimée en pourcentage de masse (g/100g) ou en degré Brix. Le mode opératoire est rapporté dans l'annexe 02.

I.2.6. Déshydratation imprégnation par immersion

La Déshydratation Imprégnation par Immersion (DII) est une technique nouvelle utilisée pour la déshydratation partielle des fruits et légumes par immersion dans une solution aqueuse hypertonique de sucre avec ou sans l'addition du chlorure de sodium (TORREGGIANI, 1993 ; JIOKAP NONO et *al.*, 2002 ; MARANI et *al.*, 2007 ; CASTRO-GIRÁLDEZ et *al.*, 2011 ; GOULA et LAZARIDES, 2012 ; ABBASI SOURAKI et *al.*, 2014 ; DEROSI et *al.*, 2015).

La déshydratation a été conduite selon la méthode décrite par TORREGGIANI (1993), nous avons immergé les morceaux de fruits dans la solution sucrée à la température ambiante (25°C) pendant 24 heures. Le rapport entre la quantité de la solution de déshydratation et celle des fruits était de (1/5) afin de faciliter le transfert de matière entre les morceaux et les sirops de saccharose et de glucose.

Un suivi du processus du transfert de la matière en fonction de la concentration du sirop a été exploré en mesurant la perte en eau et le gain en solides après la période de la déshydratation (24h) selon les équations suivantes développées par MARANI *et al.* (2007) :

$\text{Perte en eau} = \left[\left(1 - \frac{\text{TS}^\circ}{100} \right) - \left(1 - \frac{\text{TS}}{100} \right) \left(1 - \frac{\text{WR}}{100} \right) \right] \times 100$	$\text{Gain en solides} = \left[\left(1 - \frac{\text{WR}}{100} \right) \frac{\text{TS}}{100} - \frac{\text{TS}^\circ}{100} \right] \times 100$
--	---

TS°: valeur initiale des solides ; TS : valeur des solides après la DII ; WR : eau perdue.

À l'issue des résultats du test d'humidité, le sirop de saccharose qui a donné la meilleure déshydratation des fruits, était sélectionné pour être amélioré.

L'amélioration concerne la couleur et l'acidité, elle a été réalisée comme suit:

- ✓ Amélioration de la couleur des préparations en utilisant un colorant alimentaire rouge (SIN124) à raison de 0.2 g/L ;
- ✓ Amélioration de l'acidité du sirop jusqu'à une valeur de pH de 3 en utilisant l'acide citrique (SIN330) à raison de 1g/L.

Après l'étape de la DII, les préparations de fruits ont été égouttées et filtrées puis conditionnées dans des boîtes en aluminium (Figure 16). Ensuite, les boîtes ont été rapidement congelées à une température inférieure à -18°.



Figure 16 : photo d'une préparation avant la surgélation.

La figure ci-dessous présente les différentes étapes suivies pour l'élaboration des préparations de fruits.

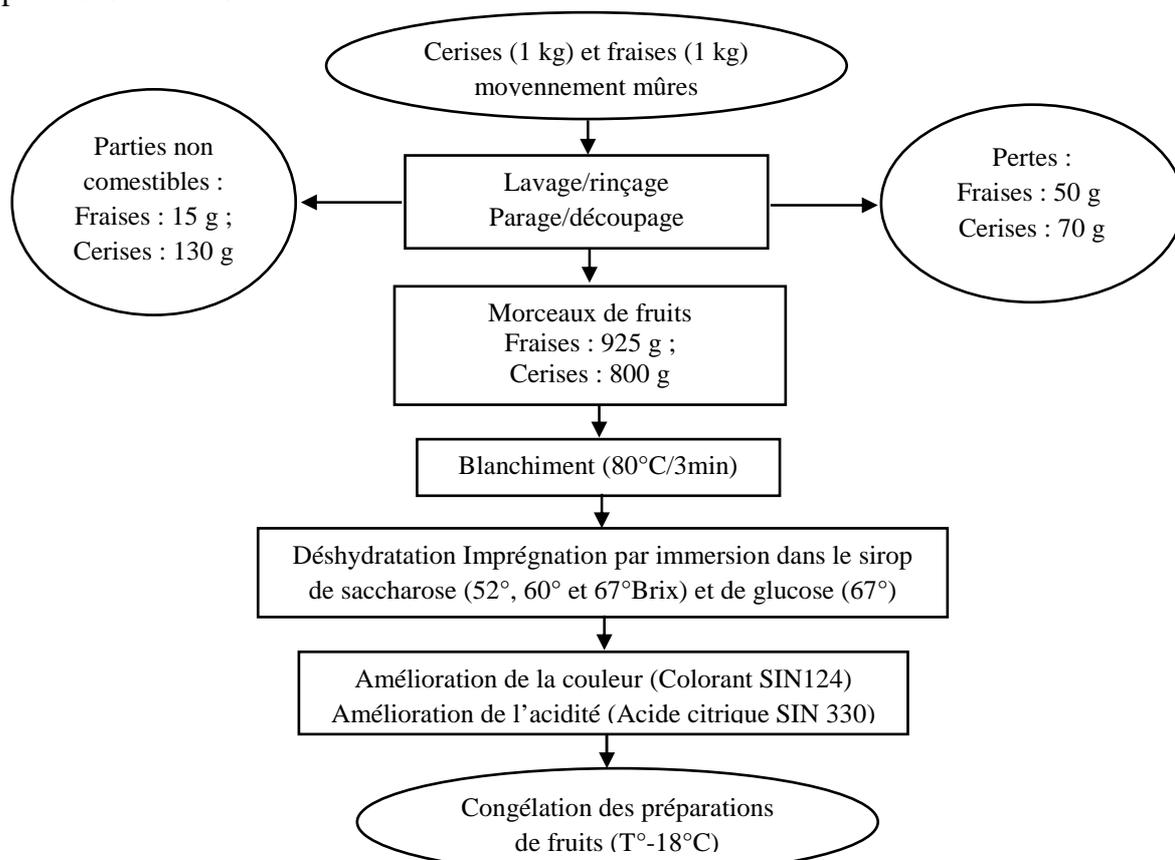


Figure 17 : Protocole d'élaboration des préparations de fruits.

I.3. Incorporation de la préparation de fruits dans la crème glacée

I.3.1. Incorporation des préparations de fruits

Après l'élaboration des préparations de fruits, plusieurs crèmes glacées ont été formulées, parmi ces formulations, nous avons opté pour une teneur en fruits de 5 % ceci satisfait le consommateur en lui offrant une glace de bonne qualité organoleptique et nutritionnelle d'une part et un coût raisonnable qui convient au producteur, d'autre part.

Les fruits (cerises et fraises) ont été introduits dans les boîtes de crèmes glacées avant que ces boîtes ne subissent la surgélation en mélangeant directement le mix avec les fruits. Ensuite, les boîtes ont été surgelées à une température inférieure à -18°C .

Par ailleurs, plusieurs analyses physicochimiques et microbiologiques ont été effectuées sur cette crème glacée fruitée afin d'étudier l'influence de l'incorporation des préparations sur les différents paramètres de qualité des glaces. De plus, un test de dégustation a été mis en œuvre afin de voir l'impact de l'addition des fruits sur le plan organoleptique des crèmes.

I.3.2. Analyses microbiologiques et physico-chimiques des crèmes glacées

I.3.2.1. Analyses physico-chimiques

I.3.2.1.1. Détermination de l'extrait sec total

Le matériel utilisé pour la détermination de l'extrait sec total (EST) est le dessiccateur infrarouge. Une coupelle de pesée en aluminium est tarée. Ensuite, verser 3g de mix de telle façon qu'il soit bien étalé puis fermer le couvercle. Le dessiccateur affiche directement le taux de l'EST en % à une température de 105°C.

I.3.2.1.2. Dosage des protéines

Le dosage a été fait selon la méthode de KJELDAHL-ISO 8968. Le principe du dosage repose sur la minéralisation des protéines dans l'acide sulfurique en présence de cuivre (II) et d'un catalyseur (oxyde de titane). Dans les conditions de minéralisation, l'azote organique est retrouvé sous forme ammonium.

Les ions ammonium sont transformés en ammoniac par passage en milieu alcalin. Nous avons entraîné le NH_3 à la vapeur d'eau et Nous avons dosé le condensât recueilli par dosage volumétrique acide/base. Le mode opératoire détaillé est rapportée dans l'annexe 03.

I.3.2.1.3. Dosage de la matière grasse

Le principe de cette analyse repose sur le fait que les éléments des globules gras de la crème glacée sont dissous sous l'influence de l'acide sulfurique (H_2SO_4) et de la centrifugation. La matière grasse et les autres constituants du mix se séparent grâce à la présence de l'alcool iso-amylque, le mode opératoire est expliqué en annexe 04.

I.3.2.1.4. Mesure du pH

La mesure a été réalisée selon le mode opératoire expliqué en annexe 01. Après avoir plongé l'électrode de pH mètre dans le mix et le pH est directement lu sur l'appareil.

I.3.2.2. Analyses microbiologiques

L'analyse s'effectue selon les normes fixées par le Journal Officiel (Arrêté du 24/01/1998). Le prélèvement s'effectue dans des conditions d'asepsie en limitant au maximum les éventuelles contaminations. En ce qui concerne le produit fini, 5 unités ont été sélectionnées au hasard pour chaque type de production pour servir d'échantillon.

Les glaces sont soumises à une décongélation pour faciliter la préparation des dilutions. Les germes recherchés pour les crèmes glacées sont :

I.3.2.2.1. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile (ISO 4833)

Les crèmes glacées sont des produits relativement non favorable à la croissance microbienne du fait de la température de la surgélation qui est inférieur à -18°C . Nous avons préparé une seule dilution à savoir la dilution 10^{-1} (en ajoutant 10 mL de l'échantillon à 90 mL du diluant qui est la TSE (Tryptone Eau Sel) ; nous avons ensemencé 1 mL dilution en surface de la boîte de pétri à laquelle on fait couler le milieu PCA (Plate Court Agar) ; puis, nous avons incubé à 30°C pendant 72h.

I.3.2.2.2. Dénombrement des coliformes totaux (ISO 4832)

Le milieu utilisé pour la recherche des coliformes est le VRBL (Gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre). Prélever 1ml de la dilution préparée, ensemencer sur un milieu stérile, l'incubation s'effectue à 30°C pendant 48h.

I.3.2.2.3. Dénombrement des coliformes fécaux (ISO 4832)

Nous avons recherché les bactéries coliformes thermophiles (éventuellement *Escherichia coli*). Le milieu utilisé est le VRBL avec les mêmes étapes que les coliformes totaux. Cependant, l'incubation se fait à 44°C pendant 24 h.

I.3.2.2.4. Recherche des *Staphylococcus aureus* (ISO 6888-2)

Le milieu sélectif pour cette bactérie est le milieu CHAPMAN, Après la préparation de la dilution 1/10 dans la TSE, nous avons prélevé par une pipette stérile 1 mL de la dilution qu'on fait couler sur le centre d'une boîte de pétri devant le bec bunsen, on fait couler le milieu de culture qu'on a préalablement liquéfié. L'incubation se fait à une température de 37°C pendant 24 h.

I.3.2.2.5. Recherche des salmonelles (ISO 6579)

Trois phases sont nécessaires pour l'analyse. En effet, la première étape est le pré-enrichissement qui consiste à ajouter 25 mL du produit à 225 mL suivi d'une incubation à 37°C pendant 24h. Ensuite, Nous avons ensemencé 01 ml de la solution du pré-enrichissement sur milieu SFB DC (Bouillon au Sélénite Double Concentré).

L'incubation se fait à 37°C /24 h. La dernière étape est celle de l'isolement en Ensemencant d'une anse de la solution d'enrichissement sur milieu HECKTOEN, l'incubation se fait à 37°C/24h.

I.3.3. Test de dégustation

L'évaluation sensorielle des aliments est une technologie dont l'objectif est la détermination des propriétés sensorielles ou organoleptiques des aliments, c'est-à-dire leurs activités sur les divers récepteurs sensoriels céphaliques stimulés avant et pendant leur ingestion, et la recherche des préférences ou aversions pour ces aliments que déterminent ces propriétés sensorielles (FELIX et STRIGLER, 1998)

La façon dont les échantillons sont présentés aux sujets est importante : elle doit permettre de minimiser l'influence des facteurs extérieurs au produit sur les réponses des sujets.

Les règles à respecter sont les suivantes :

- ✓ Anonymat des échantillons ;
- ✓ Présentation homogène des échantillons : tous les facteurs extrinsèques au produit (température, quantité présentée, récipient...) sont homogènes ;
- ✓ Le nombre des échantillons présentés est identique pour l'ensemble des dégustateurs ;
- ✓ Le dégustateur ne doit pas avoir faim, ni soif, ni être malade, ne doit pas consommer des aliments à parfum fort (exemple du café), ne doit pas se parfumer et ne doit pas avoir fumé avant et pendant la dégustation.
- ✓ Les échantillons sont présentés dans des gobelets propres transparents.
- ✓ La disposition des dégustateurs est faite de façon à ce qu'il n'y ait pas de communication entre les dégustateurs.

Le test de dégustation s'est déroulé au niveau de la faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques à l'UMMTO et à l'unité YETI GLACES. Les dégustateurs sont des étudiants en master II en Alimentation Humaine et Qualité des Produits et du personnel du service de la qualité de la SARL « YETI GLACES » qui ont des notions de base en analyse sensorielle. Le dégustateur est invité à écrire ses impressions sensorielles des crèmes glacées formulées, en répondant à un questionnaire établi (annexe 05). Au moment de l'opération chaque membre a en face de lui les échantillons correspondants aux glaces formulées, et un gobelet d'eau pour le rinçage.

I.4. Analyse statistique

Les résultats d'analyse sont exprimés par des moyennes plus ou moins les écarts type. Les tests ont été faits en triplet. Les résultats de la DII pour les fruits ont été comparés par le test de l'ANOVA avec un seuil de signification $\alpha = 0,05$ à l'aide du logiciel STATISTICA.7.1. Les résultats du test de dégustation ont été comparés pour chaque paramètre par le test de Student au seuil de signification $\alpha = 0,05$.

Résultats et discussions

II.1. Taux d'humidité des fruits

La détermination de l'humidité des fruits frais a révélé un taux d'humidité de $80,69 \pm 1,33\%$ pour les cerises et un taux de $89,7 \pm 3,43\%$ pour les fraises (Figure 18).

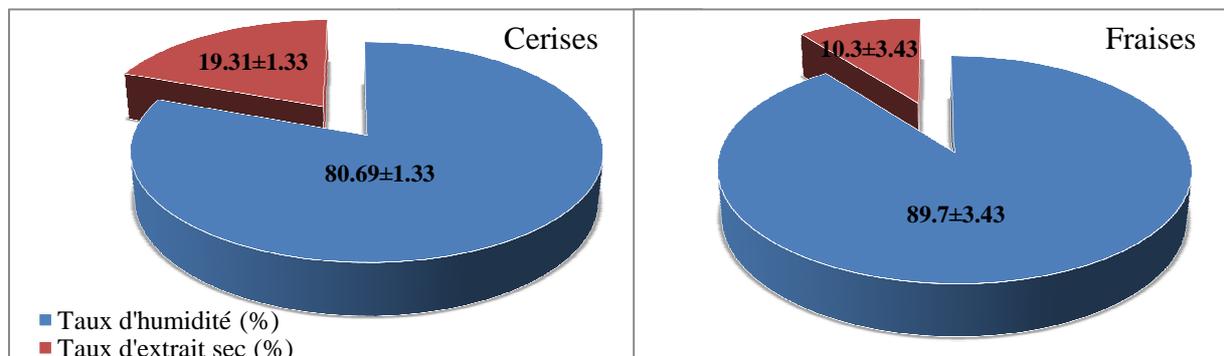


Figure 18 : Taux d'humidité des fruits frais.

Les résultats témoignent de la richesse de ces deux fruits en eau. En effet, LECERF (2014), note que la teneur en eau des fruits est élevée, elle est comprise entre 75 et 95 % du poids total. Cette teneur rend ces fruits très sensibles aux conditions extérieures (chaleur, froid, humidité relative...etc.).

De plus, CHASSAGNE-BERCES *et al.* (2010), rapportent que durant la congélation, la majorité des molécules d'eau se transforment en glace et que cette transition induit une perte irréversible de la qualité du produit. Par ailleurs, TREGUNNO et GOFF (1996), préconisent des traitements préliminaires de déshydratation osmotique avant toute étape de congélation afin de réduire cette teneur d'eau et limiter les dommages causés par les cristaux de glaces.

II.2. Mesure du pH

Le tableau ci-dessous montre les valeurs de pH obtenues pour les 02 fruits.

Tableau V : Valeurs des pH des fruits frais.

Fruit	Fraise	Cerise
pH	$3,5 \pm 0,2$	$3,5 \pm 0,1$

Les deux fruits ont la même valeur de pH (3.5), cette valeur indique l'acidité relativement élevée des fraises et des cerises. Ces résultats peuvent être expliqués selon USENIK *et al.* (2015), par la teneur élevée des fruits d'acides organiques tels que l'acide malique, l'acide citrique et l'acide fumarique, ce qui a été observé aussi par BERNALTE *et al.* (2003).

II.3. Suivi de la déshydratation des fruits

Les tableaux VI et VII, montrent les paramètres compositionnels (taux d'humidité, taux d'extrait sec, perte en eau, gain en solides) des échantillons frais et déshydratés par les différents sirops après 24 heures.

Tableau VI : Paramètres compositionnels des échantillons des fraises.

Traitement	Taux d'humidité	Taux d'extrait sec	Perte en eau	Gain en solides
Fraîches	89,7±3,43%	10,3±3,43%	-	-
Sirop de saccharose 52°B	80,7±5,5%	19,9±5,5%	16,29%	7,14%
Sirop de saccharose 60°B	73,79±3,10%	26,21±3,10%	27,64%	11,73%
Sirop de saccharose 67°B	50,56±12,06%	49,44±12,06%	58,92%	19,79%
Sirop de glucose 67°B	51,65±3,37%	48,35±3,37%	57,70%	19,65%

Tableau VII : Paramètres compositionnels des échantillons des cerise.

Traitement	Taux d'humidité	Taux d'extrait sec	Perte en eau	Gain en solides
Fraîches	80,69±1,33%	19,31%±1,33	-	-
Sirop de saccharose 52°B	71,05±2,1%	29,95±2,1%	9,98%	10,61%
Sirop de saccharose 60°B	62,28±1,61%	37,72±1,61%	15,02%	17,64%
Sirop de saccharose 67°B	54,7±19,26%	45,29±19,26%	40,19%	14,21%
Sirop de glucose 67°B	67,25±0,82	32,75±0,82%	22,48%	25,46%

À partir des résultats obtenus et l'analyse statistique au seuil de $\alpha = 0.05$, Nous remarquons une différence significative entre la composition (eau/extrait sec) des fruits frais et celle après une DII et ça pour toutes les concentrations du sirop testées quelque soit la nature du glucide (saccharose ou glucose) utilisé. En effet, les résultats montrent une perte d'eau considérable pour les deux préparations. Cependant, les fraises présentent la valeur la plus élevée d'eau perdue durant la déshydratation osmotique (58,92% dans le cas du sirop de saccharose à 67°B) ce qui concorde avec ce qui a été mentionné par ERLE et SCHUBERT (2001), qui ont observé une perte d'eau de plus de 50% pour lors de la déshydratation osmotique de ce fruit.

Nous avons remarqué que le gain en solides le plus élevé est obtenu dans les cerises avec le sirop du glucose. Ce qui est expliqué selon MARANI et *al.* (2007), par le poids moléculaire plus faible du glucose par rapport à celui du saccharose.

Cette différence de poids rend le glucose plus facile à pénétrer dans les parois extracellulaires des fruits que le saccharose ou un autre glucide de poids plus élevé. Le même résultat a été obtenu par YANG et LE MAGER (1991), en comparant les deux glucides (glucose et saccharose).

Dans le cas des cerises, la perte en eau était moins importante avec le sirop de glucose (22,48%) ce qui induit un taux d'humidité relativement élevé et une déshydratation non réussie avec cette solution. Cette dissemblance entre les deux fruits peut être due entre autres d'après GIANGIACOMO *et al.* (1987), à la différence de compacité des tissus, le niveau de gélification des pectines et l'activité enzymatique des deux fruits.

Les résultats montrent aussi que la déshydratation et le gain en solides sont proportionnels à la concentration du sirop de saccharose. Par ailleurs, pour toute augmentation de la teneur en saccharose du sirop, la perte en eau devient plus élevée. Après, l'analyse statistique par la régression linéaire. Nous avons enregistré un facteur de corrélation (R^2) de 0,91 pour les fraises et de 0,84 pour les cerises, ces facteurs indiquent la corrélation existante entre la concentration du sirop et la déshydratation osmotique des préparations. En revanche, le gain de solides n'augmente pas avec la même allure que la perte en eau et nous avons enregistré des fluctuations dans le cas des cerises (R^2 de 0,3). Nous pouvons dire que la perte en eau est beaucoup plus considérable que le gain en solide pour les mêmes concentrations du sirop. Ce qui peut être expliqué selon GOULA et LAZARIDES (2012), à une saturation de la couche externe en solides (sucres) après une certaine période d'immersion.

II.4. Analyses physico-chimiques et microbiologiques des crèmes glacées

II.4.1. Analyses physico-chimiques

II.4.1.1. Détermination de l'extrait sec total

Les taux d'extrait sec des trois crèmes glacées sont illustrés dans le tableau VIII. L'analyse statistique au seuil de $\alpha=0,05$, n'a pas révélée une différence significative entre les trois formulations.

Tableau VIII : Taux d'extrait sec des différentes crèmes glacées.

Gamme	Crème glacée commerciale (YETI GLACES)	Crème glacée aux fraises	Crème glacée aux cerises
Taux d'extrait sec total	36,88±1.11%	37,78±0.8%	39,2±1.4%

Ce résultat indique que l'incorporation des morceaux de fruits à raison de 5% n'influe pas sur la teneur en eau, du moment que les fruits étaient préalablement partiellement déshydratés.

Le traitement par DII a permis donc de minimiser l'apport des préparations en eau. Ce résultat reste selon MORENO et *al.* (2012), l'objectif principal de la déshydrations osmotique.

II.4.1.2. Dosage des protéines

L'analyse des taux de protéines des 03 crèmes glacées a donné le tableau IX.

Tableau IX : Taux de protéines des crèmes glacées.

Gamme	Crème glacée commerciale (YETI GLACES)	Crème glacée aux fraises	Crème glacée aux cerises
Taux des protéines	2,76±0.4%	2,65±0.85%	2,59±0.33%

À l'issue des résultats obtenus et l'analyse statistique, nous remarquons que les 03 formulations ont donné des produits avec des taux de protéines presque identiques car elles ne présentent pas de différence significative et elles sont conformes à la norme de référence (CCE N°2082/92) adoptée par l'entreprise.

Selon BYLUND (1995), les protéines sont l'un des composants de la matière sèche dégraissée (MSD) qui rentrent dans la fabrication des glaces. Elles ont non seulement une valeur hautement nutritive, mais elles possèdent également la propriété d'améliorer la texture de la crème glacée en liant et en remplaçant l'eau. La composante protéique de la MSD affecte également considérablement la répartition correcte de l'air dans la crème glacée au cours du processus de congélation.

L'incorporation des morceaux de fruits n'a pas affecté la teneur protéique du fait que cette catégorie d'aliments est pauvre en protéines.

II.4.1.3. Dosage de la matière grasse

Le tableau ci-dessous montre les résultats obtenus après la mesure du taux de la matière grasse.

Tableau X : Taux de matière grasse des trois produits.

Gamme	Crème glacée commerciale (YETI GLACES)	Crème glacée aux fraises	Crème glacée aux cerises
Taux de la matière grasse	4,5±0.2%	4,4±0.4%	4,42±0.29%

L'analyse statistique par le test de l'ANOVA au seuil de $\alpha=0.05$, n'a pas montré une différence significative ni entre la crème glacée classique et les crèmes glacées aux fruits ni entre les 02 crèmes glacées avec les fruits.

La norme de référence (CCE N°2082/92) fixe une valeur minimum de 3,5% comme un critère de conformité, de ce fait, l'ensemble des produits soumis à l'analyse et selon la valeur du critère indiqué, les échantillons sont de qualité satisfaisante du point de vue MG.

II.4.1.4. Mesure du pH

La mesure du pH pour nos échantillons a donné les résultats représentée dans le tableau XI.

Tableau XI : les résultats du pH des trois crèmes glacées.

Gamme	Crème glacée commerciale (YETI GLACES)	Crème glacée aux fraises	Crème glacée aux cerises
pH	6,4±0.2%	5,8±0.6%	5,6±0.29%

L'analyse statistique a révélé une différence significative entre les crèmes glacées commercialisées par l'unité YETI GLACES et les crèmes glacées aux morceaux de fruits. En revanche, les deux crèmes aux fruits ne sont pas différentes du point de vue pH.

Ce résultat est peut être due à l'acidité relativement élevée des préparations de fruits surtout après l'ajout de l'acide citrique qui joue le rôle d'un acidifiant. Cette acidité pourra apporter plus de fraîcheur aux glaces.

Par ailleurs, l'acide citrique est utilisé principalement comme agent acidulant, comme correcteur de la sapidité et comme agent conservateur (MORETTI et FELIPPONE, 1996).

II.4.2. Analyses microbiologiques

Les résultats microbiologiques obtenus pour les crèmes glacées sont conformes aux normes algériennes publiées dans le Journal Officiel (1998), relatif aux critères microbiologiques des glaces et crèmes glacées.

Tableau XII : Les caractéristiques microbiologique des produits formulés.

Détermination	Unité	Crème glacée commerciale (YETI GLACES)	Crème glacée aux fraises	Crème glacée aux cerises	Maximum (arrêté du 24/01/1998)
Flore mésophile à 30°C- ISO 4833	UFC/g	150	154	145	50000
Coliformes à 30°C-ISO 4832	UFC/g	0	0	0	100
Coliformes fécaux à 44°C- ISO 4832	UFC/g	0	0	0	1
<i>Staphylococcus aureus</i> - ISO 6888-2	UFC/g	0	0	0	10
<i>Salmonella</i> -ISO 6579	UFC/g	0	0	0	0

Les résultats obtenus révèlent l'absence de toute activité microbiologique pouvant altérer la crème. Ceci est attribué en grande partie à l'efficacité du barème de pasteurisation (85°C pendant 20 S) appliqué au mix et aux précautions prises lors de la préparation des fruits notamment l'étape du blanchiment, de la formulation des échantillons et pendant les examens microbiologiques.

L'ensemble des analyses physico-chimiques et microbiologiques témoignent de la conformité des différentes formulations avec les normes de références.

II.5. Test de dégustation

Le test de dégustation a révélé une nette préférence des panelistes (28 personnes sur 30) pour les crèmes glacées fruitées (Figure 19). Ce résultat confirme nos attentes quant à la sélection de la nouvelle crème glacée (Figure 20) comme meilleure du point de vue organoleptique que la crème glacée commerciale et constitue un facteur stimulant pour que l'organisme d'accueil ou autres commercialisent cette nouvelle gamme de produit.

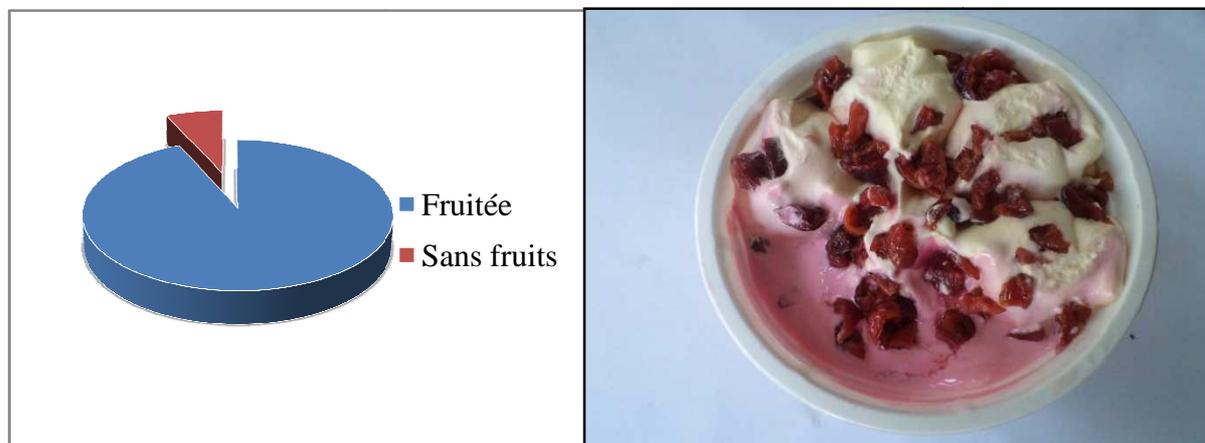


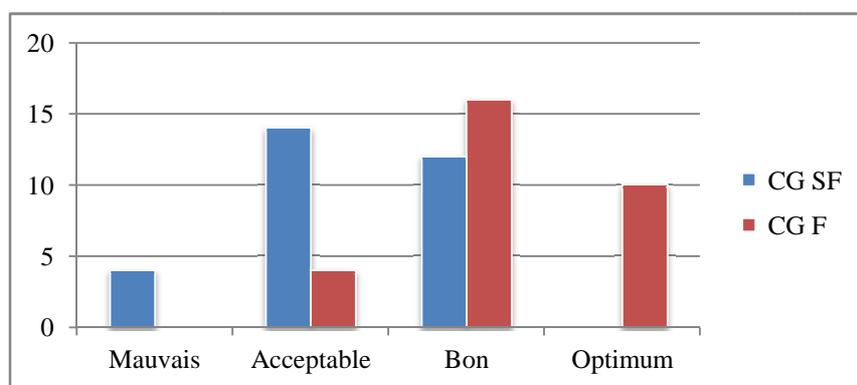
Figure 19 : Résultats du test de préférence. **Figure 20** : Photo de la crème glacée élaborée.

Pour l'analyse des résultats de l'évaluation des caractéristiques des 02 crèmes glacées, nous avons opté pour le test de Student qui permet de comparer les 02 glaces avant et après incorporation des morceaux de fruits. Les résultats pour chaque paramètre sont comme suit :

✓ Aspect

L'ajout des fruits a amélioré l'apparence et la présentation des boîtes de la crème. Les dégustateurs ont montré leur attirance par le nouvel aspect.

Les résultats (figure 21) obtenus pour l'analyse de l'aspect de la crème ont montré une différence significative au seuil de $\alpha=0,05$. L'aspect du produit constitue le premier contact entre le produit et le consommateur, ce paramètre est crucial pour le choix du consommateur.



CG SF : Crème Glacée sans Fruits.

CG F : Crème Glacée aux Fruits.

Figure 21 : Résultats de l'évaluation de l'aspect des crèmes glacées.

✓ Odeur

L'odeur est la sensation olfactive perçue lorsque les molécules volatiles atteignent les récepteurs olfactifs par la voie nasale directe ; cette notion a été étendue aux caractères responsables de cette sensation (CROUZET, 1998).

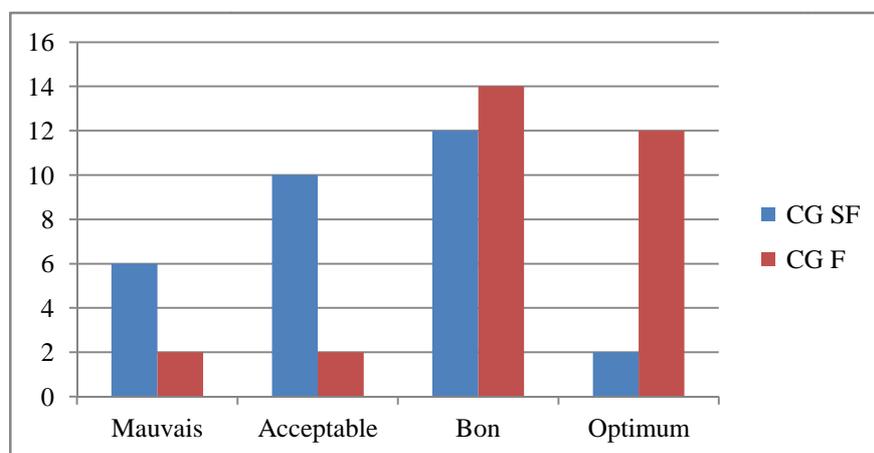


Figure 22 : Résultats de l'évaluation de l'odeur des crèmes glacées.

Les résultats notés après et avant incorporation des préparations de fruits (Figure 22) ont permis de mettre en évidence une amélioration de l'odeur des glaces, l'analyse statistique a confirmé l'effet favorable qu'a joué les fruits sur l'arôme et l'odeur du produit. Par ailleurs, nous avons recensé 12 personnes qui ont qualifié l'odeur du nouveau produit comme optimum, en revanche, seulement 02 personnes sur 30 ont donné cet avis pour l'échantillon sans fruits.

✓ Couleur

La couleur influence en particulier les réactions olfactives, gustatives du comportement, intervient dans l'assimilation, la digestion et la métabolisation des aliments. (TREMOLLIÈRES et CLAUDIAN, 1973).

À l'issue des résultats du test hédonique (Figure 23), nous remarquons que plus de la moitié des dégustateurs (20) ont attribué une note de 4 pour l'échantillon avec les fruits qui correspondent au qualificatif d'optimum, les fruits découpés en morceaux réguliers dont nous avons amélioré la couleur en leur ajoutant un colorant alimentaire (SIN 124) attirent davantage l'œil du dégustateur ce qui va inciter le consommateur à choisir l'échantillon fruité que l'autre sans fruits. En effet, l'analyse statistique a confirmé cette différence significative.

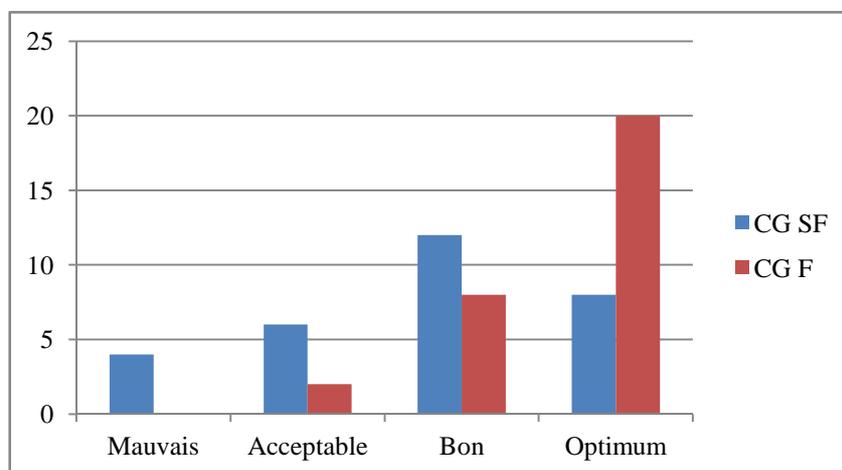


Figure 23 : Résultats de l'évaluation de la couleur des échantillons.

✓ Goût

Le goût est l'ensemble des impressions produites par certaines substances solubles dans la bouche et perçues par les papilles linguales (SAUVAGEOT, 1980).

La perception des saveurs est assurée par des structures cellulaires spécialisées : les bourgeons du goût. On trouve ces derniers dans les papilles gustatives dont la densité est particulièrement élevée au niveau de l'épithélium lingual. Des bourgeons du goût existent également, mais de façon diffuse, dans d'autres tissus incluant le voile du palais, le pharynx, le larynx et la partie supérieure de l'œsophage (PASSILLY-DEGRACE, 2009).

La figure ci-dessous montre les attributs enregistrés pour chaque type de crème glacée, à l'instar de ce résultat, on remarque qu'aucune personne n'a qualifié le goût de la crème glacée fruitée de mauvais, tandis qu'avant l'incorporation des fruits, 10 personnes ont estimé que le goût du produit commercialisé de mauvais. De plus, 18 personnes estiment que le goût des crèmes glacées nouvellement formulées est très bon (optimum) et seulement 6 personnes ont donné cet avis pour la crème commercialisée.

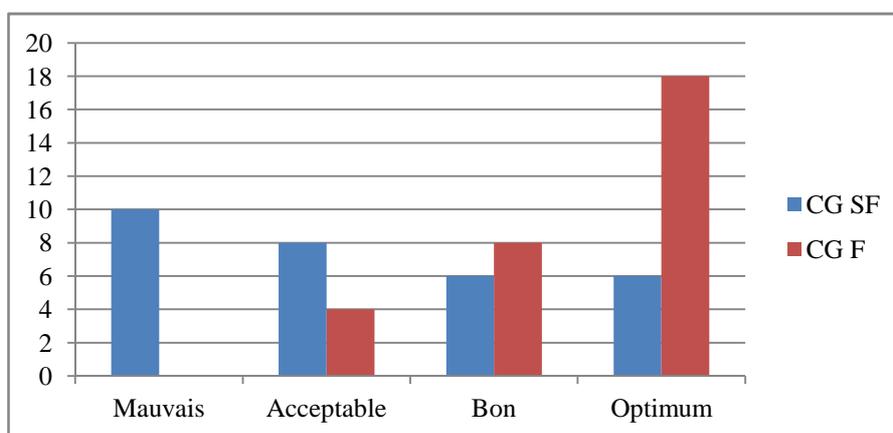


Figure 25 : Résultats de l'évaluation du goût des crèmes glacées.

✓ Sucre

Le sucre est très apprécié par le consommateur, sa saveur unique, ses propriétés physico-chimiques et organoleptiques en font un ingrédient incontournable des industriels de l'alimentation.

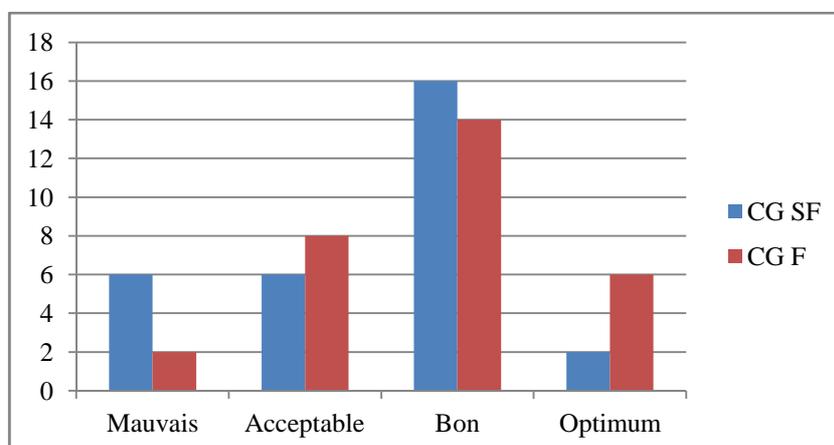


Figure 25 : Résultats de l'évaluation de la saveur sucrée des crèmes glacées.

Les résultats obtenus pour les deux échantillons et le test statistique montrent que l'ajout des fruits n'a pas modifié la saveur sucrée, l'incorporation des fruits à raison de 5% n'affecte pas la teneur en sucre, la majorité des dégustateurs estiment que la saveur sucrée est bonne pour les deux échantillons.

✓ Solubilité du fruit dans la bouche

Le comportement solide est particulièrement influencé par le taux de solide, le type de cristaux et les interactions entre ceux-ci déterminent la formation d'un réseau cristallin (SIMOES et GIOIELLI, 1999).

La solubilité des fruits dans la bouche constitue le facteur décisif lors de l'évaluation hédonique de l'échantillon. Les résultats montrent que la majorité des panelistes ont apprécié la solubilité des préparations et aucune des personnes n'a qualifié de mauvaise cette caractéristique. Ce résultat reflète la réussite de l'étape de la DII, qui a conduit à la déshydratation efficace des fruits ce qui a évité la formation de cristaux de glaces après la surgélation.

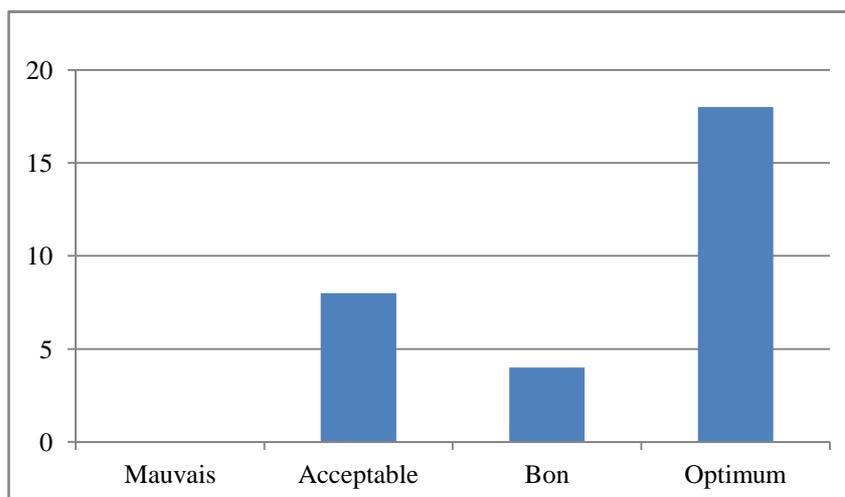


Figure 26 : Résultats de l'évaluation de la solubilité des fruits dans la crème glacée.

II.6. Valeur marchande

Après avoir évalué quelques caractéristiques nutritionnelles, la qualité organoleptique et hygiénique de la crème glacée aux fruits, il est nécessaire d'évaluer son prix de revient.

Celui-ci s'obtient en additionnant les frais fixes (énergie, main d'œuvre...etc.) et le prix de l'emballage au prix de revient de la matière première.

Le tableau XII indique les prix unitaires des ingrédients de la préparation des fruits.

Tableau XIII : Prix unitaires des ingrédients de la préparation de fruits.

Ingrédients	Prix unitaire (Dinar Algérien/Kg)
Fraise/Cerise	400
Sirop (67°B)	100
Additifs à des fins alimentaires	3000

Le tableau suivant indique le prix de revient de la crème glacée élaborée considérant le cas des boîtes de contenance 500 g.

Tableau XIV : Prix de revient des différents paramètres intervenant dans le prix de la crème glacée.

Paramètre	Prix de revient (DA)
Morceaux de Fruits (5%)	30
Mix (95%)	190
Frais fixe/kg	10
Prix de revient de la boîte (total)	225

Avec une marge bénéficiaire de 20 %, le prix de vente de la crème glacée fruitée est estimé à **270 DA** avoisine celui des crèmes retrouvées habituellement sur le marché.

Conclusion

«Let food be your medicine and medicine be your food» Hippocrates

Les travaux entrepris au cours de cette étude auront permis, dans un premier lieu, de mettre en évidence la richesse des fraises et des cerises en eau ($89,7 \pm 3.43\%$ pour les fraises et $80,69 \pm 1.33\%$ pour les cerises). Cette teneur élevée en eau rend l'opération de déshydratation impérative avant toute congélation. Pour cela, une déshydratation osmotique dans deux sirops de glucides à savoir le saccharose et le glucose a été mise au point afin de réduire ce taux d'humidité.

La comparaison du point de vue quantitatif après la déshydratation imprégnation par immersion a permis de mettre en lumière des différences. En effet, dans le cas des fraises qui ont une structure tissulaire tendre et flasque la déshydratation était très efficace et la perte en eau considérable ($58,92\%$) pour les deux sirops. Quant aux cerises, même si la déshydratation a donné des résultats satisfaisants pour le saccharose (67°B) où nous avons enregistré une perte d'eau de $40,19\%$. En revanche, dans le cas du sirop de glucose (67°B) le gain en solides a été important ($25,46\%$), néanmoins la perte en eau était relativement faible pour ce sirop.

Par ailleurs, à part le pH qui a connu une légère diminution due probablement à l'acide citrique des préparations et à l'acidité basse des fruits ($3,5$), tous les autres paramètres n'ont manifesté aucune différence significative par rapport à la crème glacée commerciale pour l'ensemble des caractéristiques physico-chimiques étudiées (taux d'extrait sec total, taux de matière grasse et taux de protéines). Quant à la qualité hygiénique l'incorporation des morceaux de fruits n'a pas affectée la flore microbienne ni qualitativement ni quantitativement.

Le test de dégustation a révélé une nette préférence des panelistes pour la nouvelle formulation aux fruits que la crème sans fruits. La plupart des panelistes estiment que l'addition des fruits a amélioré les caractéristiques des glaces notamment l'aspect, la couleur, l'odeur et le goût. Les fruits sont connus pour leur aspect agréable et pour leur couleur attractif surtout les cerises et les fraises.

Après avoir évalué la qualité organoleptique et hygiénique de la crème glacée, l'évaluation de son prix de revient a permis d'estimer son prix de vente à 270 DA pour 500 g du produit, un prix proche de celui des crèmes glacées retrouvées habituellement sur le marché.

L'incorporation des fruits dans les crèmes glacées constitue un concept innovant et intéressant. Il est, par ailleurs, pratique d'enrichir les produits laitiers notamment le yaourt avec des morceaux de fruits pour améliorer l'arôme, le goût, la couleur et l'aspect.

Au terme de ce travail, l'objectif fixé au départ peut être considéré comme atteint, il s'agit d'élaboration d'une crème glacée présentant une valeur nutritive appréciable, une bonne qualité organoleptique et un prix de revient relativement intéressant ; participant ainsi à la diversification des crèmes glacées déjà mises à la disposition du consommateur.

Des études supplémentaires seront nécessaires pour maximiser la déshydratation des cerises, des fraises ou bien d'autres fruits (abricot, pomme...etc.) en utilisant le sirop de saccharose ou d'autres glucides tel que le fructose. Aussi, une étude des propriétés antioxydantes et vitaminiques des préparations de fruits est essentielle pour valider la présente étude. Une analyse sensorielle par un jury d'expert serait une étape à prendre en compte avant de procéder à une commercialisation de la crème glacée fruitée.

Références bibliographiques

A

1. **ABBASI SOURAKI B., GHAVAMI M. et TONDRO H. (2014).** Correction of moisture and sucrose effective diffusivities for shrinkage during osmotic dehydration of apple in sucrose solution. *Food and Bioprocess Technology* 92. pp.1-8.
2. **ABOKE C., BENAROU A., DOLEZ M., GUILLET K., JAMET E., MOREAU A., MOUTOUVIRIN A., POIRIER M. et RANGA P. (2008).** Le beurre et la margarine. Rapport de rhéologie. Ecole Supérieure de Microbiologie et Sécurité Alimentaire de Brest (ESMISAB), université de Bretagne Occidentale. 105p.
3. **ANONYME 1 (2001).** Université Guelph, Ontario *in* VIGNOLA Carole L. (2002). Sciences et technologies du lait. Presse internationale polytechnique, Québec, Canada.
4. **ANONYME 2 (2001).** La gélatine alimentaire : production et applications par Gelatin Manufacturers of Europe (GME), Sector Group of CEFIC (Conseil européen de l'industrie chimique). *Techniques de l'ingénieur*, F 4800. 8p.
5. **ANONYME 3 (2011).** Pasteurized Milk Ordinance. U.S. Department of Health and Human Services. Grade A. Food and Drug Administration, College Park, MD.
6. **ANONYME 4 (2008).** BIO-INTELLIGENCE SERVICE. Analyses de Cycle de Vie des emballages de Tetra Pak.
7. **ANONYME 5 (2015).** <http://sante.lefigaro.fr/mieux-etre/nutrition-aliments/cerise/composition>
8. **ARBUCKLE W.-S. (1990).** Ice cream *in* VIGNOLA Carole L. (2002). Sciences et technologies du lait. Presse internationale polytechnique, Québec, Canada. ISBN:3-25-29. 600 p.
9. **Association Française de la Normalisation. (1986).** Recueil de normes Françaises, Paris, France.

B

10. **BAARDSETH P. (1977).** Quality changes of frozen vegetables. *Journal of Food Chemistry* 3.12p.
11. **BAUER M. (2005).** Polymorphisme: Origine et méthodes d'étude. *Techniques de l'ingénieur*, P 1 097. 15p.
12. **BÉAL C. et SODINI I. (2003).** Fabrication des yaourts et des laits fermentés. *Techniques de l'Ingénieur*, F 6 315. 16p.

13. **BERGER K.-G., BULLIMOR B.-K. et WHITE G.-W. (1972).** Dairy industries 37. pp.419-423.
14. **BERNALTE M.-J., SABIO E., HERNÁNDEZ M.-T. et GERVASINI C. (2003).** Influence of storage delay on quality of 'Van' sweet cherry. Postharvest Biology and Technology 28. pp.303-312.
15. **BOURSIER B. (2005).** Amidons natifs et amidons modifiés alimentaires. Techniques de l'ingénieur, F 4 690. 22p.
16. **BOUTONNIER J.-L. (2001).** Crèmes glacées, glaces et sorbets : formulation et fabrication. Techniques de l'ingénieur, F 8 010. 14p.
17. **BYLUND G. (1995).** Dairy processing handbook-Tetra pack processing systems AB S-221 86, Lund, Sweden, 18-23-38. 436p.

C

18. **CANSELL M. (2005).** Impact de la cristallisation des corps gras sur les propriétés des produits finis. OCL. 12 (5-6). pp.427-431.
19. **CARDARELLI H.-R., SAAD S.-M.-I., GIBSON G.-R., VULEVIC J. (2007).** Functional petit-suisse cheese: Measure of the prebiotic effect. Anaerobe, Food microbiology.13. pp.200–207.
20. **CASTELLÓ M.-L., FITO P.-J., CHIRALT A. (2010).** Changes in respiration rate and physical properties of strawberries due to osmotic dehydration and storage. Journal of Food Engineering 97. pp.64-71.
21. **CASTRO-GIRÁLDEZ M., TYLEWICZ U., FITO P.-J., DALLA ROSA M., FITO P. (2011).** Analysis of chemical and structural changes in kiwifruit (*Actinidia deliciosa cv Hayward*) through the osmotic dehydration. Journal of Food Engineering 105. pp. 599-608.
22. **CAUSSE M., CHERVIN C., MAUGET J.-C. et RENARD C. (2007).** Les fruits et légumes dans l'alimentation. Expertise scientifique collective, rapport d'expertise, INRA, chapitre 2. 235 p.
23. **CHASSAGNE-BERCES S., FONSECA F., CITEAU M. et MARIN M. (2010).** Freezing protocol effect on quality properties of fruit tissue according to the fruit, the variety and the stage of maturity. Journal of Food Science and Technology 43. pp.1441-1449.

24. **CHU C.-L. et WILSON K. (2000).** Évaluation du degré de maturité des pommes Empire, Idared et Spartan. Fiche technique N°00-028, Ministère de l'agriculture, de l'alimentation et des affaires rurales, Ontario, Canada.
25. **Codex Alimentarius (CODEX STAN 206 et 296- 1999).**
26. **COMBES D. et MONSAN P. (2004).** Biocatalyse ou catalyse enzymatique. Techniques de l'ingénieur, BIO 590, 18p.
27. **COURTOT D., CLABAUT A. et GUILLON C. (2006).** Valoriser par la qualité les fruits frais en Rhône-Alpes : passer d'une incantation à la mise en œuvre d'une stratégie régionale. Programme de recherche pour et sur le développement régional
28. **CRAPLET C., CRAPLET P., & MEUNIER J. (1987).** Nutrition alimentation et sport. Editions VIGOT, Paris, France. pp.25-36.
29. **CROUZET J. (1998).** Arômes alimentaires, Techniques de l'ingénieur, F 4 100. p.8.
30. **CUVELIER C., CABARAUX J.-F., DUFRASNE I., HORNICK J.-L., ISTASSE L. (2004).** Acides gras : nomenclature et sources alimentaires. Ann. Méd. Vét., 148, pp.133-140.

D

31. **DE BRUIJN J. et BÓRQUEZ R. (2014).** Quality retention in strawberries dried by emerging dehydration methods. Food Research International 63. pp.42-48.
32. **DE SOUZA SILVA K., CÁSSIA CAETANO L., CASTILHO GARCIA C., TELIS ROMERO J., BARBOSA SANTOS A. et APARECIDA MAURO M. (2011).** Osmotic dehydration process for low temperature blanched pumpkin. Journal of Food Engineering 105. pp.56-64.
33. **DEBRY G. (2001).** Lait, nutrition et santé. Ed. TEC&DOC. Paris, 566p.
34. **DEROSSI A., SEVERINI C., DEL MASTRO A., DE PILLI T. (2015).** Study and optimization of osmotic dehydration of cherry tomatoes in complex solution by response surface methodology and desirability approach. Food Science and Technology 60. pp. 641-648.
35. **Directive 95/2/CE du parlement européen et du conseil du 20 février 1995** concernant les additifs alimentaires autres que les colorants et les édulcorants (JO no L 61 du 18. 3. 1995, p. 1). 56p.

36. **DORTU C. et THONART P. (2008).** Les bactériocines des bactéries lactiques : caractéristiques et intérêts pour la bio-conservation des produits alimentaires. Centre Wallon de Biologie Industrielle, Gembloux, Belgique. 154 P.

E

37. **ERLE U. et SCHUBERT H. (2001).** Combined osmotic and microwave-vacuum dehydration of apples and strawberries. *Journal of Food Engineering* 49. pp.193-199.
38. **ETIEVANT A. et DELOLME X. (2011).** Formulation des préparations de fruits. *Techniques de l'ingénieur*, F 6 290. 12p.

F

39. **FAIVELEY M. (2003).** L'eau et la conservation des aliments. *Techniques de l'Ingénieur*, F 1 011. 11p.
40. **FELIX D. et STRIGLER F. (1998).** Evaluation sensorielle : manuel méthodologique. Lavoisier, Paris, 353p.
41. **FERDOT E. (2005).** Connaissances des aliments bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, éditions Lavoisier, Paris, France. pp.344-343.

G

42. **GAUCHERON. (2005).** Reproduction, nutrition développement, volume 45. P.473-483
43. **GENIN N. (1995).** Analyse du Rôle de la transition Vitreuse dans les Procédés de Conservation Agro-alimentaires. *Journal of Food Engineering* 26. pp.391-408.
44. **GIANGIACOMO R., TORREGGIANI D. et ABBO E. (1987).** Osmotic dehydration of fruit: Part 1. Sugars exchange between fruit and extracting syrups. *Journal of Food Protocols* 11. pp.183-95.
45. **GIDLEY M.-J. (2004).** Naturally functional foods "Challenges and opportunities". *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* 13. 31p.
46. **GOFF DOUGLAS H. et HARTEL R.-W. (2013).** Ice cream. Seventh. Edition Springer Science&Business. Media New York. ISBN 978-1-4614-6095-4. 470p.
47. **GOULA A.-M., LAZARIDES H.-N. (2012).** Modeling of mass and heat transfer during combined processes of osmotic dehydration and freezing (Osmo-Dehydro-Freezing). *Chemical Engineering Science* 82. pp.52-61.

48. **GOURSAUD T. (1985)**. Comparaison et propriétés physico-chimiques du lait, dans laits et produits laitiers, vache, brebis, chèvre (tome 1). Editions TEC&DOC. Lavoisier, Paris, 389p.
49. **GUILLAND J-C., HERBETH B. et LE MOEL G. (2007)**. Les vitamines. Cahier de formation biologie médicale N°38. Biofarma. P.8.

I

50. **IBRAHIM N.A., GUO Z. et XU X. (2008)**. Enzymatic Interesterification of Palm Stearin and Coconut Oil by a Dual Lipase System. JAOCS. 85. pp.37-45.

J

51. **JEANTET R., CROGUENNEC T., MAHAUT M., SCHUCK P. et BRULÉ G. (2008)**. Les produits laitiers, 2^{ème} édition. Editions TEC&DOC, Lavoisier, Paris, France. ISBN : 978-2-7430-1032-4.
52. **JIOKAP NONO Y., REYNES M., ZAKHIA N., RAOULT-WACK A.L. et GIROUX F. (2002)**. Mise au point d'un procédé combiné de déshydratation imprégnation par immersion et séchage de bananes (*Musa acuminata* groupe Cavendish). Journal of Food Engineering 55. pp.231-236.

K

53. **KONTE M. (1999)**. Le lait et les produits laitiers. Rapport du développement de systèmes de production intensive en Afrique de l'ouest. 25p.

L

54. **LAFON P. et LAFON F. (1999)**. L'œuf et les ovoproduits. Techniques de l'ingénieur, F 7 010. 25p.
55. **LECERF J-M. (2014)**. Les aliments. Chapitre 2. Nutrition clinique pratique. P.34.
56. **LINDEN G. (1998)**. Transformation des produits alimentaires par les enzymes. Techniques de l'ingénieur, F 3 700, 14p.

M

57. **MARANI C.-M., AGNELLI M-E. et MASCHERONI R-H. (2007)**. Osmo-frozen fruits: mass transfer and quality evaluation. Journal of Food Engineering 79. pp.1122-1130.

58. **MATHIEU J. (1998)**. Initiation à la physicochimie du lait. Guides technologiques des IAA. Lavoisier, édition TEC&DOC. France. ISBN : 2-7430-0233-6.
59. **MATHLOUTHI. (2010)**. Les propriétés physiques et chimiques du saccharose. Dossier CEDUS. Université de REIMS. 34p.
60. **MERKUS H-G. et MEESTERS G-M-H. (2014)**. Particulate Products Tailoring Properties for Optimal Performance. Springer International Publishing. Switzerland. ISBN 978-3-319-00713-7. p.273.
61. **MORENO J., SIMPSON R., PIZARRO N., PARADA K., PINILLA N. et ALMONACID S. (2012)**. Effect of ohmic heating and vacuum impregnation on the quality and microbial stability of osmotically dehydrated strawberries (*cv.Camarosa*). Journal of Food Engineering 110. pp.310-316.
62. **MORETTI E. et FELIPPONE F. (1996)**. Acide citrique par fermentation. Techniques de l'ingénieur, J 6 062. 7p.
63. **MORR C.-V. (1989)**. Whey proteins: Manufacture and Developments in Dairy Chemistry. Elsevier Sci. publishers, London & NY, chap. 6., pp.245-283.
64. **MORTENSEN A. (2006)**. Sweeteners permitted in the European Union: safety aspects, Scandinavian. Journal of Food and Nutrition, 50, pp.104-106.

N

65. **NARCHI I. (2009)**. Etude du procédé de foisonnement en continu des milieux modèles : Interaction formulation-procédé sur les propriétés du produit fini. Contexte de l'étude de Doctorat de Génie Alimentaire, Ecole doctorale Sciences de la Vie et de la Santé. 7 p.
66. **NELSON M. and COX M. (2008)**. Principles of biochemistry. Fifth Edition. W.H FREEMAN and COMPANY New York. ISBN-139: 78-0-7167-710. p.343-349.
67. **NF V 05-109. (1970)**. Détermination du résidu sec soluble (méthode réfractométrique), normes françaises relative aux produits de l'agriculture et produits dérivés des fruits et légumes.
68. **NOUT R., HOUNHOUGAN J. et VAN B. (2003)**. Les aliments : transformation, conservation et qualité. Allemagne. p.217.

O

69. **O'BRIEN R.-D. (2009)**. Fats and oils: formulating and processing for applications. Ed: CRC Press, CRC Press, Taylor&Francis Group, Boca Raton. New York. 744p.

70. **OUDOT C. (1999)**. La transformation des aliments. Editions Techniplus. Paris, France. ISBN : 2-7135-2022-3. p.23.

P

71. **PASSILLY-DEGRACE P., GAILLARD D. et BESNARD P. (2009)**. Perception des lipides alimentaires : rôle de la gustation. Techniques de l'ingénieur, 7p.
72. **PATEL K-C., LAKHERAB V-J. et SARDAC D. (2013)**. Thermal optimization of an ice cream hardening process. Procedia Engineering, 51. pp.650-654.
73. **PHILLIPON J. (1984)**. Méthode de blanchiment refroidissement des légumes destinés à la congélation. Science des aliments, volume 4. pp.523-550.
74. **POUCHEON et GOURSAUD. (2001)**. Le lait, caractéristiques physico-chimiques, le lait nutrition et santé. Editions TEC&DOC. Lavoisier. Paris, p.3-41.

R

75. **RAPIN A. (2013)**. Les Glaces. Filière Nutrition et diététique. Haute école de santé de Genève. 6p.
76. **RELKIN P. (2006)**. Microcalorimétrie à balayage DSC: application agroalimentaire. Techniques de l'ingénieur, P 1 270. 16p.

S

77. **SAUVAGEOT F (1980)**. Le groupe en évaluation sensorielle des denrées alimentaires Cahier Nutrition Diététique, XV 3. pp.169-190.
78. **SIMÕES I.-S. et GIOIELLI L.-A. (1999)**. Crystal Morphology of Binary and Ternary Mixtures of Hydrogenated Fats and Soybean Oil. Ciênc. Tecnol. Aliment. Pp.1-8.
79. **SIMON J-L. (2001)**. Gomme xanthane : agent viscosant et stabilisant. Techniques de l'ingénieur, F 4 300. p.6.
80. **SIRET C. (2004)**. Structure des aliments. Techniques de l'ingénieur, F 1 012. 21p.
81. **SNAPPE J.-J., LEPOUDERE A. et SREDZINSKI N. (2003)**. Protéines laitières. Techniques de l'ingénieur, F 4 820, 21 p.
82. **STARLING S. (2005)**. Fruit dans 'healthy' halo. Functional Foods & Nutraceuticals. 6p.
83. **STRYER L., BERG J., TYMOCZKO J. (2003)**. Biochimie. Paris. ISBN 2-257-17116-0. p.323.

84. **SUN-WATERHOUSE D., EDMONDS L., WADHWA S-S. et WIBISONO R. (2013).** Producing ice cream using a substantial amount of juice from kiwifruit with green, gold or red flesh. *Food Research International* 50. pp.64-656.

T

85. **TILLY G. (2010).** Pectines. *Techniques de l'ingénieur*, F 5 000. p12.
86. **TORREGGIANI D. (1993).** Osmotic dehydration in fruit and vegetable processing. *Food Research International* 26. pp.59-68
87. **TORREGGIANI D. et MAESTRELLI A. (2006).** Quality and safety of frozen fruits. *In Handbook of frozen food processing and packaging*. Boca Raton, FL: CRC Press. pp.417-440
88. **TREGUNNO N-B. et GOFF H-D. (1996).** Osmodehydrofreezing of apples: structural and textural effects. *Food Research International* 29. pp.471-479.
89. **TREMOLLIERES J. et CLAUDIAN J. (1973).** Le sens du goût. *Cahier Nutrition Diététique*, , VIII, I : pp. 13-19.
90. **TRUONG T., MORGAN G.-P., BANSAL N., PALMER M. et BHANDARI B. (2015).** Crystal structures and morphologies of fractionated milk fat in nanoemulsions. *Food Chemistry* 171. pp.157–167.
91. **TURGEON H., AMIOT J., FOURNIER S., LABEUF Y., PAQUIN P. et SIMPSON R. (2002).** Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyses du lait *in VIGNOLA Carole L. (2002). Sciences et technologies du lait*. Presse internationales polytechnique, Québec, Canada. ISBN:3-25-29. 600 p.
92. **TWIDWELL E.-K., WAGNER J.-J. et THIEX N.-J. (2002).** Use a microwave oven to determine moisture content of forages. pp. 77-88.

V-Y

93. **VAN KLEEF E., VAN TRIJP H-C-M., LUNING P. et JONGEN W.-M.-F. (2002).** Consumeroriented functional food development: How well do functional disciplines reflect the 'voice of the consumer'?. *Trends in Food Science and Technology* 13(3). pp.93-101.
94. **VILAIN A.-C. (2010).** What's milk?. *Revue Française d'Allergologie* 50. pp.124-127.
95. **YANG D.-C. et LE MAGUER M. (1991).** Osmotic dehydration of strawberries. *Journal of Food Industry*, volume 24, N°5.

Annexes

Annexe 01 : Mesure du potentiel Hydrogène

La détermination du pH par la méthode potentiométrique est réalisée à l'aide d'un pH-mètre.

Mode opératoire

- ✓ L'échantillon doit être bien homogène ;
- ✓ Prélever une prise d'essai suffisamment pour permettre l'immersion des électrodes.
- ✓ Etalonner le pH-mètre à la température de mesure en utilisant une solution tampon de pH exactement connu et aussi proche que possible des pH de notre produit.
- ✓ La mesure de pH est faite directement sur le pH-mètre.

Annexe 02 : Détermination de l'extrait sec soluble (NF V 05-109)

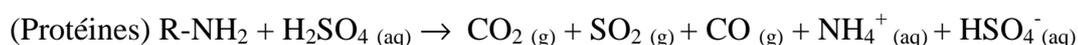
L'indice de réfraction permet de connaître le degré de pureté d'un liquide ou la dose solide dissoute dans une solution, l'extrait sec ou degré Brix d'un échantillon, présente l'ensemble des corps dissous ; c'est un critère important pour juger la valeur alimentaire totale de l'échantillon.

Mode opératoire

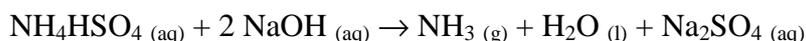
- ✓ placer une goutte du sirop sur la surface du prisme ;
- ✓ Abattre le deuxième prisme sur le premier, ce qui permet d'obtenir une couche uniforme de liquide ;
- ✓ En dirigeant le réfractomètre vers une source lumineuse, deux zones apparaissent : une claire et l'autre sombre ;
- ✓ La limite entre deux zones indique la grandeur de la réfraction ;
- ✓ La valeur Brix est la valeur lue par le réfractomètre de type Zuzi série 300 qui nous donne le pourcentage des sucres dans le produit.

Annexe 03 : dosage des protéines par la méthode de Kjeldahl

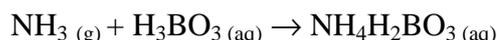
La méthode de dosage la plus courante pour l'azote organique est la méthode de Kjeldahl dans laquelle on utilise la théorie des titrages acido-basique. Au cours de cette méthode, l'échantillon est décomposé dans un excès d'acide sulfurique concentré et chaud dans le but de transformer l'azote présent dans l'inconnu en ion ammonium. La réaction conduit à la formation de $\text{NH}_4^+_{(\text{aq})} + \text{HSO}_4^-$ ou de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.



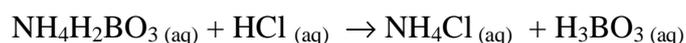
À l'addition d'un excès d'alcali (hydroxyde de sodium) et distillation, de l'ammoniac (NH_3) est libéré selon la réaction suivante :



L'ammoniac libéré est ensuite acheminé par un canalisation dans une solution d'acide borique (H_3BO_3), il y a alors réaction acide-base et l'ammoniac est transformé borate d'ammonium selon la réaction suivante :



L'azote qui est ainsi recueilli est totalement récupéré sous forme de borate d'ammonium et peut être déterminé par un titrage acide base. En effet, on peut constater que le borate d'ammonium est un sel amphotère. En présence d'un acide comme l'acide chlorhydrique, le borate agira comme une base dans un rapport stœchiométrique de 1 pour 1.



Annexe 04 : Dosage de la matière grasse

Le mode opératoire est le suivant :

- ✓ 10 mL d'acide (H_2SO_4) à 90% sont additionnées à 5g de mix sur les parois d'un butyromètre ;
- ✓ ajouter 5.5g d'eau distillée et 1 mL d'alcool iso-amylque ;
- ✓ Agiter bien puis centrifuger pendant 5 minutes et porter au bain marie à 65°C pendant 5 minutes ;
- ✓ Le taux de matière grasse est lu directement sur le butyromètre.

Annexe 05 : Fiche de dégustation

Test de dégustation des crèmes glacées

N° de l'essai :

Date :

Nom du dégustateur :

Age :

- ✓ Vous avez devant vous 03 types de crèmes glacées

Une crème glacée classique E

Une crème glacée fruitée avec les fraises E

Une crème glacée fruitée avec les cerises E

Choisissez entre les deux crèmes glacées fruitées, la crème contenant le fruit que vous préférez et remplissez la fiche d'évaluation en la comparant avec la crème glacée classique.

1. Classer les 02 échantillons par ordre de préférence

Premier : E

Deuxième : E

2. Pour chaque paramètre donnez le chiffre qui correspond à votre choix :

1 et 7 : Mauvais ; **2 et 6** : Acceptable ; **3 et 5** : Bon ; **4** : Très bon (optimum)

N.B : L'échelle des chiffres correspondent à l'intensité du paramètre (exemple : 1 odeur très faible, 7 odeur très forte)

Paramètre	Echantillon	E	E
Aspect			
Odeur			
Couleur			
Goût			
Solubilité du fruit dans la bouche (Echantillon fruitée)			
Sucre			

Merci pour votre participation.

Résumé

La crème glacée est l'un des desserts lactés les plus consommés dans le monde de nos jours, le consommateur recherche de plus en plus des crèmes glacées avec des nouvelles expériences gustatives ayant un impact positif sur la santé.

La première étape de cette étude la préparation des fruits pour être facilement ajouté dans la crème. Pour cela nous avons opté pour une Déshydratation Imprégnation par Immersion (DII) dans deux sirops. Différentes concentrations ont été utilisé pour le sirop du saccharose et le sirop du glucose (52, 62 et 67° Brix) pour voir l'efficacité de la déshydrations en étudiant la perte en eau et le gain en solides de chaque solution.

Une incorporation des morceaux de fruits dans la crème glacée à raison de 5 % a été effectuée. Par ailleurs, plusieurs analyses physicochimiques, microbiologiques et organoleptiques ont été effectuées pour voir l'impact de l'addition de la préparation de fruit.

Les résultats de la DII ont confirmé l'intérêt qu'apporte cette opération pour l'élimination d'une grande quantité d'eau des fruits. En effet, la perte en eau était importante pour les deux fruits (58,92% dans le cas des fraises et 40,19% dans le cas des cerises) lors de l'utilisation d'un sirop de saccharose avec un indice réfractométrique de 67° Brix ce qui laisse prédire que malgré les fluctuations enregistrées entre les sirops utilisés, la DII reste un outil de choix pour la réduction de la teneur d'eau des fruits.

Les analyses physico-chimiques et microbiologiques indiquent que l'ajout des fruits n'altère pas les qualités initiales des crèmes glacées, l'analyse hédonique a permis de confirmer l'impact positif des préparations de fruits pour l'amélioration des qualités organoleptiques des crèmes (couleur, odeur et saveur). L'évaluation de son prix de revient à permis d'évaluer son prix de vente à 270 DA.

Mots clés : crème glacée, fruits, DII, incorporation, organoleptique.

Abstract

Nowadays, ice cream is one of desserts most consumed in the world, the consumer seeks more and more ice creams with new gustatory experiments with positive impact on health.

The first stage of this study was the preparation of fruits to be easily added in the cream. That we chose the Dehydration Impregnation by Immersion (DII) in two different syrups, syrup of saccharose and syrup of glucose with various concentrations (52°, 62° and 67° Brix) for even the effectiveness of dehydrations by studying the water loss and the profit in solids of each solution.

An incorporation of the pieces of fruits in the dairy ice cream at a rate of 5 % was carried out. In addition, several physico-chemical, microbiological and organoleptic analyses were carried out to see the impact of the addition of the fruit preparation.

The results of the DII confirm the interest which this operation for the elimination of a great quantity of water of the fruits brings. Indeed, the water loss was significant for the two fruits (58,92% in cutters and 40,19% in cherries) during the use of a saccharose syrup with an refractometric index of 67 Brix what lets predict that in spite of the fluctuations recorded between syrups used, the DII remains a tool of choice for the reduction of the water content of fruits.

Physico-chemicals and microbiologicals analyses indicate that the addition of the fruits does not deteriorate initial qualities of dairy ice creams, hedonic analysis makes it possible to confirm the positive impact of the fruits preparations for the improvement of organoleptic qualities of the creams (color, odor and savour). The evaluation it price indicate it cost 270 DA.

Key words : Ice cream, fruits, DII, Incorporation, organoleptic.

Agzul

Thawarachth i gersen d yiwen seg sugrayen I ttuwšan atass dhi dunnit tura, amdan I tgliv thawarachth i gersen assd yefken sima sima thizeth thamaynuth I gs3an lfayda yaf tazmart. Di tamuyli yagui I ne3red a-nernu I-thwarachth l-fakya (l sriz d l frez).

Amecwar amenzu yella-d swjed n l-fakya i waken atenrnu s-shala ar thewarachth, yaf ayagui n eksas azgen amuqran n wammen ithess3a i waken u thetagrasara. Ayagui yella d s usghuru asevzagh s usekchem (Déshydratation Imprégnation par Immersion) s dhkhel n sin n siroyat (siro n skor d siro n l glucoz i ges3an isegglulefen n (52, 62 d 67° Brix) i waken an zar timellit n usghuru yar siro yath agui.

i wakken ad nawed yer yiswi nagh, nerna yass I thwarachth igersen lfakya s usghelellef n 5 d lmeya. Attas n tisla tayrayant akk d usebrurez n tiqrura yellan deg iswi-ayyi.

Asebrurez n w-ayen id n-ufa yessvaned aken asghuru asevzagh s-usekchem is3a lfayda thameqrant di twaksa n wammen n lfakya (58,92 % d l-frez , 40,19% d-l-ceriz) s siro n skor s usegglulef n 67°Brix.

Asebrurez n tisla tayrayant akk d usebrurez n tiqrura i svegned udhem amaynuth yelhan I zderna lf-fakya yagui I thwarachth, la dgha widh ite3arden nand akka, ula dh soummas thagrev ar thidhak nidhen (270 DA).

Awal yufraren : *Thawarachth i gersen, l-fakya, usghuru asevzagh s usekchem, nerna, ite3arden.*